

Perbedaan Respon Pertumbuhan, Fisiologi dan Produksi 20 Genotipe Cabai Rawit terhadap Berbagai Tingkat Naungan

Differences in Growth, Physiological and Production Responses of 20 Chilli Genotypes to Various Shade Levels

Gretty Febriola Siahaan¹, Muhamad Achmad Chozin^{2*}, Muhamad Syukur², dan Arya Widura Ritonga²

¹Program Studi Agronomi dan Hortikultura, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(IPB University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 9 Desember 2021/Disetujui 25 Maret 2022

ABSTRACT

*The main limiting factor affecting chili production is low light stress. Until recently, there have not been many reports of superior varieties of chili tolerant to low light. The aim of this study was to understand the difference of growth, physiology, and production responses of 20 chili genotypes under shading conditions. This study was conducted at Cikabayan Experimental Station of IPB University from October 2020 to April 2021. The experiment was arranged in a randomized complete block design. The shade factor consisted of four levels, namely 0, 25, 50, and 75%. The chili genotype response to 50% shade showed greater diversity compared to other shade levels. Based on genotype grouping, *C. frutescens* species had more shade-loving genotypes than *C. annuum* species. Fifty-percent shade increased plant height, number of leaves, and leaf area in all genotype groups. The shade-loving genotype group had the highest increase in morphological characters. The number of fruits per plant, weight per fruit, and total fruit weight per plant significantly decreased in the shade sensitive and moderate genotype groups. These three variables were significantly higher in shaded conditions than without shade in shade-loving genotype group.*

Keywords: agroforestry, light, photosynthesis, pigment

ABSTRAK

*Salah satu faktor pembatas utama yang mempengaruhi produksi cabai rawit adalah cekaman cahaya rendah. Varietas unggul cabai toleran terhadap cahaya rendah sampai saat ini belum banyak dilaporkan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbedaan respon pertumbuhan, fisiologi, dan produksi 20 genotipe tanaman cabai rawit terhadap intensitas cahaya rendah. Penelitian ini dilaksanakan pada Oktober 2020 - April 2021 di Kebun Percobaan Cikabayan IPB. Penelitian ini disusun dalam rancangan kelompok lengkap teracak. Faktor naungan terdiri atas 4 taraf, yaitu 0, 25, 50, dan 75%. Respon genotipe cabai rawit terhadap naungan 50% menunjukkan keragaman yang lebih besar daripada tingkat naungan lainnya. Berdasarkan pengelompokan genotipe, spesies *C. frutescens* memiliki genotipe senang naungan lebih banyak dibanding dengan spesies *C. annuum*. Pemberian naungan 50% meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun pada semua kelompok genotipe. Kelompok genotipe senang naungan memberikan peningkatan tertinggi pada karakter morfologi. Jumlah buah per tanaman, bobot per buah dan total bobot buah per tanaman secara nyata turun pada kelompok genotipe peka dan moderat naungan. Ketiga peubah tersebut lebih tinggi secara signifikan pada kondisi naungan daripada tanpa naungan pada kelompok genotipe senang naungan.*

Kata kunci: agroforestri, cahaya, fotosintesis, pigmen

PENDAHULUAN

Cabai rawit (*C. annuum* dan *C. frutescens*) adalah komoditas hortikultura yang banyak diusahakan secara komersial dan mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Pada

tahun 2019 produksi cabai rawit mengalami peningkatan dibanding dengan tahun 2018 yaitu dari 1.33 juta ton ha⁻¹ menjadi 1.37 juta ton ha⁻¹ (BPS, 2019). Dua faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan dan kenaikan produksi adalah luas panen dan produktivitas tanaman. Pada tahun 2019 produktivitas cabai rawit 8.23 ton ha⁻¹ mengalami sedikit peningkatan dibanding dengan tahun 2018, akan

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: ma_chozin@yahoo.com

tetapi mengalami penurunan pada luas panen. Pada tahun 2018 luas panen cabai rawit 172 ribu ha dan menurun menjadi 166 ribu ha pada tahun 2019. Peningkatan konversi lahan, dimana areal lahan pertanian beralih fungsi menjadi lahan non pertanian banyak terjadi sehingga ekspansi lahan perlu dilakukan ke lahan alternatif. Salah satu solusinya adalah dengan sistem agroforestri dimana tanaman kehutanan, perkebunan, maupun pekarangan dapat dijadikan alternatif untuk pengembangan budidaya cabai rawit di dalam satu areal lahan. Tanaman cabai rawit memiliki potensi untuk dikembangkan pada sistem pertanaman berganda sebagai tanaman sela di bawah tegakan pohon, karena pada naungan 40% tanaman cabai rawit menghasilkan produksi lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi lahan terbuka atau tanpa naungan (Lopez-Marin *et al.*, 2012; Masabni *et al.*, 2016).

Radiasi matahari yang sangat tinggi selama musim panas menghasilkan beban cahaya dan panas berlebihan pada daun dan buah cabai rawit sehingga memiliki dampak negatif bagi pertumbuhan dan hasil tanaman yang berdampak pada produktivitas tanaman cabai (Lopez-Marin *et al.*, 2011). Beberapa penelitian menunjukkan intensitas cahaya rendah menyebabkan penurunan produksi pada tanaman padi (Soverda, 2011), kedelai (Zhang *et al.*, 2011; Hartoyo *et al.*, 2014) dan tomat (Kitta *et al.*, 2012; Masabni *et al.*, 2016). Beberapa genotipe tomat menunjukkan pertumbuhan dan produksi lebih baik pada naungan 50%, sehingga dikelompokkan menjadi kelompok genotipe senang naungan (Baharuddin *et al.*, 2014; Sulistyowati *et al.*, 2016). Respon tanaman cabai rawit terhadap intensitas cahaya belum banyak dilaporkan namun terdapat informasi bahwa cabai rawit Bhaskara memiliki produksi dan pertumbuhan yang optimal ditanam pada naungan 20% (Dewi *et al.*, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan respon pertumbuhan, fisiologi dan produksi 20 genotipe tanaman cabai rawit terhadap intensitas cahaya rendah.

BAHAN DAN METODE

Bahan genetik yang digunakan adalah 20 genotipe cabai rawit koleksi bagian Genetika dan Pemuliaan Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB. Bahan lain yang digunakan adalah pupuk kandang, pupuk anorganik NPK mutiara (16-16-16) dan bahan insektisida dan fungisida terdiri dari profenos 500 g L⁻¹, karbofuran 3%, propineb 70% dan abamectin 18 g L⁻¹.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2020 sampai dengan April 2021 di Kebun Percobaan Cikabayan IPB. Penelitian laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Mikroteknik dan Laboratorium Pascapanen Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB. Penelitian ini menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak dengan tiga ulangan. Faktor yang diuji yaitu taraf naungan dan genotipe cabai rawit. Faktor naungan terdiri atas 4 taraf yaitu naungan 0, 25, 50, dan 75%. Faktor genotipe cabai rawit terdiri atas 20 genotipe yaitu terbagi atas 2 spesies cabai rawit (*C. annuum* dan *C. frutescens*). Kelompok *Capsicum annuum* terdiri atas F10.145291-10-7-1-1-1-2-3-6 (G1), F10.145291-115-8-1-1-1-4k (G2), F10.160291-3-12-5-51-1-1-2-2-1 (G3), F8.145291-14-9-3-12-1 (G4), F10.145174-9-7-1-5-3-1-

2-5 (G5), Harita (G6), Genie (G7), Bara (G8), Pelita (G9) dan Lentera (G10). Kelompok *Capsicum frutescens* terdiri atas F9.285290-6-10-1-1-1-1B (G11), F8.285290-290-2-1-2-1 (G12), F8.285290-290-9-1-4-2-1 (G13), F8.285290-50-8-1-1-4-8 (G14), F8.285290-123-6-15-4-1-1 (G15), F7.321290-5-2-2-1-4B (G16), F9.321290-252-10-8-3(1)-B (G17), Bonita (G18), Cakra Putih (G19) dan Pulaipila Putih (G20).

Teknik pertama budidaya cabai rawit yang dilakukan yaitu melakukan persemaian benih cabai rawit di *tray* persemaian menggunakan campuran media tanam arang sekam dan pupuk kandang (1:1). Bangunan naungan terbuat dari bambu dengan tinggi 1.8 m di atas permukaan tanah dengan memasang paranet hitam dengan kerapatan naungan 25, 50, dan 75% pada semua sisi. Bangunan paranet diacak berdasarkan ulangan sehingga terdapat sembilan bangunan paranet ditambah tiga kondisi lahan tanpa naungan. Arah pemasangan dari timur ke barat supaya mendapatkan sinar matahari maksimum. Apabila bibit cabai rawit sudah berumur 4 MST atau sudah memiliki 4 daun dilakukan pindah tanam dengan jarak tanam 50 cm x 50 cm. Pemeliharaan tanaman cabai rawit dilakukan dengan penyiraman secara berkala, pemasangan ajir sebagai penopang tanaman, pewiwilan (pembuangan tunas air), pemupukan dan pengendalian hama dan penyakit tanaman. Pupuk yang digunakan yaitu NPK mutiara yang diaplikasikan setiap minggu sebanyak 10 g L⁻¹ sebanyak 250 mL per tanaman.

Karakter yang diamati pada percobaan ini meliputi karakter pertumbuhan, fisiologi dan kualitas hasil. Karakter pertumbuhan yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang dan luas daun. Karakter fisiologi yaitu klorofil a, b, antosianin, karotenoid, total klorofil, rasio a/b, laju fotosintesis, konduktansi stomata dan interseluler CO₂. Karakter kualitas hasil yaitu produksi per tanaman, jumlah buah, bobot per buah dan produksi buah per tanaman. Pengelompokan tingkat toleransi tanaman ditetapkan berdasarkan hasil penelitian Baharuddin *et al.*, (2014) yaitu menggunakan presentase produksi relatif tanaman. Berdasarkan produksi relatif genotipe cabai rawit dikelompokkan dengan kriteria: genotipe peka apabila produksi relatif <60%; genotipe moderat apabila produksi relative 60-80%; genotipe toleran apabila produksi relatif 80-100%; dan genotipe senang naungan apabila produksi relatif >100%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi lahan terbuka (tanpa naungan) 20 genotipe cabai rawit menunjukkan keragaman antar genotipe yang tinggi. Secara umum genotipe yang termasuk *C. annuum*, dengan tingkat produksi per tanaman 63.99-139.70 g, lebih rendah daripada genotipe *C. frutescens* (102.44-215.58 g) (Tabel 2). Produksi tertinggi untuk *C. annuum* terdapat pada genotipe G10 dan pada *C. frutescens* diperoleh pada G15. Varietas yang berbeda dari spesies yang sama dapat mentolerir suhu rendah dan intensitas cahaya berbeda (Deng *et al.*, 2011). Delapan dari sepuluh genotipe *C. annuum* menunjukkan peningkatan produksi pada naungan 25%, peningkatan tertinggi (201% dibandingkan dengan

kontrol) terjadi pada G2. Naungan 25% pada *C. frutescens*, menyebabkan lima dari sepuluh genotipe uji mengalami penurunan produksi buah per tanaman.

Hasil pengamatan iklim mikro di bawah naungan paranet, meliputi intensitas cahaya, suhu udara, dan kelembaban relatif disajikan pada Tabel 1. Naungan paranet menyebabkan intensitas cahaya dan suhu yang diterima tanaman berkurang sedangkan kelembaban relatif tinggi. Hal ini didukung dengan hasil penelitian Samanta dan Hazra (2019) yang menyatakan bahwa kondisi cekaman cahaya rendah pada cabai rawit akibat kondisi lingkungan ternaungi menurunkan intensitas cahaya lebih dari

50*1000 lux dan suhu 30-33 °C. Respon genotipe cabai rawit terhadap naungan 50% menunjukkan keragaman yang lebih besar. Sebelas genotipe mengalami penurunan (63-99%) dan sisanya sembilan genotipe mengalami peningkatan produksi buah per tanaman (122-172%) (Tabel 2). Berdasarkan metoda yang digunakan oleh Baharuddin *et al.*, (2014), sebaran genotipe cabai rawit berdasarkan responnya terhadap naungan dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan hanya satu genotipe, yaitu G17 (*C. frutescens*) yang termasuk ke dalam kelompok respon tanaman peka terhadap naungan, masing-masing lima genotipe termasuk moderat dan toleran naungan

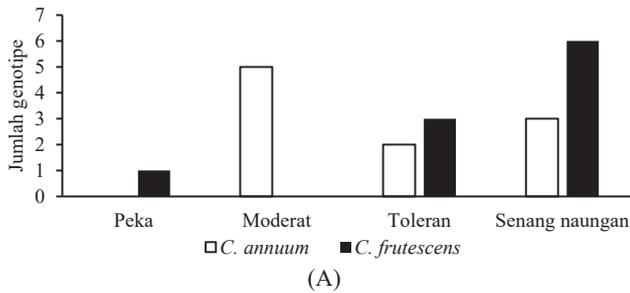
Tabel 1. Rata-rata iklim mikro pada empat taraf naungan

Peubah	Naungan			
	0%	25%	50%	75%
Intensitas cahaya (lux)	94,760	79,414	50,812	18,861
Suhu harian (°C)	35.65	34.40	32.33	28.58
Kelembaban (%)	52.68	55.47	60.46	63.85

Tabel 2. Produksi buah per tanaman 20 genotipe cabai rawit pada empat taraf naungan

Genotipe	Naungan			
	0%	25%	50%	75%
<i>C. annuum</i> g			
G1	63.99j	110.45cf (173)	90.82f (142)	28.73ghi (41)
G2	69.89j	140.83bf (201)	48.6g (70)	23.62ghi (32)
G3	116.41fi	115.29cf (99)	98.83f (85)	25.56eh (19)
G4	100.15gj	129.23bf (129)	111.1ef (111)	24.71ghi (21)
G5	75.64ij	111.35cf (147)	51.11g (68)	37.92efg (47)
G6	102.04gj	84.58ef (83)	99.83f (98)	19.35i (16)
G7	90.96hij	91.18f (100)	59.23g (65)	28.79ghi (29)
G8	69.49j	117.13cf (169)	99.13f (143)	22.50hi (28)
G9	121.83eh	144 bf (118)	89.63f (74)	31.57fi (24)
G10	139.70efg	153.04bf (173)	88.06f (63)	29.98fi (48)
<i>C. frutescens</i>				
G11	159.52cde	181.8abc (114)	241.15bc (151)	59.70c (35)
G12	191.88bc	157.59be (82)	264.2be (138)	31.47fi (15)
G13	146.63def	154.17bf (105)	252.23b (172)	32.08fi (20)
G14	215.58ab	152.38bf (71)	213.4d (99)	35.47fgh (11)
G15	244.48a	229.53a (94)	337.31a (138)	54.62cd (12)
G16	184.47bcd	192.54ab (104)	225.5cd (122)	76.88b (21)
G17	184.02bcd	153.88bf (84)	104.73e (57)	49.37cde (17)
G18	193.85bc	152.83bf (79)	224.47cd (116)	56.72cd (23)
G19	102.44gj	105.99def (103)	99.17f (97)	43.51def (37)
G20	211.75ab	178.47ad (84)	210.47d (99)	101.21a (30)

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada $\alpha = 5\%$. Angka di dalam kurung menunjukkan persentase relatif terhadap kontrol (tanpa naungan)



Peka	Moderat	Toleran	Senang naungan	
G17	G2	G3	G1	G13
	G5	G6	G4	G15
	G7	G14	G8	G16
	G9	G19	G11	G18
	G10	G20	G12	

Gambar 1. Grafik sebaran genotipe cabai rawit (A); genotipe pada masing-masing kelompok berdasarkan kelompok respon terhadap naungan (B)

dan sembilan genotipe yang terdiri atas tiga genotipe dari spesies *C. annuum* dan enam genotipe dari spesies *C. frutescens* termasuk kelompok respon senang naungan. Genotipe-genotipe tersebut tingkat produksinya lebih tinggi pada kondisi ternaungi dibandingkan dengan kondisi terbuka. Selain itu, khusus untuk genotipe dari *C. frutescens* mempunyai potensi hasil yang tinggi pada kondisi di dalam naungan. Hal ini menunjukkan *C. frutescens* merupakan spesies cabai rawit yang potensial untuk dikembangkan dalam *multiple cropping/system agroforestry*. Perkebunan pohon sengon, karet dan kelapa sawit dapat dimanfaatkan areal antara jarak tanaman satu dengan tanaman lainnya sebagai lahan penanaman cabai rawit khususnya jenis *C. frutescens* sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi sistem produksi tanaman. Produksi genotipe tomat senang naungan lebih tinggi apabila ditanam pada sistem tumpangsari atau *agroforestri* dan dijadikan sebagai *vegetables agroforestry* (Sulistiyowati *et al.*, 2019).

Pemberian naungan 50% dapat menurunkan suhu sehingga menurunkan respirasi, hal ini menyebabkan peningkatan produksi pada genotipe senang naungan. Penurunan tingkat respirasi mengakibatkan penurunan pembakaran karbohidrat sehingga pertumbuhan dan produksi terpenuhi pada buah cabai rawit. Tabel 1 memperlihatkan perlakuan naungan 50% menjadikan suhu harian lingkungan tanaman menjadi lebih rendah (32.3 °C) dibandingkan dengan kondisi terbuka (35.5 °C). Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian lain dimana kondisi naungan 50% pada padi, kedelai, tomat menghasilkan produksi yang lebih tinggi daripada tanpa naungan (Soverda, 2011; Shehata *et al.*, 2013; Hartoyo *et al.*, 2014; Masabni *et al.*, 2016).

Hasil penelitian pada karakter pertumbuhan disajikan pada Tabel 3. Naungan dan genotipe memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun. Naungan 50% menyebabkan meningkatnya tinggi tanaman, bertambahnya jumlah daun, meningkatnya luas daun secara nyata tetapi pada diameter batang tidak berbeda nyata dengan tanpa naungan. Tanaman mengalami perubahan morfologi untuk memaksimalkan penggunaan cahaya di bawah cahaya rendah (Khalid *et al.*, 2019). Tanaman paprika toleran naungan memiliki ruas yang lebih panjang, daun yang lebih besar dan lebih tipis dibandingkan dengan tanaman yang beradaptasi dengan cahaya yang tinggi (Ilic dan Fallik 2017). Tinggi tanaman pada kelompok genotipe peka mengalami peningkatan paling tinggi dibanding kelompok genotipe lainnya yaitu sebesar 127%, tetapi pada kondisi di lapangan, genotipe tersebut dari spesies *C. frutescens* mengalami etiolasi (G17). Peningkatan aktivitas produksi auksin dan giberelin akan menyebabkan pemanjangan batang sehingga terjadi etiolasi (Hamdani *et al.*, 2016). Respon adaptasi tersebut adalah salah satu strategi tanaman supaya genotipe toleran dan senang naungan mampu mempertahankan proses fotosintesis tetap tinggi melalui penyerapan cahaya yang lebih banyak ketika di bawah kondisi naungan (Sulistiyowati *et al.*, 2019). Perlakuan naungan meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun tanaman pada kelompok genotipe toleran naungan (Hartoyo *et al.*, 2014; Fan *et al.*, 2019; Sulistiyowati *et al.*, 2019).

Jumlah daun dan luas daun meningkat pada genotipe senang naungan dan toleran lebih tinggi dibandingkan peka saat ternaungi (Tabel 3). Kondisi cahaya rendah

Tabel 3. Perbandingan karakter pertumbuhan tanaman empat kelompok toleransi naungan pada 20 genotipe cabai rawit dalam kondisi tanpa naungan dan naungan 50%

Karakter	Peka		Moderat		Toleran		Senang naungan	
	0%	50%	0%	50%	0%	50%	0%	50%
TT	103.5a	131.4a	78.8b	93.6a	84.3b	104.1a	90.2b	114a
JD	121.3a	126.6a	197.2a	231.5a	177.3a	202.5a	142.1b	183a
DB	10.5a	11.4a	8.5a	8.5a	10.2a	9.8a	9.9a	10a
LD	72.5b	110.6a	29.7b	53.5a	53.4b	100.9a	61.1b	93a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kelompok toleransi naungan yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji kontras ($\alpha = 5\%$). TT = Tinggi tanaman; JD = Jumlah daun; DB = Diameter batang; LD = Luas daun

pada kelompok genotipe toleran dan senang naungan meningkatkan jumlah daun dan memperbesar luas daun sebagai organ fotosintesis, hal itu merupakan salah satu bentuk strategi tanaman beradaptasi terhadap cekaman defisit cahaya (Hartoyo *et al.*, 2014). Ilic dan Fallik (2017) mengemukakan naungan secara signifikan meningkatkan indeks luas daun (LAI) dibandingkan LAI pada tanpa naungan.

Pigmen fotosintesis dapat digunakan sebagai indikator tanaman toleran terhadap intensitas cahaya rendah. Tingkat naungan dan genotipe secara signifikan mempengaruhi kandungan pigmen daun (klorofil a, b, antosianin dan karotenoid), dan menurunkan nisbah klorofil a/b (Tabel 4). Genotipe senang naungan meningkatkan kandungan klorofil a dan b tertinggi dengan masing-masing 106.45% dan 127.08% pada naungan 50%. Peningkatan klorofil b lebih tinggi daripada klorofil a pada genotipe cabai rawit dalam kondisi ternaungi 50%. Rasio klorofil a/b pada genotipe senang naungan, mengalami penurunan yang lebih tinggi (7.36%) dibandingkan dengan genotipe toleran (2.34%), moderat (1.61%), dan peka (2.02%). Hal ini sesuai dengan penelitian kedelai Gongxuan toleran naungan yang mengalami peningkatan pigmen daun dan menurunkan rasio klorofil (Gong *et al.*, 2014). Persentase klorofil b yang lebih tinggi daripada klorofil a pada intensitas cahaya rendah berhubungan dengan tingginya ekspresi gen CAB (*Cholorophyll a/b binding protein*) yaitu gen yang terlibat pembentukan kompleks protein pemanen cahaya sehingga meningkatkan efisiensi fungsi antena fotosintesis pada *Light Harvesting Complex II* (LHCII) (Fan *et al.*, 2019). Klorofil b merupakan pigmen antena pemanen cahaya yang efisien dalam kondisi defisit cahaya dibanding dengan klorofil a. Peningkatan klorofil b pada kelompok senang naungan juga diakibatkan oleh sintesis klorofil a dengan bantuan enzim *chlorophyll a oxygenase* (CAO) (Sawicki *et al.*, 2018). Dengan demikian, tanaman dalam intensitas cahaya rendah akan beradaptasi dengan meningkatkan rasio klorofil b/a (Sunaryanti *et al.*, 2018).

Peubah laju fotosintesis, konduktansi stomata dan interseluler CO₂ menunjukkan bahwa naungan dan genotipe berpengaruh sangat nyata, tetapi tidak dipengaruhi oleh interaksi naungan dan genotipe. Laju fotosintesis mengalami penurunan pada semua kelompok genotipe dalam kondisi naungan 50%. Penurunan paling tinggi terdapat pada kelompok peka dan moderat naungan. Penurunan laju fotosintesis tidak menyebabkan penurunan produksi pada kelompok toleran maupun senang naungan, hal ini selain dari faktor fisiologi melainkan adanya faktor secara morfologi yang mendukung pertumbuhan dan produksi tetap tinggi salah satunya yaitu peningkatan pada jumlah daun. Daun merupakan organ tempat terjadinya fotosintesis, dimana dalam kondisi defisit cahaya kelompok genotipe toleran dan senang naungan mengadaptasikan diri dengan cara meningkatkan organ fotosintesis yaitu meningkatnya jumlah daun agar hasil asimilat genotipe senang naungan menjadi lebih tinggi dalam kondisi defisit cahaya. Masabni *et al.* (2016) mengemukakan bahwa cabai rawit yang tumbuh di bawah sinar matahari penuh memiliki laju fotosintesis tertinggi. Konduktansi stomata menunjukkan tingkat pertukaran gas yang diperlukan dalam proses fotosintesis. Genotipe cabai rawit toleran dan senang naungan mampu mempertahankan konduktansi stomata yang stabil pada tingkat naungan 50%. Sebaliknya, konduktansi stomata pada genotipe peka naungan menurun secara signifikan di bawah naungan 50% (Tabel 5).

Perbedaan nyata terlihat antara genotipe peka, moderat, toleran dan senang naungan terhadap peubah komponen hasil. Kelompok senang naungan menghasilkan peningkatan produksi buah per tanaman sedangkan pada kelompok peka nyata menurunkan produksi cabai rawit per tanaman (Tabel 5). Ukuran buah dan jumlah buah cabai rawit akan mempengaruhi produksi buah. Jumlah buah kelompok peka dan moderat mengalami penurunan pada naungan 50% sedangkan pada kelompok toleran dan senang naungan mengalami peningkatan (Tabel 5). Genotipe moderat pada komponen produksi buah per tanaman mengalami penurunan

Tabel 4. Perbandingan karakter fisiologi tanaman empat kelompok toleransi naungan pada 20 genotipe cabai rawit dalam kondisi tanpa naungan dan naungan 50%

Karakter	Peka naungan		Moderat		Toleran		Senang naungan	
	0%	50%	0%	50%	0%	50%	0%	50%
Klorofil a	1.4b	2.1a	1.3b	2.1a	1.3b	2.2a	1.2b	2.6a
Klorofil b	0.5b	0.9a	0.5b	0.9a	0.5b	1.0a	0.5b	1.1a
Antosianin	0.1a	0.2a	0.1a	0.1a	0.1a	0.2a	0.1a	0.3a
Karotenoid	0.5a	0.7a	0.5a	0.7a	0.5a	0.8a	0.5a	0.8a
Total klorofil	1.8b	3.0a	1.8b	3.1a	1.7b	3.1a	1.7b	3.6a
Rasio a/b	2.5a	2.4 a	2.5a	2.4a	2.6a	2.5a	2.6a	2.4a
Laju fotosintesis	29.3a	14.3b	29.3a	12.7b	29.5a	14.2b	29.4a	13.9b
Conduktansi stomata	0.5a	0.2b	0.4a	0.2b	0.4a	0.2b	0.4a	0.1b
Interseluler CO ₂	259.3a	212.7a	230.9a	230.7a	230.4a	211a	223.2a	192.2a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan pada kelompok toleransi naungan yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji kontras ($\alpha = 5\%$)

Tabel 5. Perbandingan komponen hasil empat kelompok toleransi naungan pada 20 genotipe cabai rawit dalam kondisi tanpa naungan dan naungan 50%

Karakter	Peka		Moderat		Toleran		Senang naungan	
	0%	50%	0%	50%	0%	50%	0%	50%
Jumlah buah	79.1a	74.7a	74.7a	54.8b	83.9a	80.7a	87.7b	103.5a
Bobot/buah	2.3a	1.7b	1.3a	1.4a	1.8a	1.6a	1.7a	2.0a
Total bobot	184.0a	128.0b	99.6a	67.3b	149.0a	144.0a	150.5b	205.5a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama dan pada kelompok toleransi naungan yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji kontras ($\alpha = 5\%$)

lebih tinggi dibanding dengan peka, hal ini berkaitan dengan bobot per buah yang dihasilkan. Naungan 50% mengalami penurunan bobot per buah pada kelompok peka, akan tetapi kelompok cabai rawit moderat, toleran dan senang naungan bobot per buah yang dihasilkan tidak berbeda nyata dengan tanpa naungan. Hal ini sesuai dengan penelitian Ritonga *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa karakter jumlah buah per tanaman memiliki pengaruh langsung yang tinggi dan positif terhadap bobot buah per tanaman melalui *fruit set* pada kondisi ternaungi. Naungan memiliki pengaruh terhadap karakter *fruit set* atau persentase keberhasilan pembentukan buah. Karakter jumlah buah per tanaman dan *fruit set* potensial dijadikan sebagai karakter seleksi untuk hasil tanaman tomat pada kondisi tanpa naungan dan naungan paranet 50%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya, bahwa kondisi lingkungan ternaungi produksi buah per tanaman genotipe cabai rawit dan tomat toleran naungan mengalami peningkatan dibandingkan dengan kelompok genotipe peka naungan (Shehata *et al.*, 2013; Baharuddin *et al.*, 2014; Masabni *et al.*, 2016; Ilic dan Fallik, 2017).

KESIMPULAN

Genotipe yang berasal dari *C. frutescens* lebih toleran terhadap naungan daripada genotipe *C. annuum* pada pemberian naungan 50%. Genotipe *C. frutescens* tetap menghasilkan produksi buah cabai rawit tinggi sampai tingkat naungan 50% sedangkan *C. annuum* hanya sampai pada tingkat naungan 25%. Pemberian naungan 75% menurunkan produksi pada semua kelompok genotipe. Dua puluh genotipe uji dapat dikelompokkan menjadi satu genotipe peka terhadap naungan; lima genotipe moderat, lima genotipe toleran dan sembilan genotipe senang naungan. Genotipe toleran dan senang naungan menghasilkan produksi buah per tanaman yang tinggi pada kondisi naungan 50% dipengaruhi oleh (1) faktor morfologi seperti tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun yang meningkat pada kondisi 50%, dan (2) faktor komponen hasil seperti meningkatnya jumlah buah yang dihasilkan per tanaman sehingga berpengaruh pada meningkatnya total bobot buah per tanaman. Genotipe senang naungan memiliki produksi yang lebih tinggi apabila ditanam pada lingkungan ternaungi, sehingga sangat cocok ditanam pada

sistem tumpangsari atau agroforestri. Genotipe tersebut pada kelompok spesies *C. frutescens* adalah F9.285290-6-10-1-1-1-1B (G11), F8.285290-290-2-1-2-1 (G12), F8.285290-290-9-1-4-2-1 (G13), F8.285290-123-6-15-4-1-1 (G15), F7.321290-5-2-2-1-4B (G16), Bonita (G18) sedangkan pada spesies *C. annuum* adalah F10.145291-10-7-1-1-1-2-3-6 (G1), F8.145291-14-9-3-12-1 (G4) dan Bara (G8).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi atas pendanaan Penelitian Program Flagship Prioritas Riset Nasional (nomor kontrak 001/E4.1/AK.04.PRN/2021).

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistika. 2019. Produksi Sayuran Indonesia 2019. <http://www.bps.go.id>. [21 Mei 2019].
- Baharuddin, R., M.A. Chozin, M. Syukur. 2014. Toleransi 20 genotipe tanaman tomat terhadap naungan. *J. Agron. Indonesia* 42:130-135. <https://doi.org/10.24831/jai.v42i2.8431>.
- Deng, H.B., F.L. Che, Y.H. Xiao, W.B. Tang, Y. Pan, Z.X. Liu, L.Y. Chen. 2011. Effects of low temperature stress during flowering period on pollen characters and flag leaf physiological and biochemical characteristics of rice. *Chin. J. Appl. Ecol.* 22:66-72.
- Dewi, N., E. Widaryanto, Y.B.S. Heddy. 2017. Pengaruh naungan pada pertumbuhan dan hasil tiga varietas cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *J. Produksi Tanaman* 5:1755-1761.
- Fan, Y., J. Chen, Z. Wang, T. Tan, S. Li, J. Li, B. Wang, J. Zhang, Y. Cheng, X. Wu, W. Yang, F. Yang. 2019. Soybean (*Glycine max* L. Merr.) seedlings response to shading: leaf structure, photosynthesis and proteomic analysis. *BMC Plant Biol.* 19:1-12.

- Gong, W., P. Qi, J. Du, X. Sun, X. Wu, C. Song, W. Liu, Y. Wu, X. Yu, T. Yong, X. Wang, F. Yang, Y. Yan, W. Yang. 2014. Transcriptome analysis of shade-induced inhibition on leaf size in relay intercropped soybean. *PLoS ONE* 9:98465.
- Hamdani, J.S., Sumadi, Y.R. Suriadinata, L. Martins. 2016. Pengaruh naungan dan zat pengatur tumbuh terhadap hasil tanaman kentang kultivar atlantik di dataran medium. *J. Agron. Indonesia* 44:33-39.
- Hartoyo, A.P.P., N. Wijayanto, S.W. Budi. 2014. Respon fisiologi dan produksi kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) toleran naungan berbasis agroforestri sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). *J. Silviculture Tropika*. 5:84-90.
- Ilic, S.Z., Fallik. 2017. Light quality manipulation improve vegetables quality at harvest and postharvest. A review. *Environ. Exp. Bot.* 139:79-90.
- Khalid, M.H.B., M.A. Raza, H.Q. Yu, F.A. Sun, Y.Y. Zhang, F.Z. Lu, L. Si, N. Iqbal, I. Khan, F.L. Fu, W.C. Li. 2019. Effect of shade treatments on morphology, photosynthetic and chlorophyll fluorescence characteristics of soybeans (*Glycine max* L. Merr.). *Appl. Ecol. Environ. Res.* 17:2551-2569.
- Kitta, C., N. Katsoulas, N. Rigakis, T. Bartzanas, E. Kitta. 2012. Effects on microclimate, crop production, and quality of a tomato crop grown under shade nets. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 87:7-12.
- Lopez-Marin, J., A. Galvez, A. Gonzalez. 2011. Effect of shade on quality of greenhouse peppers. *Acta Hort.* 893:895-900.
- Lopez-Marin, J., A. Galvez, A. Gonzalez, C. Egea-Gilabert, J.A. Fernandez. 2012. Effect of shade on yield, quality, and photosynthesis-related parameters of sweet pepper plants. *Acta Hort.* 956:545-552.
- Masabni, J., Y. Sun, G. Niu, P. D. Valle. 2016. Shade Effect on growth and productivity of tomato and chili pepper. *HortTechnology*. 26:344-350.
- Ritonga, A.W., M.A. Chozin, M. Syukur, A. Maharijaya, Sobir. 2019. Heritability, correlation, and path analysis on various characters of tomato (*Solanum lycopersicum*) under shading and normal condition. *J. Hort.* 10:85-93.
- Samanta, M., P. Hazra. 2019. Microclimate suitability for green and coloured sweet pepper hybrids in open and protected structures in sub-tropical humid climate of West Bengal. *J. Agrometeorology* 21:12-1.
- Sawicki, A., R.D. Willows, M. Chen. 2018. Spectral signatures of five hydroxymethyl chlorophyll a derivatives chemically derived from chlorophyll b or chlorophyll f. *Photosynthesis Res.* 140:115-127. Doi:10.1007/s11120-018-00611-8.
- Shehata, S., El-Sagheer, A.A. El-Helaly, M.A. Saleh, S.A. Abdallah. 2013. Shading effect on vegetative and fruit characters of tomato plant. *J. Appl. Sci. Res.* 9:1434-1437.
- Soverda, N. 2011. Studi karakteristik fisiologi fotosintetik tanaman kedelai toleran terhadap naungan. *J. Ilmu Pertanian Kultivar*. 5:42-52.
- Sulistiyowati, D., M.A. Chozin, M. Syukur, M. Melati, D. Guntoro. 2016. Karakter fotosintesis genotipe tomat senang naungan pada intensitas cahaya rendah. *J. Hort.* 26:181-188.
- Sulistiyowati, D., M.A. Chozin, M. Syukur, M. Melati, D. Guntoro. 2019. The responses of morpho-physiological characters of loving-shade genotypes at low light intensity. *J. Hort.* 29: 23-32.
- Sunaryanti, D., M.A. Chozin, S.A. Aziz. 2018. Growth analysis and physiological characteristics of several tomato genotypes under the low light intensity. *J. ISSAAS*. 24:129-140.
- Zhang, J., D.L. Smith, W. Liu, X. Chen, W. Yang. 2011. Effects of shade and drought stress on soybean hormones and yield of main-stem and branch. *African J. Biotech.* 10:14392-14398.