

## PENGARUH NAUNGAN TERHADAP KARAKTER MORFO-FISIOLOGI JAGUNG MANIS

Cheppy Wati, Dwiwanti Sulistyowati, Endang Krisnawati, Neni Musyarofah, Bayu Adirianto

Jurusan Pertanian, Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

Koresponden Email: [dwiwantisulisty@yahoo.com](mailto:dwiwantisulisty@yahoo.com)

### Abstrak

Jagung manis merupakan produk pangan strategis nasional yang berpotensi untuk dikembangkan, namun permasalahan kurangnya lahan garapan. Salah satu cara mengatasinya dengan menanam tanaman jagung sistem pertanaman berganda sebagai tanaman sela di bawah tegakan naungan, upaya ini dilakukan untuk mengefisienkan pemanfaatan lahan dan meningkatkan produktivitas tanaman. Penelitian telah dilaksanakan pada Juli 2023 sampai November 2023 di Kebun Percobaan Pasir Kuda IPB, Dramaga, Bogor. Penelitian disusun dengan rancangan petak tersarang (*Nested Design*) dengan petak utama adalah naungan dan anak petak adalah 25 genotip jagung hibrida. Faktor naungan terdiri atas 4 taraf, yaitu 0%, 25%, 50%, dan 75%. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, panjang daun, diameter batang, klorofil a dan b, karotenoid, total klorofil, kerapatan trikoma, panjang dan diameter tongkol, serta bobot tongkol dengan dan tanpa kelobot. Hasil yang diperoleh bahwa penggunaan naungan berpengaruh terhadap karakter morfologi tanaman dan fisiologi. Hasil tanaman jagung manis mengalami penurunan seiring dengan peningkatan persentase naungan. Tanaman jagung lebih toleran pada kondisi lahan dengan intensitas cahaya matahari penuh. Lima genotip jagung manis terbaik lebih toleran pada intensitas cahaya rendah yaitu genotip Eksotik, Paragon, Talenta, Golden Boy, dan F1 SM12-2 x T10-3.

**Kata Kunci:** Jagung manis, Intensitas cahaya, Genotip, Naungan, Morfo-Fisiologi

### Abstract

*Sweet corn is a national strategic food product that has the potential to be developed, but the problem is the lack of arable land. One way to overcome this is by planting corn with a multiple cropping system as an intercrop under shade stands, this effort is made to make land use more efficient and increase plant productivity. The research was conducted from July 2023 to November 2023 at the Pasir Kuda IPB Experimental Garden, Dramaga, Bogor. The research was arranged with a nested design with the main plot being shade and the subplots being 25 hybrid corn genotypes. The shade factor consists of 4 levels, namely 0%, 25%, 50%, and 75%. The parameters observed included plant height, number of leaves, leaf width, leaf length, stem diameter, chlorophyll a and b, carotenoids, total chlorophyll, trichome density, cob length and diameter, and cob weight with and without husks. The results obtained showed that the use of shade affected the morphological and physiological characteristics of the plant. The yield of sweet corn plants decreased along with the increase in the percentage of shade. Corn plants are more tolerant to land conditions with full sunlight intensity. The five best sweet corn genotypes are more tolerant to low light intensity, namely the Exotic, Paragon, Talenta, Golden Boy, and F1 SM12-2 x T10-3 genotypes.*

**Keywords:** Sweet corn, Light intensity, Genotype, Shade, Morpho-Physiology

### PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays L. Saccharata*) merupakan salah satu produk pangan strategis nasional, dikelompokkan ke dalam tanaman biji-bijian atau sereal. Permintaan yang semakin meningkat setiap tahunnya seiring pertumbuhan jumlah penduduk menjadikan tanaman jagung memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan. Berbagai kendala untuk membudidayakan jagung ditemui, seperti kurangnya lahan untuk

garapan. Upaya peningkatan produksi jagung terus dilakukan dengan cara intensifikasi dan ekstensifikasi. Salah satunya dengan menanam tanaman jagung dengan sistem pertanaman berganda di bawah kondisi naungan sebagai tanaman sela.

Tanaman jagung berpotensi dikembangkan sebagai tanaman yang toleran terhadap naungan. Pengaruh naungan >50% dapat menurunkan produktivitas pada alfalfa, padi, cabai, dan tomat

[1], [2], [3]. Penggunaan jenis naungan paranet pada tingkat naungan 50% dapat meningkatkan hasil tomat 7–29% [4]. Hasil penelitian [5], menunjukkan ada dua genotip jagung hibrida silang tiga jalur yang toleran naungan 35% dan produksi tinggi dengan hasil 6,55 dan 6,15 ton ha<sup>-1</sup>. Penggunaan varietas toleran naungan diperlukan untuk pemanfaatan lahan di bawah tegakan agar mampu mempertahankan produksi yang tinggi [6]. Hal ini menegaskan bahwa penggunaan varietas yang toleran naungan itu penting dilakukan untuk mendapatkan hasil produksi yang baik.

Identifikasi dan analisis morfologi kultivar dengan nama yang beragam dapat dilakukan untuk mencari dan mengklasterkan kultivar-kultivar yang memiliki kesamaan tinggi. Identifikasi ketahanan genotip-genotip tanaman koleksi, merupakan langkah awal dalam pengembangan kultivar tahan naungan [7]. Menurut [8] ambang batas naungan yang sesuai untuk penyaringan genotip padi gogo toleran adalah pada tingkat naungan 50%. Pada kondisi tersebut terdapat keragaman respons agromorfologi dan fisiologi yang tinggi diantara genotip toleran dan peka, yang dapat digunakan sebagai karakter seleksi. Naungan di bawah 50%, pada genotype toleran padi dapat mempertahankan tingkat fotosintesis dengan membatasi berat daun spesifik (SLW) dan meningkatkan konsentrasi CO<sub>2</sub> antar sel [9].

Genotip jagung manis yang mampu mengatasi keadaan yang tidak menguntungkan (cekaman lingkungan) memiliki toleransi yang baik terhadap lingkungan tersebut. Pemilihan jenis genotip toleran terhadap naungan pada fase pertumbuhan dan produksi tanaman dapat dilakukan dengan naungan alami dan naungan buatan yaitu dengan menggunakan paranet. Genotip tanaman Camaelina dapat tumbuh subur di bawah naungan alami dengan tingkat naungan sedang 25% [10]. Tingkat naungan buatan 0 sampai dengan 75% menggunakan paranet dapat mempengaruhi hasil produksi tanaman strawberri [11]. Pertumbuhan bibit kelor tumbuh optimal di bawah naungan buatan 35%, serta dapat meningkatkan viabilitas serta kemampuan adaptasi bibit [10]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh intensitas cahaya rendah di bawah naungan 0%, 25%, 50%, 75% terhadap karakter morfologi, fisiologi dan hasil 25 genotip jagung manis.

## MATERIAL DAN METODE

Bangunan naungan dibuat dari bambu dengan tinggi ±3 m. Pembuatan naungan dilakukan dua minggu sebelum penanaman. Naungan dibuat dengan memasang paranet warna hitam kerapatan naungan 25%, 50% dan 75% pada semua sisi rangka naungan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: bahan genetik berupa 25 genotip hibrida jagung manis dari koleksi bagian Genetika dan Pemuliaan Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB, 10 ton/ha pupuk kandang, 2 ton/ha dolomit, 300 kg/ha NPK mutiara, 150 kg/ha urea yang diberikan 30 hari sesudah tanam, insektisida, dan fungisida terdiri dari 18 g/l Abamectin, 25 g/l Deltametrin, 35% Metalaksil, dan 3% Karbofuran.

Jagung manis ditanam di Kebun Percobaan PKHT-IPB Pasir Kuda, Ciomas, Bogor yang berada pada ketinggian 250 m dpl. Jagung manis hibrida ditanam menggunakan jarak tanam 80 x 20 cm dengan luas petakan masing masing naungan 12 m x 27 m. Penanaman dilakukan secara langsung dengan tugal sebanyak 1 benih per lubang dengan kedalaman 3 sampai dengan 5 cm.

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan penyiraman secara berkala, penyiangan gulma secara manual menggunakan tangan dan cangkul, penyulaman dilakukan pada saat tanaman 1 MST, dilakukan pembumbunan, pemupukan dan pengendalian hama dan penyakit.

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, menggunakan rancangan tersarang (*Nested Design*) dengan tiga ulangan. Faktor yang diuji yaitu taraf naungan dan genotip jagung manis hibrida. Faktor perlakuan menggunakan naungan, taraf naungan 0%, 25%, 50%, dan 75%. Faktor genotip jagung manis hibrida menggunakan 25 genotip jagung manis disajikan pada Tabel 1.

Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, panjang daun, diameter batang, klorofil a, klorofil b, karotenoid, total klorofil, kerapatan trikoma, panjang tongkol, diameter tongkol, bobot berkelebot dan bobot tanpa kelebot.

Data dianalisis menggunakan *Analysis Of Variance* (sidik ragam). Apabila dalam sidik ragam terdapat pengaruh yang signifikan pada taraf nyata 5%, maka perbedaan antar perlakuan dilakukan uji lanjut dengan BNJ menggunakan

minitab dan menggunakan aplikasi R 9.0 dengan taraf 5%.

Tabel 1. Genotip Jagung Manis

Genotip <i>Zea mays saccharata</i> Sturt.		
1	F1 T10-3 x SM12-2	10 F1 T8-2B x SM12-2
2	F1 SM6-3 x SM12-2	11 F1 SM7-8 x SM12-2
3	F1 SB5-1C x SM12-2	12 F1 SM11-6 x SM12-2
4	F1 T9-2 x SM12-2	13 Eksotik
5	F1 SM10-1 x SM12-2	14 Paragon
6	F1 T8-2A x SM12-2	15 Talenta
7	F1 SB12-2 x SM12-2	16 Golden boy
8	F1 SB9-2 x SM12-2	17 F1 SM12-2 x T10-3
9	F1 SM7-3 x SM12-2	18 F1 SM12-2 x SM6-3
19	F1 SM12-2 x SB5-1C	
20	F1 SM12-2 x T9-2	
21	F1 SM12-2 x T8-2A	
22	F1 SM12-2 x SB9-2	
23	F1 SM12-2 x SM7-3	
24	F1 SM12-2 x T8-2B	
25	F1 SM12-2 x SM11-6	

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

***Pengaruh Naungan terhadap Karakter Morfologi***

Penggunaan naungan pada budidaya tanaman jagung manis berpengaruh terhadap karakter morfologi tanaman, dimana panjang daun, lebar daun, tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang lebih rendah pada semua level naungan, kecuali pada naungan 25% dibandingkan dengan kontrol (tanpa naungan). Perlakuan dengan tingkat naungan 50% dan 75% menurunkan lebar daun, tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang. Semakin tinggi tingkat naungan maka karakter morfologi tanaman semakin menurun seperti disajikan pada Tabel 2.

Hal ini membuktikan bahwa tanaman jagung menyukai kondisi lahan terbuka yang memiliki intensitas cahaya matahari tinggi. Menurut penelitian [12] tanaman jagung merupakan jenis tanaman C4 dimana tanaman tersebut menyukai intensitas cahaya matahari tinggi. Sebaliknya tanaman C3 seperti rumput *Guinea* dan tomat lebih toleran terhadap intensitas cahaya matahari rendah [13]. Rumput *Guinea* dan tomat mengalami peningkatan panjang dan lebar daun di bawah naungan 50% [14], [4].

Genotip jagung manis talenta, eksotik, golden boy, paragon, F1 SM12-2 x T10-3

merupakan lima genotip yang lebih toleran terhadap intensitas cahaya rendah dibanding genotip lain. Genotip talenta memiliki tinggi tanaman 180,72 cm, tidak berbeda nyata dengan genotip *golden boy*, dan eksotik. Genotip eksotik memiliki jumlah daun paling banyak dibanding dengan genotip lain. Sedangkan pada parameter diameter batang tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar semua genotip seperti disajikan pada Tabel 2. Hasil Penelitian [15], menyatakan bahwa variabel morfologi seperti jumlah daun, luas daun, diameter batang dan fisiologi seperti kepadatan stomata, laju fotosintesis lebih tinggi pada kondisi tanpa naungan dibandingkan dengan kondisi dengan naungan.

Panjang daun dan lebar daun jagung cenderung menurun dengan meningkatnya persentase naungan [15]. Beberapa genotip seperti talenta, golden boy, eksotik, F1 SM12-2 x T10-3, dan paragon masih mampu mempertahankan karakter morfologi tanaman yang relatif tinggi, menunjukkan kemungkinan toleransi atau adaptasi yang lebih baik terhadap kondisi naungan. Genotip tanaman yang mampu beradaptasi pada intensitas cahaya rendah berpotensi mampu mempertahankan hasil produksi walaupun dalam kondisi ternaungi [4].

Tabel 2. Karakter Morfologi pada Beberapa Genotip pada Naungan yang Berbeda

Naungan	Peubah Pengamatan				
	PD	LD	TT	JD	DB
0%	85.48 <sup>a</sup>	9.35 <sup>a</sup>	154.87 <sup>a</sup>	9.80 <sup>a</sup>	2.08 <sup>a</sup>
25%	87.29 <sup>a</sup>	8.80 <sup>a</sup>	155.39 <sup>a</sup>	9.37 <sup>a</sup>	1.92 <sup>a</sup>
50%	83.38 <sup>a</sup>	7.82 <sup>b</sup>	132.20 <sup>b</sup>	8.76 <sup>b</sup>	1.32 <sup>b</sup>
75%	67.54 <sup>b</sup>	6.02 <sup>c</sup>	108.10 <sup>c</sup>	7.84 <sup>c</sup>	1.22 <sup>b</sup>
Genotip					
F1 T10-3 x SM12-2	80.45 <sup>bcde</sup>	8.57 <sup>bc</sup>	135.01 <sup>bcde</sup>	9.15 <sup>cd</sup>	1.74 <sup>ab</sup>
F1 SM6-3 x SM12-2	77.73 <sup>cdef</sup>	7.47 <sup>de</sup>	132.57 <sup>bcde</sup>	9.13 <sup>cd</sup>	1.70 <sup>ab</sup>
F1 SB5-1C x SM12-2	74.71 <sup>ef</sup>	8.15 <sup>bcd</sup>	128.63 <sup>cdef</sup>	8.75 <sup>cde</sup>	1.62 <sup>ab</sup>
F1 T9-2 x SM12-2	77.69 <sup>cdef</sup>	7.27 <sup>de</sup>	127.29 <sup>def</sup>	8.70 <sup>cde</sup>	1.50 <sup>ab</sup>
F1 SM10-1 x SM12-2	78.58 <sup>bcdef</sup>	7.84 <sup>bcd</sup>	143.52 <sup>bcd</sup>	9.02 <sup>cde</sup>	1.63 <sup>ab</sup>
F1 T8-2A x SM12-2	78.57 <sup>bcdef</sup>	8.05 <sup>bcd</sup>	131.34 <sup>bcde</sup>	8.57 <sup>def</sup>	1.57 <sup>ab</sup>
F1 SB12-2 x SM12-2	77.32 <sup>cdef</sup>	7.76 <sup>cd</sup>	125.03 <sup>ef</sup>	8.45 <sup>def</sup>	1.52 <sup>ab</sup>
F1 SB9-2 x SM12-2	72.84 <sup>f</sup>	6.78 <sup>e</sup>	113.44 <sup>f</sup>	7.83 <sup>f</sup>	1.41 <sup>b</sup>
F1 SM7-3 x SM12-2	83.58 <sup>bc</sup>	7.98 <sup>bcd</sup>	135.28 <sup>bcde</sup>	8.92 <sup>cde</sup>	1.68 <sup>ab</sup>
F1 T8-2B x SM12-2	83.81 <sup>bc</sup>	7.93 <sup>bcd</sup>	135.17 <sup>bcde</sup>	8.57 <sup>def</sup>	1.56 <sup>ab</sup>
F1 SM7-8 x SM12-2	80.89 <sup>bcde</sup>	7.93 <sup>bcd</sup>	145.53 <sup>b</sup>	9.03 <sup>cde</sup>	1.63 <sup>ab</sup>
F1 SM11-6 x SM12-2	81.05 <sup>bcde</sup>	8.07 <sup>bcd</sup>	135.02 <sup>bcde</sup>	8.85 <sup>cde</sup>	1.72 <sup>ab</sup>
Ekstotik	82.66 <sup>bcd</sup>	8.66 <sup>abc</sup>	169.03 <sup>a</sup>	11.13 <sup>a</sup>	1.75 <sup>ab</sup>
Paragon	85.74 <sup>b</sup>	8.59 <sup>abc</sup>	144.13 <sup>bc</sup>	9.29 <sup>bcd</sup>	1.70 <sup>ab</sup>
Talenta	99.26 <sup>a</sup>	9.53 <sup>a</sup>	180.72 <sup>a</sup>	10.12 <sup>b</sup>	1.84 <sup>a</sup>
Golden Boy	94.97 <sup>a</sup>	8.78 <sup>ab</sup>	175.45 <sup>a</sup>	9.50 <sup>bc</sup>	1.82 <sup>ab</sup>
F1 SM12-2 x T10-3	80.63 <sup>bcde</sup>	8.62 <sup>abc</sup>	132.38 <sup>bcde</sup>	9.10 <sup>cd</sup>	1.78 <sup>ab</sup>
F1 SM12-2 x SM6-3	78.24 <sup>cdef</sup>	7.44 <sup>de</sup>	132.72 <sup>bcde</sup>	9.05 <sup>cde</sup>	1.64 <sup>ab</sup>
F1 SM12-2 x SB5-1C	79.39 <sup>bcdef</sup>	7.93 <sup>bcd</sup>	127.37 <sup>def</sup>	8.77 <sup>cde</sup>	1.54 <sup>ab</sup>
F1 SM12-2 x T9-2	76.07 <sup>def</sup>	7.42 <sup>de</sup>	130.33 <sup>bcde</sup>	8.60 <sup>def</sup>	1.51 <sup>ab</sup>
F1 SM12-2 x T8-2A	80.08 <sup>bcde</sup>	7.81 <sup>cd</sup>	130.51 <sup>bcde</sup>	8.50 <sup>def</sup>	1.50 <sup>ab</sup>
F1 SM12-2 x SB9-2	77.14 <sup>cdef</sup>	7.41 <sup>de</sup>	121.18 <sup>ef</sup>	8.22 <sup>ef</sup>	1.76 <sup>ab</sup>
F1 SM12-2 x SM7-3	82.13 <sup>bcd</sup>	7.98 <sup>bcd</sup>	137.07 <sup>bcde</sup>	8.88 <sup>cde</sup>	1.55 <sup>ab</sup>
F1 SM12-2 x T8-2B	80.73 <sup>bcde</sup>	8.14 <sup>bcd</sup>	136.71 <sup>bcde</sup>	8.57 <sup>def</sup>	1.56 <sup>ab</sup>
F1 SM12-2 x SM11-6	78.81 <sup>bcdef</sup>	7.81 <sup>cd</sup>	135.61 <sup>bcde</sup>	8.83 <sup>cde</sup>	1.69 <sup>ab</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%. \*PD= panjang daun, \*LD= lebar daun, \*TT=tinggi tanaman, \*JD =jumlah daun, DB= diameter batang

**Pengaruh Naungan terhadap Karakter Hasil**

Tingkat naungan juga berpengaruh terhadap panjang tongkol, bobot berkelobot dan bobot tanpa kelobot. Semakin tinggi persentase naungan maka akan mengurangi panjang tongkol, bobot berkelobot, dan bobot tanpa kelobot, ini artinya bahwa tanaman jagung lebih toleran pada kondisi lahan dengan intensitas cahaya matahari tinggi. Tanaman jagung manis yang tidak dinaungi akan cenderung memiliki produksi tongkol yang lebih panjang dibanding yang ternaungi, namun tidak berbeda nyata dengan tingkat naungan 25% seperti disajikan pada Tabel 3.

Karakter morfologi panjang tongkol, diameter tongkol, bobot berkelobot, dan bobot tanpa kelobot menunjukkan penurunan yang nyata dengan meningkatnya tingkat naungan.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat naungan, semakin terbatas cahaya yang diterima tanaman, sehingga menghambat pertumbuhan panjang tongkol dan pembentukan tongkol. Penurunan ini menunjukkan bahwa produktivitas tanaman menurun secara nyata di bawah kondisi naungan tinggi. Tingkat naungan berpengaruh terhadap panjang tongkol dan produksi tongkol jagung manis, dengan pertumbuhan dan adaptasi hasil yang lebih baik pada kerapatan naungan rendah [16],[17].

Genotip Ekstotik, Paragon dan Talenta, menunjukkan performa yang cukup baik dalam kondisi tanpa naungan. Genotip Talenta dan Golden Boy, menunjukkan kinerja optimal di bawah naungan rendah 25%. Genotip hibrida seperti F1 SM12-2 x SM12-2 dan F1 SM6-3 x SM12-2 menunjukkan stabilitas yang lebih baik

dalam beberapa kondisi naungan dibandingkan dengan genotip lainnya. Beberapa genotip menunjukkan adaptasi yang lebih baik di bawah naungan tertentu, seperti F1 T8-2A x SM12-2 yang menunjukkan penurunan bobot yang lebih

kecil dibandingkan genotip lainnya. Beberapa genotip memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik dalam kondisi naungan dibandingkan dengan yang lain.

Tabel 3. Karakter Hasil pada Beberapa Genotip pada Naungan yang Berbeda

Naungan	Peubah Pengamatan			
	PT	DT	BBK	BTK
0%	20.38 <sup>a</sup>	3.94 <sup>a</sup>	305.52 <sup>a</sup>	198.50 <sup>a</sup>
25%	17.22 <sup>ab</sup>	3.51 <sup>a</sup>	207.57 <sup>b</sup>	139.62 <sup>b</sup>
50%	14.50 <sup>b</sup>	3.51 <sup>a</sup>	132.72 <sup>c</sup>	92.81 <sup>b</sup>
75%	7.02 <sup>c</sup>	1.71 <sup>b</sup>	58.44 <sup>d</sup>	38.58 <sup>c</sup>
<b>Genotip</b>				
F1 T10-3 x SM12-2	16.02 <sup>ab</sup>	3.17 <sup>abc</sup>	185.40 <sup>bcd</sup>	133.56 <sup>bc</sup>
F1 SM6-3 x SM12-2	14.50 <sup>ab</sup>	4.17 <sup>a</sup>	165.18 <sup>cde</sup>	110.92 <sup>cde</sup>
F1 SB5-1C x SM12-2	15.02 <sup>ab</sup>	2.98 <sup>abc</sup>	190.13 <sup>bc</sup>	121.85 <sup>cd</sup>
F1 T9-2 x SM12-2	12.98 <sup>b</sup>	2.80 <sup>abc</sup>	135.75 <sup>cde</sup>	85.78 <sup>de</sup>
F1 SM10-1 x SM12-2	15.98 <sup>ab</sup>	3.26 <sup>abc</sup>	168.40 <sup>bcd</sup>	105.66 <sup>cde</sup>
F1 T8-2A x SM12-2	14.61 <sup>ab</sup>	2.91 <sup>abc</sup>	144.11 <sup>cde</sup>	92.22 <sup>cde</sup>
F1 SB12-2 x SM12-2	14.01 <sup>ab</sup>	2.88 <sup>abc</sup>	149.42 <sup>cde</sup>	82.63 <sup>de</sup>
F1 SB9-2 x SM12-2	12.48 <sup>b</sup>	2.53 <sup>bc</sup>	117.62 <sup>e</sup>	70.56 <sup>e</sup>
F1 SM7-3 x SM12-2	14.22 <sup>ab</sup>	3.20 <sup>abc</sup>	164.42 <sup>cde</sup>	115.83 <sup>cd</sup>
F1 T8-2B x SM12-2	13.81 <sup>ab</sup>	2.80 <sup>abc</sup>	155.83 <sup>cde</sup>	105.23 <sup>cde</sup>
F1 SM7-8 x SM12-2	14.65 <sup>ab</sup>	3.08 <sup>abc</sup>	171.53 <sup>bcd</sup>	120.34 <sup>cd</sup>
F1 SM11-6 x SM12-2	13.15 <sup>b</sup>	2.80 <sup>abc</sup>	172.75 <sup>bcd</sup>	112.33 <sup>cde</sup>
Eksoetik	17.30 <sup>ab</sup>	4.11 <sup>ab</sup>	284.17 <sup>a</sup>	207.33 <sup>a</sup>
Paragon	15.80 <sup>ab</sup>	3.71 <sup>abc</sup>	233.58 <sup>ab</sup>	169.42 <sup>ab</sup>
Talenta	19.62 <sup>a</sup>	4.24 <sup>a</sup>	288.00 <sup>a</sup>	188.38 <sup>a</sup>
Golden Boy	16.38 <sup>ab</sup>	4.08 <sup>ab</sup>	263.51 <sup>a</sup>	189.95 <sup>a</sup>
F1 SM12-2 x T10-3	14.85 <sup>ab</sup>	2.96 <sup>abc</sup>	178.92 <sup>bcd</sup>	111.17 <sup>cde</sup>
F1 SM12-2 x SM6-3	14.01 <sup>ab</sup>	3.26 <sup>abc</sup>	157.55 <sup>cde</sup>	102.35 <sup>cde</sup>
F1 SM12-2 x SB5-1C	15.15 <sup>ab</sup>	3.18 <sup>abc</sup>	158.40 <sup>cde</sup>	105.95 <sup>cde</sup>
F1 SM12-2 x T9-2	14.13 <sup>ab</sup>	2.93 <sup>abc</sup>	149.33 <sup>cde</sup>	93.83 <sup>cde</sup>
F1 SM12-2 x T8-2A	16.33 <sup>ab</sup>	2.98 <sup>abc</sup>	152.14 <sup>cde</sup>	102.62 <sup>cde</sup>
F1 SM12-2 x SB9-2	12.39 <sup>b</sup>	2.39 <sup>c</sup>	121.67 <sup>de</sup>	79.42 <sup>de</sup>
F1 SM12-2 x SM7-3	12.72 <sup>b</sup>	2.84 <sup>abc</sup>	149.58 <sup>cde</sup>	108.58 <sup>cde</sup>
F1 SM12-2 x T8-2B	14.91 <sup>ab</sup>	2.86 <sup>abc</sup>	168.27 <sup>bcd</sup>	105.19 <sup>cde</sup>
F1 SM12-2 x SM11-6	14.54 <sup>ab</sup>	2.99 <sup>abc</sup>	175.94 <sup>bcd</sup>	113.32 <sup>cde</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ taraf 5%. \* PT= panjang tongkol, \*DT= diameter tongkol, \*BBK=Bobot Berkelobot, \*BTK= bobot tanpa kelobot

Penelitian ini menunjukkan pentingnya pemilihan genotip yang tepat untuk kondisi lingkungan tertentu, terutama dalam sistem pertanian yang menerapkan berbagai tingkat naungan. Varietas jagung manis Eksoetik, Talenta, Paragon, dan Golden Boy memiliki nilai indeks toleransi stres yang lebih tinggi, yang dapat membantu mengembangkan varietas jagung manis toleran naungan dengan hasil tinggi [16].

Terdapat 14 karakter yang memiliki korelasi nyata terhadap pengaruh tingkat naungan,

diantaranya keragaman bobot tongkol berkelobot, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, diameter batang, panjang tongkol, diameter tongkol, bobot tongkol tanpa kelobot, klorofil A, klorofil B, karoten, total klorofil, dan trikoma. Karakter vegetatif yang memiliki korelasi paling besar dengan bobot berkelebot adalah karakter tinggi tanaman. Tanaman jagung yang mampu mempertahankan tinggi tanaman, cenderung memiliki jumlah daun lebih banyak, daun yang lebih panjang, serta menghasilkan bobot tongkol

lebih berat [15]. Terdapat hubungan yang nyata antara tinggi tanaman dan produktivitas tanaman. Hasil penelitian [18], menyatakan bahwa peningkatan tinggi tanaman memungkinkan tanaman untuk mengakses lebih banyak cahaya, yang mengarah ke jumlah daun dan struktur daun, sehingga memaksimalkan efisiensi fotosintesis.

Tanaman dengan lebih banyak daun cenderung memiliki karakteristik daun yang lebih besar dan berkontribusi terhadap hasil produksi yang lebih baik. Luas daun memengaruhi proses fotosintesis dan produksi energi yang mendukung pembentukan bobot tongkol. Semakin meningkatnya luasan daun tanaman maka dapat meningkatkan intersepsi radiasi matahari, sehingga mengarah pada aktivitas fotosintesis yang lebih besar untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Kapas yang termasuk kelompok tanaman C3, yang memiliki indeks luas daun (LAI) lebih besar akan meningkatkan hasil kapas biji, hal ini menekankan bahwa pentingnya luasan daun dalam pembentukan hasil [19]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman yang lebih tinggi cenderung memiliki indeks luas daun yang lebih besar. Hasil pada penelitian ini, sesuai dengan hasil penelitian [20] yang menyatakan bahwa bibit yang lebih tinggi cenderung memiliki daun yang lebih besar, sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhannya.

Lebar daun mempengaruhi diameter batang. Batang yang lebih panjang dan lebih tebal cenderung mendukung daun yang lebih besar tetapi dengan jumlah daun yang lebih sedikit per unit massa batang [21].

Karakter diameter tongkol meningkatkan bobot berkelebot, serta memengaruhi kandungan klorofil dan karotenoid. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman dengan diameter batang yang lebih besar cenderung menghasilkan tongkol yang lebih besar dan lebih berat, baik dengan maupun tanpa kelobot. Diameter batang dan tanaman yang lebih tinggi nyata meningkatkan hasil jagung [22].

### ***Pengaruh Naungan terhadap Karakter Fisiologi***

Tanaman jagung yang ditanam tanpa naungan (0%) memiliki karakter fisiologi seperti konsentrasi klorofil a, klorofil b, karoten dan total klorofil lebih tinggi dibanding naungan 50% dan 75%, namun tidak berbedanya nyata pada tingkat naungan 25%. Semakin tinggi tingkat naungan karakter fisiologi jagung manis semakin menurun seperti disajikan pada Tabel 4. Stres akibat naungan pada tingkat naungan 60% mengurangi hasil panen jagung manis, dan mengalami peningkatan klorofil serta mengurangi luas dan tinggi daun dibandingkan dengan tanaman yang mendapat sinar matahari penuh [23]. Produksi karoten, pigmen penting dalam fotosintesis, berpengaruh negatif terhadap intensitas cahaya di bawah naungan. Sedangkan trikoma menunjukkan nilai yang relatif stabil pada berbagai kondisi naungan. Trikoma tidak terpengaruh secara signifikan oleh naungan yang menunjukkan adaptasi fisik bersifat konstan di berbagai kondisi cahaya.

Kemampuan mempertahankan karakter morfologi fisiologi dan hasil yang lebih baik, maka genotip Paragon, Eksotik, Talenta, dan Golden Boy dianggap sebagai kandidat unggul pada kondisi naungan dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4. Genotip ini memiliki kemampuan adaptasi yang kuat terhadap berbagai tingkat naungan. Hal ini mengindikasikan bahwa genotip ini dapat menjadi kandidat unggul untuk kondisi naungan yang berbeda. Tanaman jagung mengurangi produksi klorofil saat terkena naungan, hal ini merupakan bentuk respons adaptif, karena dengan tingkat naungan yang tinggi, tanaman menerima cahaya lebih sedikit, karena itu membutuhkan lebih sedikit klorofil untuk fotosintesis [15]. Kebalikannya genotip F1 SB7-3 x SM12-2 dan F1 SM7-3 x SM12-2 cenderung memiliki nilai klorofil a, klorofil b, dan karoten yang lebih rendah, menandakan tanaman kurang beradaptasi dengan baik dalam kondisi tingkat naungan tinggi. Naungan yang lebih tinggi pada tanaman jagung umumnya menurunkan kandungan klorofil a, klorofil b, karoten, dan total klorofil, yang berdampak negatif pada performa fisiologi tanaman [15].

Tabel 4. Karakter Fisiologi pada Beberapa Genotip pada Naungan yang Berbeda

Naungan	Peubah Pengamatan				
	CHLA	CHLB	KAROTEN	TTLCHL	TRIKOMA
0%	2.05 <sup>a</sup>	0.59 <sup>ab</sup>	0.54 <sup>a</sup>	2.64 <sup>a</sup>	0.55 <sup>b</sup>
25%	1.99 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>	0.50 <sup>a</sup>	2.59 <sup>a</sup>	0.56 <sup>ab</sup>
50%	1.76 <sup>b</sup>	0.54 <sup>c</sup>	0.43 <sup>b</sup>	2.29 <sup>b</sup>	0.56 <sup>ab</sup>
75%	1.71 <sup>b</sup>	0.56 <sup>bc</sup>	0.41 <sup>b</sup>	2.28 <sup>b</sup>	0.62 <sup>a</sup>
<b>Genotip</b>					
F1 T10-3 x SM12-2	1.95 <sup>abcde</sup>	0.60 <sup>abcd</sup>	0.52 <sup>ab</sup>	2.55 <sup>abcde</sup>	0.58 <sup>cdefgh</sup>
F1 SM6-3 x SM12-2	1.91 <sup>abcde</sup>	0.58 <sup>abcd</sup>	0.49 <sup>abc</sup>	2.49 <sup>abcde</sup>	0.51 <sup>cdefgh</sup>
F1 SB5-1C x SM12-2	1.81 <sup>bcde</sup>	0.57 <sup>abcd</sup>	0.45 <sup>bcd</sup>	2.37 <sup>bcde</sup>	0.46 <sup>efgh</sup>
F1 T9-2 x SM12-2	1.72 <sup>cde</sup>	0.53 <sup>bcd</sup>	0.43 <sup>bcd</sup>	2.25 <sup>cde</sup>	0.53 <sup>cdefgh</sup>
F1 SM10-1 x SM12-2	2.02 <sup>abcd</sup>	0.60 <sup>abcd</sup>	0.53 <sup>ab</sup>	2.62 <sup>abcd</sup>	0.59 <sup>cdefgh</sup>
F1 T8-2A x SM12-2	1.83 <sup>bcde</sup>	0.54 <sup>bcd</sup>	0.45 <sup>bcd</sup>	2.37 <sup>bcde</sup>	0.57 <sup>cdefgh</sup>
F1 SB12-2 x SM12-2	1.61 <sup>de</sup>	0.49 <sup>d</sup>	0.38 <sup>cd</sup>	2.10 <sup>de</sup>	0.49 <sup>efgh</sup>
F1 SB9-2 x SM12-2	1.53 <sup>e</sup>	0.48 <sup>d</sup>	0.37 <sup>d</sup>	2.01 <sup>e</sup>	0.48 <sup>efgh</sup>
F1 SM7-3 x SM12-2	1.81 <sup>bcde</sup>	0.57 <sup>abcd</sup>	0.44 <sup>bcd</sup>	2.38 <sup>bcde</sup>	0.54 <sup>cdefgh</sup>
F1 T8-2B x SM12-2	1.83 <sup>bcde</sup>	0.55 <sup>bcd</sup>	0.45 <sup>bcd</sup>	2.38 <sup>bcde</sup>	0.53 <sup>cdefgh</sup>
F1 SM7-8 x SM12-2	1.81 <sup>bcde</sup>	0.55 <sup>bcd</sup>	0.45 <sup>bcd</sup>	2.35 <sup>bcde</sup>	0.67 <sup>bcde</sup>
F1 SM11-6 x SM12-2	1.92 <sup>abcde</sup>	0.57 <sup>abcd</sup>	0.50 <sup>ab</sup>	2.49 <sup>abcde</sup>	0.40 <sup>h</sup>
Ekstotik	2.18 <sup>ab</sup>	0.65 <sup>ab</sup>	0.53 <sup>ab</sup>	2.83 <sup>ab</sup>	0.71 <sup>bc</sup>
Paragon	2.30 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	2.99 <sup>a</sup>	0.71 <sup>bcd</sup>
Talenta	2.10 <sup>abc</sup>	0.65 <sup>ab</sup>	0.52 <sup>ab</sup>	2.75 <sup>abc</sup>	0.81 <sup>ab</sup>
Golden Boy	2.01 <sup>abcd</sup>	0.62 <sup>abc</sup>	0.48 <sup>abcd</sup>	2.63 <sup>abcd</sup>	1.02 <sup>a</sup>
F1 SM12-2 x T10-3	1.86 <sup>bcde</sup>	0.57 <sup>abcd</sup>	0.49 <sup>abc</sup>	2.44 <sup>abcde</sup>	0.45 <sup>fgh</sup>
F1 SM12-2 x SM6-3	1.88 <sup>abcde</sup>	0.58 <sup>abcd</sup>	0.49 <sup>abc</sup>	2.46 <sup>abcde</sup>	0.66 <sup>bcddef</sup>
F1 SM12-2 x SB5-1C	1.94 <sup>abcde</sup>	0.58 <sup>abcd</sup>	0.49 <sup>abc</sup>	2.52 <sup>abcde</sup>	0.51 <sup>cdefgh</sup>
F1 SM12-2 x T9-2	1.79 <sup>bcde</sup>	0.55 <sup>bcd</sup>	0.44 <sup>bcd</sup>	2.35 <sup>bcde</sup>	0.60 <sup>cdefgh</sup>
F1 SM12-2 x T8-2A	1.87 <sup>abcde</sup>	0.55 <sup>bcd</sup>	0.48 <sup>abcd</sup>	2.42 <sup>bcde</sup>	0.50 <sup>defgh</sup>
F1 SM12-2 x SB9-2	1.73 <sup>cde</sup>	0.51 <sup>cd</sup>	0.42 <sup>bcd</sup>	2.24 <sup>cde</sup>	0.41 <sup>gh</sup>
F1 SM12-2 x SM7-3	1.85 <sup>bcde</sup>	0.55 <sup>bcd</sup>	0.46 <sup>bcd</sup>	2.40 <sup>bcde</sup>	0.62 <sup>bcddefg</sup>
F1 SM12-2 x T8-2B	1.85 <sup>bcde</sup>	0.56 <sup>bcd</sup>	0.46 <sup>bcd</sup>	2.41 <sup>bcde</sup>	0.54 <sup>cdefgh</sup>
F1 SM12-2 x SM11-6	1.83 <sup>bcde</sup>	0.57 <sup>abcd</sup>	0.47 <sup>abcd</sup>	2.40 <sup>bcde</sup>	0.51 <sup>cdefgh</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji *BNJ* taraf 5%. \*CHL A= klorofil a, \*CHL B= klorofil b, \*TTL CHL= total klorofil.

Karoten berfungsi sebagai pigmen fotosintesis tambahan dan antioksidan, penting untuk melindungi tanaman dari stres akibat cahaya berlebih. Naungan yang lebih tinggi menyebabkan penurunan produksi karoten, menunjukkan bahwa tanaman mungkin memiliki perlindungan antioksidan yang lebih rendah dalam kondisi naungan tinggi [24]. Trikoma, struktur rambut kecil pada daun yang berfungsi untuk mengurangi kehilangan air dan melindungi dari herbivora, tidak menunjukkan penurunan yang signifikan akibat naungan. Artinya, mekanisme perlindungan fisik ini tidak terlalu dipengaruhi oleh intensitas cahaya.

Genotip seperti Talenta dan Paragon menunjukkan kemampuan yang lebih tinggi untuk beradaptasi dengan naungan karena mampu mempertahankan kandungan klorofil dan karoten yang lebih tinggi. Ini menunjukkan

bahwa genotip ini lebih efisien dalam menggunakan cahaya dalam kondisi yang terbatas, menjadikannya pilihan yang baik untuk penanaman di daerah dengan intensitas cahaya yang rendah. Genotip dengan nilai trikoma yang lebih tinggi, seperti F1 SB7-8 x SM12-2 lebih toleran terhadap kondisi lingkungan yang lebih ekstrim seperti kekeringan, meskipun produksi pigmen lebih rendah [15]. Sedangkan genotip ekstotik dan golden boy menjadi kandidat yang baik untuk lingkungan yang teduh atau untuk dikembangkan di area dengan naungan alami atau buatan yang tinggi. Sesuai dengan hasil penelitian [15], yang menyatakan bahwa sebagian besar genotip jagung hibrida yang diuji menunjukkan peningkatan produksi pada naungan 25%, sedangkan pada naungan 50%, dan 75%, menunjukkan penurunan produksi. Penurunan persentase naungan pada tanaman

jagung manis menyebabkan peningkatan hasil sebesar 11% per hektar dibandingkan dengan tanaman yang tidak tertekan [23].

Genotype jagung manis talenta, eksotik, golden boy, paragon, F1 SM12-2 x T10-3 merupakan lima genotip yang lebih tahan naungan, dimana toleran terhadap intensitas cahaya rendah dibanding genotip lain.

### KESIMPULAN

Penggunaan naungan pada budidaya tanaman jagung manis berpengaruh terhadap karakter morfologi, hasil, dan fisiologi tanaman jagung manis, dimana tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, diameter batang, panjang tongkol, diameter tongkol, bobot tongkol berkelobot, bobot tongkol tanpa kelobot, klorofil a, klorofil b, karoten, total klorofil, dan trikoma menunjukkan penurunan yang nyata dengan meningkatnya tingkat naungan. Karakter morfologi, fisiologi dan hasil tanaman jagung manis tanpa naungan lebih tinggi dibanding naungan 50% dan 75%, namun tidak berbeda nyata pada tingkat naungan 25%. Genotip jagung manis Talenta, Eksotik, Golden Boy, Paragon, F1 SM12-2 x T10-3 merupakan lima genotip yang lebih toleran terhadap intensitas cahaya rendah dibandingkan genotip lain.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siahaan, GF, Chozin, MA, Syukur, M, Ritonga, AW. 2022. Perbedaan Respon Pertumbuhan, Fisiologi dan Produksi 20 Genotip Cabai Rawit terhadap Berbagai Tingkat Naungan. *J. Agron. Indones. (Indonesian J. Agron.)*, Vol. **50** (1): 73–79
- [2] Baharuddin, R, Chozin, M. A. Chozin, Syukur, M. 2014. Toleransi 20 Genotip Tanaman Tomat terhadap Naungan (Shade Tolerance of 20 Genotypes of Tomato ( *Lycopersicon esculentum* Mill )),” *J. Agron. Indones.*, Vol. **42** (2): 132–137
- [3] Ritonga, AW, Chozin, MA, Syukur, M, Maharijaya, A, Sobir. 2019. Heritability, Correlation, and Path Analysis on Various Characters of Tomato (*Solanum lycopersicum*) under Shading and Normal Condition,” *J. Hortik. Indones.*, Vol. **10** (2): 85–93
- [4] Sulistyowati, D, Chozin, MA, Syukur, M, Melati, M, Guntoro, M. 2019. Respon Karakter Morfo-Fisiologi Genotip Tomat Senang Naungan Pada Intensitas Cahaya Rendah (The Respon of Morpho-Physiological Characters of Loving-Shade Genotypes at Low Light Intensity),” *J. Hortik.*, Vol. **29** (1), p. 22
- [5] Andayani, NN, Riadi, M, Effendi, R, Azrai, M. 2019. Response of Three Way Cross Maize Genotypes to Low Light Intensity. *Inform. Pertan.*, Vol. **28** (1): 11–20
- [6] Alhidayah, D, Chozin, MA, Ritonga, AW. 2024. Pengaruh Naungan terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Genotip Cabai Rawit (*Capsicum annum* L.). *Bul. Agrohorti*, Vol. **12** (1): 40–51
- [7] Bennett, SJ, 1997. *A phenetic analysis and lateral key of the genus Lolium ( Gramineae )*. pp. 63–72
- [8] Chozin, MA, Sopandie, D, Sastrosumarjo, D, Suwarno, S. 1999. *Physiology and genetic of upland rice adaptation to shade. Final report of graduate team research grant, URGE Project*
- [9] Saha, S, Purkayastha, S, Ganguly, NKS, Das, S, Ganguly, S, Mahapatra, NS, Bhattacharya, S, Das, D, Saha, AK, Biswas, T, Bhattacharyya, PK, Bhattacharyya, S. 2022. Rice (*Oryza sativa*) alleviates photosynthesis and yield loss by limiting specific leaf weight under low light intensity. *Funct. Plant Biol.*, Vol. **50** (4): 267–276
- [10] Santoso, BB, Jayaputra. 2023, The Growth of Drumstick (*Moringa oleifera* Lam.) Seedling under Artificial Shade and their Early Growth after Transplanting. *Univers. J. Agric. Res.*, Vol. **11** (3): 643–650
- [11] Suminarti, NE, Sebayang, HT, Maghfoer, MD, Bulan. 2023. Effect of para-net shade level on plant microenvironment, growth, and yield of three strawberry varieties. *Biodiversitas*, Vol. **24** (4): 2149–2155
- [12] Kiswanto, Indradewa, D, Putra, E. 2012. Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays* L.), Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.), dan Jahe (*Zingiber officinale* var. *officinale*) pada Sistem Agroforestri Jati di Zona Ledok Wonosari, Gunung Kidul



- Vegetalika*, Vol. **1** (3):1–17
- [13] Sulistyowati, D, Chozin, MA, Syukur M, Melati, M, Guntoro, D. 2016. Selection of shade-tolerant tomato genotypes. *Journal of Applied Horticulture*, Vol. **18** (2): 154-159
- [14] Malaviya, DR, Baig,MJ, Kumar,B, Kaushal, P. 2020. Effects of shade on Guinea grass genotypes megathyrus maximus (Poales: Poaceae). *Rev. Biol. Trop.*, Vol. **68** (2): 563–572
- [15] Susanti, ED, Chozin, MA, Ritonga, AW, Sulistyowati, D. 2023. Identification of Morpho-Physiological and Yield Traits of Sweet Corn Hybrids at Various Shade Levels. *Caraka Tani J. Sustain. Agric.*, Vol. **38** (2): 327–338
- [16] Utari, VF, Chozin, MA, Hapsari, DP, Ritonga, AW. 2023. Morphophysiological responses and tolerance of various sweet corn (*Zea mays* convar. *saccharata*) hybrids to shade stress,” *Biodiversitas*, Vol. **24** (8): 4438–4447
- [17] Jauhari, S, Praptana, RH, Samijan, Setiapermas, MN. 2021. The growth and yield of hybrid maize on shaded agroecosystem. *E3S Web Conf.*, Vol. **306**: 1–8
- [18] Quan, Q, He, N, Zhang, R, Wang, J, Luo, Y, Ma, F, Pan, J., Wang, R, Liu, C, Zhang, J, Wang, Y, Song, B, Li, Z, Zhou, Q, Yu, G, Niu, S. 2024. Plant height as an indicator for alpine carbon sequestration and ecosystem response to warming. *Nat. Plants* , Vol. **10** (6): 890–900
- [19] Li, H, Liu, Z, Chen, Y, Zhang, X, Chen, D, Chen, Y. 2022. A positive correlation between seed cotton yield and high-efficiency leaf area index in directly seeded short-season cotton after wheat. *F. Crop. Res.*, Vol. **285**
- [20] Jiang, F, Cadotte, MW, Jin, G. 2022. *Size- and environment-driven seedling survival and growth are mediated by leaf functional traits*. *Proc Biol Sci.* 2022: 8–12
- [21] Xiang, S, Liu, Y, Fang, F, Wu, N, Sun, S. 2009. Stem architectural effect on leaf size, leaf number, and leaf mass fraction in plant twigs of woody species. *Int. J. Plant Sci.*, Vol. **170** (8): 999–1008
- [22] Kelly, J, Crain, JL, Raun, WR. 2015. By-Plant Prediction of Corn (*Zea mays* L.) Grain Yield using Height and Stalk Diameter. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, Vol. **46** (5): 564–575
- [23] Clay, SA, Clay, DE, Horvath, DP, Pullis, J, Carlson, CG, Hansen, Reicks, G. 2009. Corn response to competition: Growth alteration vs. yield limiting factors. *Agron. J.*, Vol. **101** (6): 1522–1529
- [24] Caferri, R, Guardini, Z, Bassi, R, Dall’Osto, L. 2022. Assessing photoprotective functions of carotenoids in photosynthetic systems of plants and green algae. *Methods Enzymol.* Vol. **674**:53-84