

Respon Fisiologis Kedelai [*Glycine max* (L.) Merr.] Varietas Grobogan terhadap Tingkat Naungan yang Berbeda

Physiological Responses of Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] Varieties Grobogan to Different Shade Levels

Andini Vermita BESTARI, Sri DARMANTI, Sarjana PARMAN

Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang, Semarang, Indonesia, 50275
Email: andinivermita@gmail.com

Abstract, The study aimed to analyze physiological responses of soybean varieties Grobogan to different shade levels, including changes in amount of leaf total protein content, photosynthetic pigments content, index stomata and stomata gap width and vegetative growth. The research was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) one factor, that is shading level with three treatments: no shading, 50% shade and 70% shade. Data were analyzed by ANOVA and continued by DMRT at 95% confidence level. The results showed that Soybean varieties Grobogan is able to adapt and survive under 50% and 70% shade. Varieties Grobogan responded to increased shade by increasing leaf total protein content and photosynthetic pigments content and decreasing index stomata and stomatal gap width. Shaded plants showing stunted vegetative growth, seen by decreased of leaf number, leaf area, leaf thickness, stem height, stem diameter, root length and plant weight.

Key words: leaf protein, photosynthetic pigment, stomata

Abstrak, Penelitian bertujuan menganalisis respon fisiologis kedelai varietas Grobogan terhadap tingkat naungan berbeda, meliputi perubahan kadar protein total daun, kadar pigmen fotosintetik, indeks stomata dan lebar celah stomata serta pertumbuhan vegetatif tanaman. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor berupa perbedaan tingkat naungan yaitu: tanpa naungan, naungan 50% dan naungan 70%. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedelai varietas Grobogan mampu beradaptasi dan bertahan hidup di bawah naungan 50% dan 70%. Kedelai varietas Grobogan merespon peningkatan taraf naungan dengan meningkatkan kadar protein total daun dan pigmen fotosintetik serta menurunkan indeks stomata dan lebar celah stomata. Tanaman ternaungi mengalami pertumbuhan vegetatif yang terhambat dilihat dari penurunan jumlah daun, luas daun, tebal daun, tinggi batang, diameter batang, panjang akar dan bobot tanaman.

Kata Kunci: pigmen fotosintetik, protein daun, stomata

PENDAHULUAN

Biji kedelai banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena kadar gizinya yang tinggi. Namun, tingginya konsumsi biji kedelai tidak diimbangi dengan peningkatan produksi. Menurut Badan Pusat Statistik, meski

meningkat 0,85% di tahun 2015, angka produksi biji kedelai belum dapat memenuhi kebutuhan konsumsi (Anonim, 2016b).

Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi kedelai adalah dengan mengoptimalkan penggunaan lahan, yaitu menjadikan kedelai sebagai tanaman sela dalam

sistem tanam tumpang sari di area perkebunan. Namun, kondisi ternaungi pada area tersebut menyebabkan intensitas cahaya yang diterima kedelai berkurang. Menurut Sundari dan Gatut (2012), tingkat naungan pada area perkebunan dapat mencapai hingga 50%.

Keadaan lingkungan dengan cahaya rendah menyebabkan perubahan fisiologi dan morfologi tumbuhan sebagai bentuk adaptasi. Salah satu respon fisiologis kedelai terhadap naungan adalah penurunan kadar protein total daun (Brouwer, *et al* 2012). Selain itu, menurut Pizarro dan Stange (2009), cahaya dapat mempengaruhi aktivitas gen yang meregulasi biosintesis klorofil a, klorofil b dan karotenoid.

Konduktansi stomata dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu cahaya, kelembaban udara, kadar CO₂ dan sinyal endogen. Suhu yang rendah dan kelembaban yang tinggi di tempat ternaungi dapat menyebabkan penurunan indeks stomata (Casson dan Gray, 2008).

Soverda (2009, 2012, 2013) telah mengevaluasi dan mengelompokkan beberapa varietas kedelai berdasarkan sifat toleransinya terhadap naungan. Varietas kedelai toleran dan peka naungan mengalami penurunan kadar protein daun saat ditanam di bawah naungan 50%. Varietas kedelai toleran naungan beradaptasi dengan mengalami peningkatan kadar klorofil a, klorofil b dan karotenoid, serta mengalami penurunan luas daun, tebal daun dan kerapatan stomata jika dibandingkan saat ditanam di lingkungan tidak ternaungi. Kedelai varietas Grobogan merupakan varietas unggul yang banyak ditanam oleh petani di daerah Jawa Tengah (Anonim, 2016a). Varietas Grobogan belum termasuk dalam varietas kedelai yang telah dievaluasi oleh (Soverda, 2009).

Berdasarkan acuan dari penelitian-penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk toleransi dari varietas Grobogan terhadap naungan 50% dan 70% dilihat dari respon fisiologis tanaman berupa: perubahan kadar protein daun, kadar pigmen

fotosintetik, indeks stomata dan lebar celah stomata serta perubahan pada proses pertumbuhan vegetatif tanaman yang diamati dari jumlah daun, luas daun, tebal daun, panjang batang, diameter batang, panjang akar dan bobot tanaman.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan Departemen Biologi Undip, dan Laboratorium Terpadu Undip Semarang, pada bulan April - Juni 2017. Bahan dan alat yang digunakan antara lain benih kedelai varietas Grobogan yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Malang; paranet 50% dan 70%; lux meter, thermo hygrometer, sentrifuge, spektrofotometer UV-Vis dan fotomikrograf.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor berupa perbedaan tingkat naungan yaitu: tanpa naungan (N0), naungan paranet 50% (N1) dan naungan paranet 70% (N2). Setiap perlakuan memiliki 5 ulangan.

Sebanyak 4 benih kedelai disemaikan pada *polybag* berukuran 30x30 cm. Bibit yang tumbuh diseleksi saat berumur 11 hari dan dipertahankan satu tanaman yang seragam dalam tiap *polybag*. Paranet 50% dan 70% dipasang dengan ketinggian 1,5 m dari tanah. Perlakuan dimulai saat tanaman berumur 12 HST sampai umur 30 HST.

Pengukuran Kadar Protein Daun:

Ekstraksi protein daun dilakukan berdasarkan metode Jiang dan Zhang (2002), yang telah dimodifikasi oleh Darmanti, dkk (2016). Sebanyak 0,3 gram daun digerus dan dicampurkan dengan 3 ml buffer sodium fosfat (50mM pH 7,8) yang mengandung 1 mM EDTA dan 2% polyvinylpyrrolidone (PVP). Larutan disentrifuge selama 20 menit dengan kecepatan 2700 rcf. Supernatan yang diperoleh adalah ekstrak protein daun.

Analisa kadar protein dilakukan berdasarkan metode Bradford, (1976). Sebanyak 0,1 ml ekstrak protein dilarutkan

dalam 5 ml reagen Bradford. Absorbansi larutan ditentukan pada panjang gelombang 595 nm. Kadar protein terlarut diperoleh dengan menggunakan persamaan matematik dari kurva standar Bovine Serum Albumin.

Pengukuran Kadar Pigmen Fotosintetik:

Pigmen diekstraksi menggunakan metode Yoshida *et al* (1976). Sebanyak 0,1 gram daun digerus dan ditambahkan 2 ml aseton 80%. Larutan disaring dengan kertas saring dan ditambahkan dengan aseton 80% hingga volumenya mencapai 10 ml. Nilai absorbansi ditentukan pada panjang gelombang 480 nm, 663 nm dan 645 nm. Kadar klorofil a, klorofil b dan karotenoid dihitung berdasarkan persamaan dari Yoshida *et al* (1976) dan Hendry & Grime (1993).

Penentuan Indeks dan Lebar Celah Pembukaan Stomata:

Cetakan stomata daun dibuat berdasarkan metode replika (Haryanti, 2010). Permukaan

bawah daun diolesi dengan kutek bening, dibiarkan mengering, kemudian ditempel dengan selotip. Pengambilan sampel dilakukan secara langsung pada pukul 09:00. Cetakan stomata diamati menggunakan fotomikrograf. Indeks stomata diukur dengan menghitung rasio antar jumlah stomata dengan jumlah seluruh sel yang terlihat pada bidang pandang seluas ±800.000 µm².

Pengamatan Parameter Pertumbuhan:

Pertumbuhan tanaman diamati melalui perubahan jumlah daun, luas daun, tebal daun, panjang batang, diameter batang, panjang akar, bobot segar & kering tajuk dan akar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran parameter lingkungan menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat naungan maka semakin rendah intensitas cahaya yang diterima tanaman. Penurunan intensitas cahaya diikuti dengan penurunan suhu dan peningkatan kelembaban udara.

Tabel 1. Intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara pada tiap perlakuan

Parameter	Perlakuan	Waktu Pengukuran			Rata-Rata Harian
		Pagi	Siang	Sore	
Intensitas Cahaya (lux)	N0	4261	6332.67	1583.33	4059
	N1	1821.67	2229.17	653.83	1568.22
	N2	649.17	795.50	157.33	534
Suhu (°C)	N0	29	32	31	31
	N1	28.8	33	31.2	31
	N2	28.67	32	30.3	30
Kelembaban (%)	N0	82	70	74	75.28
	N1	83	70.3	77.2	76.94
	N2	84	70.17	78.67	77.44

Keterangan: N0 = tanpa naungan, N1= naungan 50%, N2= naungan 70%

Tabel 2. Kadar protein, pigmen fotosintetik, indeks stomata dan lebar celah stomata daun kedelai varietas Grobogan pada tingkat naungan berbeda

Parameter	N0	N1	N2
Kadar Protein Daun ($\mu\text{g/ml}$)	14.64 ^b	14.42 ^b	22.15 ^a
Klorofil a (mg/g)	1.16 ^b	1.23 ^{ab}	1.31 ^a
Klorofil b (mg/g)	0.64 ^a	0.66 ^a	0.84 ^a
Klorofil total (mg/g)	1.8 ^a	1.89 ^a	2.15 ^a
Karotenoid ($\mu\text{mol/g}$)	462.75 ^a	477.76 ^a	526.67 ^a
Indeks Stomata	0.25 ^a	0.20 ^b	0.21 ^b
Lebar Celah Stomata (μm)	14.25 ^a	13.32 ^a	10.09 ^b

Keterangan: Angka dalam satu baris dengan huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa tanaman N1 memiliki kadar protein total daun terendah yaitu 14,42 $\mu\text{g/ml}$. Meski mengalami penurunan sebesar 1.5%, nilai protein total daun tanaman N1 tidak berbeda nyata secara statistik terhadap tanaman kontrol. Tanaman N2 memiliki kadar protein total daun tertinggi yaitu 22,15 $\mu\text{g/ml}$, mengalami peningkatan sebesar 51,3% dan berbeda nyata terhadap kadar protein total daun tanaman kontrol dan tanaman N1. Peningkatan kadar protein yang cukup tinggi pada daun tanaman N2 merupakan bentuk adaptasi terhadap rata-rata intensitas cahaya yang sangat rendah akibat naungan 70%. Hasil ini sesuai dengan penelitian Soverda, dkk (2012), dimana kedelai varietas Petek yang tergolong toleran naungan mengalami peningkatan kadar protein total daun sebesar 8.7% saat ditanam di bawah naungan 50%.

Peningkatan kadar protein total daun adalah upaya tanaman untuk meningkatkan kadar enzim agar metabolisme pada daun tetap berlangsung optimal. Salah satu enzim yang berperan penting dalam proses fotosintesis adalah ribulose-1, 5-biphosphate carboxylase (Rubisco). Enzim ini mengkatalis reaksi pengikatan CO_2 dan RuBP dalam Siklus Calvin. Enzim rubisco merupakan jenis protein

terbanyak yang terdapat di daun. Menurut Elizabete, *et al* (2015), rubisco menyusun 10-30% dari total nitrogen dan 30-50% dari total *soluble* protein pada daun tanaman C3. Diduga bahwa kadar rubisco tanaman kedelai varietas Grobogan ternaungi dapat meningkat seiring dengan peningkatan kadar protein total daun. Peningkatan enzim rubisco membantu tanaman untuk mengoptimalkan proses fiksasi karbon dalam fotosintesis.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa tanaman N1 mengalami peningkatan kadar klorofil a sebesar 6,03% dan klorofil b sebesar 3,12%, sementara tanaman N2 mengalami peningkatan kadar klorofil a sebesar 12,9% dan klorofil b sebesar 31,25%. Peningkatan yang cukup tinggi pada kadar klorofil a dan klorofil b menjadikan tanaman N2 memiliki kadar klorofil total tertinggi yaitu 2,15 mg/g. Kadar klorofil total tanaman N2 meningkat 19,4% dibanding tanaman kontrol. Peningkatan yang terjadi pada tanaman N2 lebih tinggi karena tanaman N2 menerima intensitas cahaya yang lebih rendah dibanding tanaman N1. Hasil ini sesuai dengan penelitian Anggraeni (2010), Soverda (2013), Haryoto, dkk (2014) dan Chairudin, dkk (2015), dimana varietas kedelai toleran naungan beradaptasi terhadap intensitas

cahaya rendah dengan cara meningkatkan kadar pigmen fotosintetik.

Tingginya peningkatan kadar klorofil b pada tanaman N2 disebabkan oleh aktivitas enzim Chlorophyllide a-Oxygenase (CAO) dalam mengkatalis konversi Chlorophyllide a membentuk klorofil b (Pattanayak *et al*, 2005). Peningkatan kadar klorofil b merupakan upaya untuk memperluas ukuran antena fotosistem II sehingga efektivitas penyerapan cahaya dapat meningkat (Sirait, 2008).

Kadar karotenoid tanaman N1 meningkat sebesar 3,24% sedangkan tanaman N2 meningkat sebesar 13,81%. Kadar karotenoid tertinggi dimiliki oleh tanaman N2 yaitu 526,67 µmol/g. Hasil ini sesuai dengan penelitian Haryoto dkk (2014) dimana tanaman kedelai ternaungi tidak hanya mengalami peningkatan kadar klorofil namun juga mengalami peningkatan kadar karotenoid. Peningkatan kadar karotenoid merupakan upaya untuk meningkatkan pemanenan cahaya. Selain itu, kadar karotenoid yang lebih tinggi pada tanaman N1 dan N2 juga dipengaruhi oleh rendahnya intensitas cahaya yang diterima tanaman sehingga proses foto-oksidasi yang terjadi cenderung lebih rendah dibanding pada tanaman kontrol. Menurut Pizarro & Stange (2009), saat intensitas cahaya meningkat maka foto-oksidasi juga akan meningkat dan menyebabkan karotenoid terdegradasi hingga tingkat tertentu. Ekspresi gen karotenogenik dapat menurun seiring dengan paparan cahaya intensitas tinggi dalam waktu lama.

Tanaman N0 memiliki indeks stomata tertinggi yaitu 0,25. Nilai tersebut berbeda nyata terhadap tanaman N1 dan N2. Tanaman N1 mengalami penurunan indeks stomata sebesar 20%, sementara tanaman N2

mengalami penurunan sebesar 16%, indeks stomata tanaman N1 dan N2 tidak berbeda nyata secara statistik. Hasil ini sesuai dengan penelitian Anggraeni (2010) dan Soverda (2013), dimana tanaman kedelai ternaungi menunjukkan penurunan kerapatan stomata. Menurut (Casson & Gray (2008), faktor lingkungan yang mengakibatkan penurunan indeks stomata adalah intensitas cahaya rendah, kelembaban udara rendah dan konsentrasi CO₂ yang tinggi. Lebar celah stomata tanaman N1 menurun sebesar 6,5% sedangkan tanaman N2 menurun sebesar 29,19%. Tanaman N2 memiliki lebar celah stomata terkecil yaitu 10,09 µm, berbeda nyata terhadap tanaman N0 dan N1.

Penurunan indeks dan lebar celah stomata berkaitan dengan regulasi proses transpirasi (Casson & Gray, 2008). Indeks stomata yang lebih rendah pada tanaman N1 dan N2 diakibatkan karena rendahnya intensitas cahaya yang diterima daun. Nilai lebar celah stomata yang rendah pada tanaman di bawah naungan 70% disebabkan oleh terhambatnya aliran ion K⁺ ke dalam sel penjaga. Sesuai pendapat Lakitan (2007), dimana masuknya ion K⁺ ke dalam sel penjaga dalam mekanisme pembukaan stomata diinduksi oleh keberadaan cahaya. Penurunan indeks dan lebar celah stomata pada tanaman N1 dan N2 dapat menurunkan laju transpirasi dan mempengaruhi proses fotosintesis terkait dengan kebutuhan tanaman akan CO₂.

Perubahan pada respon fisiologis dapat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman. Berikut merupakan hasil pengukuran respon pertumbuhan tanaman kedelai varietas Grobogan yang diberi tingkat naungan berbeda selama 18 hari perlakuan.

Bestari, Darmantri, Parman, Respon Fisiologis

Tabel 3. Jumlah daun, luas daun, tebal daun, panjang batang, diameter batang, panjang akar, bobot segar dan bobot kering tanaman kedelai varietas grobogan pada tingkat naungan berbeda

Parameter	N0	N1	N2
Jumlah daun	18.2 ^a	16.4 ^b	11 ^c
Luas daun (cm ²)	13.93 ^a	11.73 ^b	8.14 ^c

Tebal daun (μm)	517.73 ^a	435.58 ^a	412.54 ^a
Panjang batang (cm)	107 ^a	102.6 ^a	60.8 ^b
Diameter batang (cm)	0.68 ^a	0.34 ^b	0.34 ^b
Panjang akar (cm)	15 ^a	16.8 ^a	11.1 ^b
Bobot segar tajuk (g)	4.64 ^a	3.16 ^b	1.78 ^c
Bobot segar akar (g)	1.14 ^a	0.71 ^b	0.26 ^c
Bobot kering tajuk (g)	0.93 ^a	0.58 ^b	0.21 ^c
Bobot kering akar (g)	0.22 ^a	0.14 ^a	0.026 ^b

Keterangan: Angka dalam satu baris dengan huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%.

Jumlah daun tanaman N1 menurun sebesar 9,89% dan tanaman N2 menurun sebesar 39,5% dibanding dengan jumlah daun tanaman kontrol. Hal ini sesuai dengan penelitian Anggraeni (2010), Sundari dan Gatut (2012), Haryoto dkk (2014), dan Chairudin, dkk (2015), dimana intensitas cahaya rendah menyebabkan respon berupa pengurangan jumlah daun pada kedelai ternaungi. Jumlah daun yang lebih sedikit pada tanaman ternaungi disebabkan karena kurangnya cahaya yang diperoleh tanaman sehingga proses fotosintesis dan pembentukan jaringan terganggu (Haryoto dkk, 2014).

Peningkatan luas daun merupakan upaya memaksimalkan penangkapan cahaya, saat luas daun meningkat maka laju asimilasinya akan naik dan mampu menghasilkan berat kering yang tinggi (Buntoro dkk, 2014). Hasil penelitian justru menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat naungan maka semakin rendah luas daun tanaman. Luas daun tanaman N1 menurun sebesar 15,79% dan tanaman N2 menurun sebesar 41,56%. Penelitian Chairudin, dkk (2015) menunjukkan bahwa beberapa varietas kedelai yang ternaungi mengalami peningkatan luas daun trifoliat, luas daun spesifik dan mengalami penurunan pada luas daun total. Penurunan luas daun juga terjadi pada penelitian Soverda (2013), dimana varietas Petek yang tergolong toleran naungan mengalami penurunan luas daun lebih kecil dibandingkan dengan penurunan yang terjadi pada varietas Jayawijaya yang peka naungan. Hal ini menunjukkan bahwa tiap varietas

kedelai memberikan respon yang berbeda terhadap perubahan luas daun saat ditanam di lingkungan ternaungi. Kedelai varietas Grobogan merespon peningkatan naungan dengan cara menurunkan luas daun tanaman.

Tabel 3 menunjukkan bahwa tanaman N1 mengalami penurunan tebal daun sebesar 15,86% dan tanaman N2 sebesar 20,32%. Tanaman N2 memiliki tebal daun terendah yaitu 412,54 μm . Meskipun menurun nilai tebal daun tanaman N0, N1 dan N2 tidak berbeda nyata berdasarkan uji statistika. Hasil ini sesuai dengan penelitian Anggraeni (2010), dimana tanaman kedelai di bawah naungan memiliki *Biospecies Vol. 11 No. 2, Juli 2018. Hal 53 - 62* yang terjadi dapat mencapai daun bagian bawah sehingga kemampuan melaksanakan fotosintesis menjadi lebih besar.

Perubahan morfologi dan anatomi daun merupakan upaya untuk meningkatkan penangkapan cahaya. Jumlah dan luas daun yang semakin menurun pada tanaman N1 dan N2 menunjukkan bahwa naungan berdampak negatif terhadap pertumbuhan daun kedelai varietas Grobogan. Tanaman N2 memiliki jumlah dan luas daun terendah, hal ini menyebabkan semakin rendahnya cahaya yang diterima sehingga dapat menurunkan laju fotosintesis pada tanaman.

Batang tanaman N1 mengalami penurunan panjang sebesar 4,1% dan penurunan diameter sebesar 50%. Meskipun menurun, panjang batang tanaman N1 tidak berbeda nyata terhadap tanaman kontrol. Tanaman N2 mengalami penurunan panjang

batang yang cukup tinggi yaitu 43,17% dan mengalami penurunan diameter batang sebesar 50%. Tanaman N2 memiliki nilai rata-rata diameter batang yang sama dengan diameter rata-rata tanaman N1, yaitu 0,34 cm. Diameter batang tanaman N1 dan N2 berbeda nyata terhadap tanaman kontrol.

Penelitian Anggraeni (2010) dan Sundari & Gatut (2012) menunjukkan bahwa umumnya tanaman kedelai akan mengalami peningkatan tinggi batang saat ditanam di lingkungan ternaungi. Sementara, hasil penelitian justru menunjukkan tanaman kedelai varietas Grobogan yang ternaungi tidak mengalami peningkatan tinggi batang, semakin tinggi tingkat naungan semakin pendek batang tanaman. Berdasarkan penelitian Chairudin, dkk (2015), kedelai varietas Grobogan yang ditanam di bawah naungan 50% memiliki tinggi batang sebesar 130,32 cm, tinggi batang meningkat sebesar 129,11% dibanding saat ditanam di lingkungan tidak ternaungi. Penurunan panjang batang kedelai varietas Grobogan dilaporkan terjadi pada hasil penelitian Haryoto dkk, (2014), dimana tinggi batang pada umur 8 MST adalah 59,98 cm, tinggi batang menurun menjadi 43,03 cm saat ditanam di bawah naungan tanaman Sengon dengan intensitas rata-rata 78,02 lux. Respon yang berbeda pada peningkatan dan penurunan tinggi batang varietas Grobogan diduga merupakan pengaruh dari perbedaan intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman. Intensitas cahaya yang berbeda dapat menyebabkan proses fotosintesis dan sumber energi yang dimiliki untuk pertumbuhan pada tanaman menjadi berbeda.

Naungan mengakibatkan tanaman N1 dan N2 mengalami penurunan diameter batang. Rendahnya nilai diameter batang menyebabkan tanaman cenderung tidak kokoh. Penurunan diameter batang yang terjadi sesuai dengan hasil penelitian Sundari & Gatut (2012), dimana peningkatan naungan mengakibatkan diameter batang kedelai semakin kecil. Hal ini mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi merambat dan tidak tegak.

Data yang diperoleh menunjukkan bahwa tanaman N2 memiliki akar terpendek dan berbeda nyata terhadap akar tanaman N0 dan N1. Panjang akar tanaman N2 adalah 11,1 cm, menurun sebesar 26% dibanding tanaman kontrol. Terhambatnya pertumbuhan akar diduga akibat kurangnya cahaya yang diterima sehingga terjadi penghambatan transport auksin menuju akar, selain itu berkurangnya laju fotosintesis yang terjadi pada tanaman menyebabkan kebutuhan sumber energi untuk pertumbuhan kurang terpenuhi. Menurut Yokawa *et al* (2014), cahaya yang diterima oleh fotoreseptor dapat mempengaruhi transport hormon auksin menuju akar, dengan adanya hormon auksin dan terpenuhinya kebutuhan sukrosa sebagai sumber energi, maka pertumbuhan akar dapat menjadi optimal.

Tanaman N1 mengalami penurunan bobot segar tajuk dan akar sebesar 31,8% dan 37,7%, sedangkan tanaman N2 mengalami penurunan sebesar 61,63% dan 77,2%. Penurunan bobot segar diikuti dengan penurunan bobot kering. Bobot kering tajuk dan akar tanaman N1 menurun sebesar 37,63% dan 36,36% sedangkan tanaman N2 menurun sebesar 77,41% dan 88,2%. Penurunan bobot tanaman ternaungi merupakan dampak akumulasi dari penurunan jumlah daun, luas daun, tebal daun, panjang batang, diameter batang dan panjang akar. Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan bahwa keadaan lingkungan dibawah naungan 50% menyebabkan penurunan pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai varietas Grobogan sebesar 31-37%, sedangkan keadaan di bawah naungan 70% menyebabkan penurunan lebih tinggi yang dapat mencapai 61-88% dibandingkan dengan pertumbuhan tanaman kontrol.

Hasil ini sesuai dengan penelitian Anggraeni (2010), Haryoto dkk (2014) dan Chairudin, dkk (2015) dimana seluruh varietas kedelai yang diujikan mengalami penurunan bobot segar dan kering saat ditanam di lingkungan ternaungi. Bobot tanaman merupakan hasil pengukuran nilai biomassa berupa senyawa organik yang disintesis dari senyawa anorganik terutama air dan CO₂ selama masa pertumbuhan. Penurunan bobot pada tanaman ternaungi disebabkan karena keterbatasan energi matahari yang diterima untuk proses fotosintesis, sehingga terjadi penurunan hasil sintesis senyawa organik oleh tanaman.

Pengurangan fotosintat pada keadaan intensitas cahaya rendah dapat dihubungkan dengan proses metabolisme dan fisiologi tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun kedelai varietas Grobogan dibawah naungan 70% memiliki kadar pigmen fotosintetik dan protein daun yang lebih tinggi. Menurut Kisman (2007), meskipun daun ternaungi memperlihatkan perkembangan grana yang lebih intensif, tetapi kapasitas transpor elektron yang terjadi antar fotosistem selama proses fotosintesis cenderung berkurang. Kapasitas transpor elektron yang lebih rendah dapat menyebabkan penurunan laju fotosintesis dan penurunan hasil fotosintat.

Kedelai varietas Grobogan yang tumbuh di bawah naungan 50% dan 70% mengalami pertumbuhan vegetatif yang terhambat, terlihat dari penurunan jumlah daun, luas daun, tebal daun, panjang batang, diameter batang, panjang akar dan bobot tanaman. Pertumbuhan yang terhambat diduga karena tanaman mengalami penurunan titik kompensasi cahaya. Keadaan lingkungan di bawah naungan 50% dan 70% dapat menyebabkan kadar CO₂ yang difiksasi tanaman berkurang akibat rendahnya indeks stomata dan lebar celah stomata daun. Intensitas cahaya yang sangat rendah dapat menyebabkan jumlah CO₂ dari proses respirasi melampaui jumlah CO₂ yang difiksasi oleh tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Brouwer *et al* (2012), tanaman *Arabidopsis thaliana* menunjukkan penurunan titik

kompensasi cahaya dan penurunan laju respirasi saat ditanam di lingkungan ternaungi. Tanaman kemudian mengembangkan kemampuan untuk tumbuh di bawah naungan dengan pertumbuhan yang lambat.

KESIMPULAN

Kedelai varietas Grobogan Varietas Grobogan mampu beradaptasi dan bertahan hidup dibawah naungan 50% dan 70%. Varietas Grobogan merespon peningkatan taraf naungan dengan meningkatkan kadar protein daun dan pigmen fotosintetik, menurunkan indeks dan lebar celah stomata, serta mengalami pertumbuhan vegetatif yang terhambat dilihat dari penurunan jumlah daun, luas daun, tebal daun, panjang batang, diameter batang, panjang akar dan bobot tanaman.

Biospecies Vol. 11 No. 2, Juli 2018. Hal 53 - 62

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, B. W. 2010. Studi Morfo-Anatomi dan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* (L) Merr.) pada Kondisi Cekaman Intensitas Cahaya Rendah. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Anonim. 2016a. Diskripsi varietas unggul kedelai 1918-2016. Malang: Balitkabi. Retrieved from balitkabi.litbang.pertanian.go.id
- Anonim. 2016b. Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai (Angka Sementara Tahun 2015). Jawa Timur: Badan Pusat Statistik.
- Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1-2), 248-254. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3)
- Brouwer, B., Ziolkowska, A., Bagard, M., & Keech, O. 2012. The impact of light intensity on shade-induced leaf

- senescence. *Plant, Cell and Environment*, 35, 1084–1098. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2011.02474.x>
- Buntoro, B. H., Rogomulyo, R., & Trisnowati, S. 2014. Pengaruh Takaran Pupuk Kandang dan Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Temu Putih (*Curcuma zedoaria* L.). *Vegetalika*, 3(4), 29–39.
- Casson, S., & Gray, J. E. 2008. Influence of environmental factors on stomatal development. *New Phytologist*, 178(1), 9–23. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.02351.x>
- Chairudin, Efendi, & Sabaruddin, D. 2015. Dampak naungan terhadap perubahan karakter agronomi dan morfo-fisiologi daun pada tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *J. Floratek*, 10, 26–35.
- Darmanti, S., Santosa, Dewi, K., & Hartanto Nugroho, L. 2016. Antioxidative defenses of soybean [*Glycine max* (L.) merr. cv. Grobogan] against purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) interference during drought stress. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 26(1), 225–232.
- Elizabete, C., Scales, J. C., Madgwick, P. J., & Parry, M. A. J. 2015. Optimizing Rubisco and its regulation for greater resource use efficiency. *Plant, Cell and Environment*, 38(9), 1817–1832. <https://doi.org/10.1111/pce.12425>
- Haryanti, S. 2010. Jumlah dan distribusi Stomata pada daun beberapa spesies tanaman Dikotil dan Monokotil. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 18(2), 21–28.
- Haryoto, A. P. P., Wijayanto, N., & Budi, W. S. 2014. Respon fisiologi dan produksi kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) toleran naungan berbasis agroforestri sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). *Jurnal Silvikultur Tropika*, 5(2), 84–90.
- Hendry, G. 1993. *Method in Comparative Plant Ecology: A Laboratory Manual*. London: Chapman and Hall.
- Jiang, M. 2002. Water stress-induced abscisic acid accumulation triggers the increased generation of reactive oxygen species and up-regulates the activities of antioxidant **Bestari, Darmantri, Parman, Respon Fisiologis** *Experimental Botany*, 55(12), 2701–2710. <https://doi.org/10.1093/jxb/erf090>
- Kisman. 2007. Analisis Genetik dan Molekuler Adaptasi Kedelai terhadap Intensitas Cahaya Rendah Berdasarkan Karakter Morfo-Fisiologi Daun. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Pattanayak, G. K., Biswal, A. K., Reddy, V. S., & Tripathy, B. C. 2005. Light-dependent regulation of chlorophyll b biosynthesis in chlorophyllide a oxygenase overexpressing tobacco plants. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 326(2), 466–471. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2004.11.049>
- Pizarro, L., & Stange, C. 2009. Light-dependent regulation of carotenoid biosynthesis in plants. *Ciencia E Investigacion Agraria*, 36(2), 143–162. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202009000200001>
- Sirait, J. 2008. Luas Daun, Kandungan Klorofil dan Laju Pertumbuhan Rumput pada Naungan dan Pemupukan yang Berbeda. *Jitv*, 13(2), 109–116.
- Soverda, N. 2009. Kajian dan implementasi karakter fisiologi fotosintetik tanaman kedelai toleran terhadap intensitas cahaya rendah: optimalisasi pemanfaatan lahan tegakan di Provinsi Jambi. Perpustakaan Universitas Indonesia.
- Soverda, N. 2012. Pengaruh Naungan terhadap Kandungan Nitrogen dan Protein Daun

serta Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai. *Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Jambi*, 1(1), 1–9.

Soverda, N.2013. Pewarisan Sifat Tanaman Kedelai (*Glycine max L . Merrill*) Toleran Terhadap Naungan Melalui Karakter Fisiologi Fotosintetik. *Jurnal Ilmu Pertanian KULTIVAR*, 7(1), 1–11.

Sundari, T.2012. Tingkat Adaptasi Beberapa Varietas Kedelai terhadap Naungan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 31(2), 124–130. Retrieved from

<http://pangan.litbang.deptan.go.id/files/08-pp022012.pdf>

Yokawa, K., Fasano, R., Kagenishi, T., & Baluska, F. 2014. Light as stress factor to plant roots -case of root halotropism. *Frontiers in Plant Science*, 5(December), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00718>

Yoshida, S. 1976. *Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice* (third). Manila: The International Rice Research Institute. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22067-8_9