

IV. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Pertumbuhan Tanaman

1. Pertambahan tinggi tanaman

Berdasarkan analisis sidik ragam diketahui bahwa pertambahan tinggi bunga matahari pada umur 36-46 HST menunjukkan adanya pengaruh nyata dari perlakuan yang diberikan (Lampiran 5). Rerata pertambahan tinggi tanaman pada berbagai intensitas cahaya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata pertambahan tinggi tanaman (cm) pada berbagai intensitas cahaya.

Perlakuan	Umur (HST)				
	6-16	16-26	26-36	36-46	46-56
Intensitas 100%	5,123a	13,700a	23,767a	38,567a	38,800a
Intensitas 75%	7,567a	15,717a	22,533a	33,057ab	37,723a
Intensitas 45%	7,677a	11,757a	14,157a	21,313b	32,170a

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata dari pengaruh perlakuan berdasar uji lanjut DMRT pada taraf kesalahan 5%. HST (Hari Setelah Tanam).

Intensitas cahaya yang berbeda tidak mempengaruhi pertambahan tinggi tanaman bunga matahari pada 10 hari pertama hingga ketiga. Hal ini menunjukkan pertambahan tinggi selama 30 hari itu tidak dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan. Intensitas cahaya yang berbeda berpengaruh nyata saat 10 hari keempat, dimana perlakuan terbaik pada Intensitas 100% dengan rerata pertambahan tinggi 38,567a cm perlakuan ini sama dengan perlakuan Intensitas 75% dengan rerata pertambahan tinggi tanaman 33,057ab cm. Perlakuan yang memberikan pengaruh terburuk pada pertambahan tinggi tanaman adalah Intensitas 45% dengan rerata pertambahan tinggi 21,313b cm, akan tetapi perlakuan ini sama dengan Intensitas 75%. Sementara 10 hari kelima

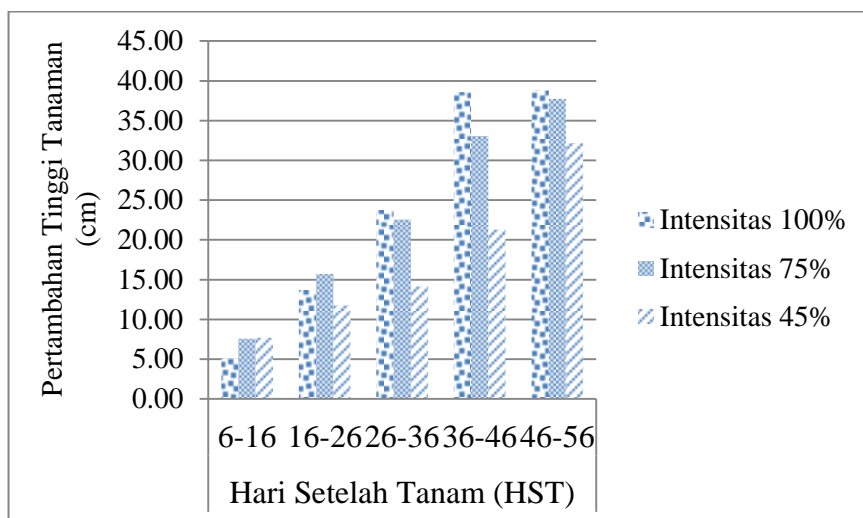
menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak mempengaruhi pertumbuhan tinggi bunga matahari.

Penyinaran yang kuat menurunkan aktivitas auksin dan mengurangi tinggi tanaman, menurunnya auksin disebabkan oleh terjadinya fotooksidasi auksin yang menyebabkan imobilisasi auksin, selain itu peroksida (H_2O_2) terbentuk akibat adanya oksigen (O_2) sehingga menghambat auksin (Gardner *dkk.*, 1991). Pada awal pertumbuhan bunga matahari diketahui bahwa perlakuan dengan pemberian intensitas cahaya rendah memberikan pengaruh pada pertumbuhan tinggi tanaman, dimana bunga matahari yang diberikan intensitas rendah pada 10 hari pertama memiliki rerata pertumbuhan tinggi lebih tinggi daripada bunga matahari yang diberikan intensitas tinggi (Gambar 1), akan tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata pada pertumbuhan tinggi tanaman. Pertumbuhan tinggi tanaman pada 10 hari kedua dan ketiga menggambarkan adaptasi yang dilakukan oleh bunga matahari, dimana rerata pertumbuhan tinggi masih didominasi oleh tanaman Intensitas 75% akan tetapi tanaman Intensitas 100% sudah mulai beradaptasi dengan lingkungan intensitas yang tinggi, sehingga pada 10 hari ketiga tanaman Intensitas 100% memiliki rerata yang lebih tinggi dibandingkan tanaman dengan Intensitas 75% (Gambar 1).

Khotimah (2007), menyatakan bahwa bunga matahari memiliki daerah adaptasi yang luas dan membutuhkan daerah yang panas dengan sinar matahari penuh. Akibat adaptasi selama 30 hari, pertumbuhan tinggi bunga matahari pada 10 hari keempat menunjukkan perilaku yang adaptif pada intensitas yang tinggi sehingga tanaman tanpa naungan memiliki pertumbuhan tinggi tanaman yang

nyata tingginya dibandingkan tanaman yang ternaungi pada Intensitas 45%, akan tetapi pada penambahan tinggi tanaman Intensitas 100% sama tingginya (tidak berbeda nyata) dengan penambahan tinggi tanaman pada Intensitas 75%.

Pertambahan tinggi tanaman merupakan salah satu bentuk pertumbuhan dan perkembangan dari tanaman, yakni proses terjadi pembelahan sel (peningkatan) dan pembesaran sel. Maka untuk dapat melakukan ini tanaman memerlukan sintesis protein yang merupakan hasil metabolisme. Pembelahan sel ini terjadi pada meristem interkalar atau dasar ruas (Gardner *dkk.*, 1991). Bunga matahari yang diberikan Intensitas 100% mengalami fase vegetatif yang lebih pendek lalu diikuti oleh bunga matahari dengan perlakuan Intensitas 75%. Pertambahan tinggi bunga matahari (Gambar 1) pada 10 hari kelima menunjukkan perlakuan Intensitas 100% sudah mengalami stagnan karena pertambahan tinggi yang sudah mulai menurun, begitu pula pada perlakuan Intensitas 75% mengalami pertambahan tinggi yang tidak meningkat drastis lagi, hal ini menunjukkan hampir selesainya fase vegetatif bunga matahari. Sharman (1942) dalam Gardner *dkk.*, (1991), menyatakan dengan meningkatnya kedewasaan, aktifitas meristem berpindah ke daerah basal dan kemudian berhenti. Akan tetapi pada perlakuan Intensitas 45% menunjukkan fase vegetatif baru akan memuncak dapat dilihat pada pertambahan tinggi yang meningkat. Akibat pemberian Intensitas 45% bunga matahari menjadi lebih lambat pertumbuhannya dibandingkan dengan Intensitas 100% dan pemberian Intensitas 75%, karena tidak mengoptimalkan fotosintesis bunga matahari sebagai tanaman C4.



Gambar 1. Pertambahan Tinggi Tanaman pada Intensitas Berbeda

2. Pertambahan jumlah daun

Pertambahan jumlah daun tanaman menunjukkan pengaruh nyata dari berbagai intensitas cahaya yang diberikan, yakni pada pertambahan pada umur 16-26 HST, pertambahan pada umur 26-36 HST, pertambahan pada umur 36-46 HST, pertambahan pada umur 46-56 HST, sedangkan pada pertambahan pada umur 6-16 HST menunjukkan perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh nyata berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 6). Rerata pertambahan jumlah daun bunga matahari pada berbagai intensitas cahaya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata pertambahan jumlah daun (helai) pada berbagai intensitas cahaya.

Perlakuan	Umur (HST)				
	6-16	16-26	26-36	36-46	46-56
Intensitas 100%	43,33a	19,89a	47,67a	73,11a	80,22a
Intensitas 75%	68,87a	18,61a	33,28a	46,94b	45,28b
Intensitas 45%	56,70a	7,33b	12,00b	31,44b	32,89b

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata dari pengaruh perlakuan berdasar uji lanjut DMRT pada taraf kesalahan 5%. HST (Hari Setelah Tanam).

Rerata pertambahan jumlah daun bunga matahari pada 10 hari pertama menunjukkan bahwa intensitas yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata. Pengaruh nyata pada pertambahan jumlah daun terjadi pada 10 hari kedua hingga kelima. Pada 10 hari kedua perlakuan terbaik terjadi pada Intensitas 100% dan Intensitas 75% dengan rerata pertambahan jumlah daun berurutan 19,890a helai dan 18,610a helai, perlakuan yang memberikan pertambahan jumlah daun terburuk yakni Intensitas 45% dengan rerata 7,333b helai. Hal yang sama terjadi pada 10 hari ketiga dimana Intensitas 100% dan Intensitas 75% memberikan pengaruh terbaik pada pertambahan jumlah daun dengan rerata berurutan 47,667a helai dan 33,280a helai. Perlakuan Intensitas 45% pada 10 hari ketiga memberikan pengaruh terburuk dari perlakuan lainnya dengan rerata 12,000b helai.

Daun merupakan organ penting dalam proses fotosintesis yang juga berpengaruh pada pertumbuhan tanaman secara tidak langsung. Menurut Mancinelli dan Rabino, (1978) dalam Fitter dan Hay (1992) kerapatan pengaliran atau intensitas berpengaruh utama pada proses yang menggunakan cahaya sebagai sumber energi yaitu fotosintesis. Pada perlakuan Intensitas 100% dan Intensitas 75% pertambahan jumlah daun sangat nyata perbedaannya dibandingkan dengan perlakuan Intensitas 45% pada 10 hari kedua dan ketiga karena bunga matahari merupakan golongan tanaman C4 dimana proses fotosintesis akan terjadi lebih baik pada sinar penuh karena kemampuan tanaman C4 untuk tetap dapat menyerap CO₂ bersamaan menutup stomata untuk mengurangi kehilangan air transpirasi pada saat suhu dan intensitas cahaya di lingkungan tinggi (Kimball,

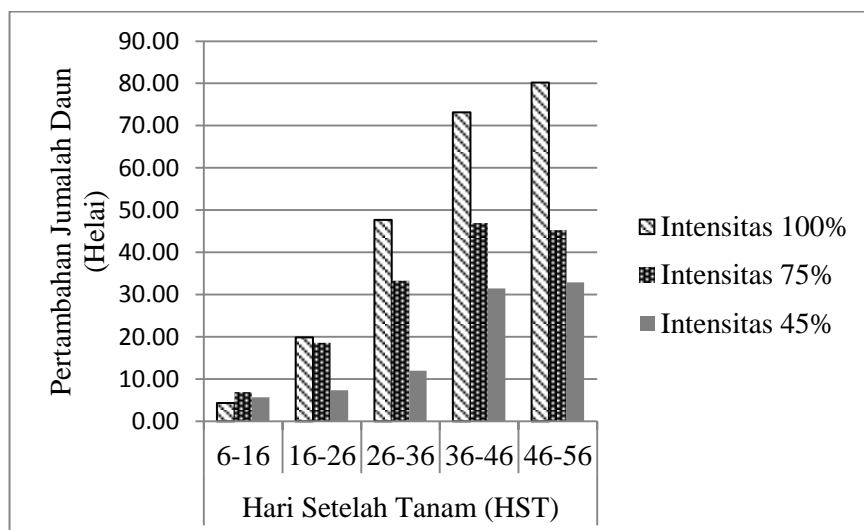
1983). Teori Blackman *dalam* Gardner *dkk.*, (1991), menyatakan bahwa cahaya dan karbondioksida dibutuhkan untuk fotosintesis, apabila salah satu menjadi terbatas maka akan terjadi pertumbuhan yang stagnan. Pada bunga matahari diberikan Intensitas 45% tidak mencukupi intensitas cahaya yang diperlukan dalam proses fotosintesis. Walaupun sebagai tanaman C4 bunga matahari mampu menyerap CO₂ dengan sistem ganda dimana penyerapan tetap berlangsung walaupun stomata tertutup, namun kurangnya intensitas sebagai energi utama dalam fotosintesis menjadi penyebab tidak optimalnya proses tersebut. Pada hal ini, bunga matahari tidak berhenti total seperti teori Blackman akan tetapi dapat tumbuh dengan beradaptasi, walaupun dalam keadaan tekanan intensitas rendah yang berat berdampak pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman kurang maksimal.

Pertambahan jumlah daun pada 10 hari keempat dan kelima menunjukkan perlakuan Intensitas 100% memberikan pengaruh nyata dimana perlakuan tanpa adanya naungan menjadi perlakuan terbaik dengan rerata pertambahan jumlah daun 73,113a helai pada 10 hari keempat dan 80,22a helai di 10 hari kelima. Sementara untuk perlakuan yang memberikan pengaruh paling rendah terhadap pertambahan jumlah daun 10 hari keempat dan kelima adalah Intensitas 75% dan Intensitas 45% dengan rerata berurut 46,943b helai pada 10 hari keempat dan 45,28b helai di10 hari kelima, dan 31,443b helai pada 10 hari keempat dan 32,89b helai di10 hari kelima. Intensitas cahaya lahan pasir pantai tropis khususnya Bugel, Kulonprogo, Yogyakarta merupakan cahaya yang baik bagi pertumbuhan bunga matahari dilihat pada pertambahan jumlah daun yang menunjukkan

pengaruh nyata dari perlakuan tanpa penanaman. Sebagai tanaman C4 yang menyukai intensitas yang tinggi bunga matahari mengalami pertumbuhan yang rendah pada perlakuan pemberian intensitas rendah. Pengurangan cahaya menyebabkan pembukaan stomata berkurang pada kebanyakan tumbuhan (Goldsworthy dan Fisher, 1992). Kemungkinan pada perlakuan Intensitas 75% dan Intensitas 45% menyebabkan penurunan pembukaan stomata dibandingkan dengan perlakuan tanpa naungan sehingga pada 10 hari keempat dan kelima merupakan peningkatan fase vegetatif secara signifikan (Gambar 2), karena aktifitas pembukaan stomata yang lebih sering akan memudahkan penyerapan CO² yang merupakan bahan utama fotosintesis, dengan keadaan pencahayaan yang mendukung, hal ini memacu laju fotosintesis tanaman bunga matahari. Peningkatan laju fotosintesis akan berdampak pada peningkatan hasil berupa pertumbuhan sel-sel lebih cepat dan penimbunan fotosintat lebih besar, sehingga pertambahan jumlah daun pada perlakuan Intensitas 100% lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan intensitas rendah.

Pada perlakuan Intensitas 75% yang pada 10 hari kedua dan ketiga memberikan pengaruh sama dengan perlakuan Intensitas 100%, akan tetapi pada 10 hari keempat dan kelima memberikan pengaruh berbeda nyata lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan Intensitas 100%, hal seperti ini dimungkinkan terjadi pada 10 hari kedua dan ketiga bunga matahari mengalami adaptasi intensitas rendah (penanaman) walaupun demikian pertumbuhan tetap berjalan maksimal, penurunan pertumbuhan terjadi ketika kebutuhan faktor-faktor pembatas seperti cahaya dan karbondioksida menurun sebab pengaruh pemberian intensitas rendah,

akibat seiring kebutuhan untuk berfotosintesis meningkat yang kurang terpenuhi hasil fotosintatpun berkurang, yang merupakan bahan pembelahan sel atau pertumbuhan, menyebabkan penambahan jumlah daun tidak semaksimal pada 10 hari sebelumnya. Laju fotosintesis yang meningkat dengan naiknya suhu tidak terjadi jika suplai CO₂ terbatas (Kimball, 1983). Pada hal ini suhu dapat mewakili peningkatan intensitas, karena peningkatan suhu berbanding lurus dengan peningkatan intensitas cahaya.



Gambar 2. Pertambahan Jumlah Daun pada Berbagai Intensitas

3. Luas daun

Luas daun bunga matahari berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 7) menunjukkan bahwa intensitas cahaya yang berbeda memberikan pengaruh nyata saat umur bunga matahari 46 HST. Rerata luas daun pada intensitas cahaya yang berbeda disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata luas daun pada berbagai intensitas cahaya.

Perlakuan	Luas Daun (cm ²)		
	26 HST	46 HST	61 HST
Intensitas 100%	870,0a	4924,7a	8975,0a
Intensitas 75%	1289,3a	5468,3a	5613,0a
Intensitas 45%	473,3a	2553,0b	5469,0a

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata dari pengaruh perlakuan berdasar uji lanjut DMRT pada taraf kesalahan 5%. HST (Hari Setelah Tanam).

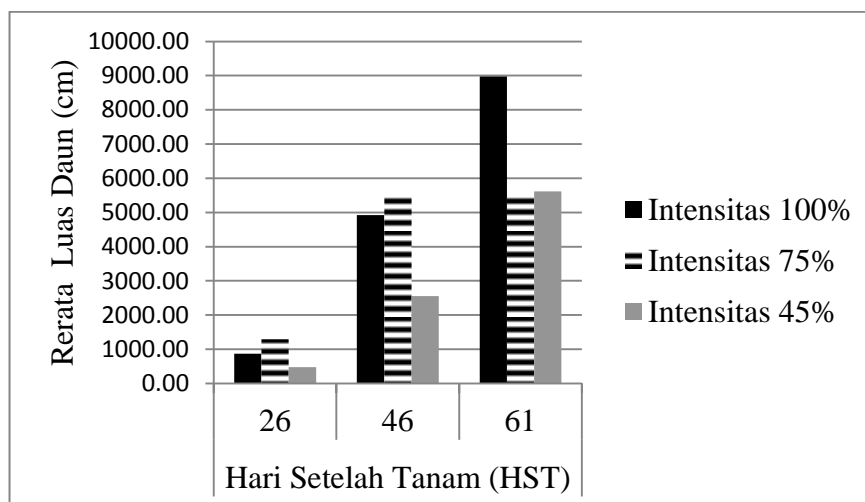
Fitter dan Hay (1992), menyatakan daun yang berada di bawah tekanan cahaya yang rendah mengalami peningkatan luas daun, untuk memperoleh satu permukaan lebih besar bagi absorpsi cahaya dan peningkatan kecepatan fotosintesis setiap unit energi cahaya dan luas daun. Sehingga perlakuan Intensitas 100% dan perlakuan Intensitas 75% menjadi perlakuan yang memberikan pengaruh yang sama nyata tinggi pada rerata luas daun bunga matahari umur 46 HST. Rerata dari kedua perlakuan secara berurut yakni, 4924,7a cm² dan 5468,3a cm².

Perlakuan yang memberikan pengaruh terburuk adalah Intensitas 45% dengan rerata 2553,0b cm², karena pada perlakuan ini tekanan cahaya rendah yang diberikan sangat berat sehingga tidak menimbulkan respon penambahan luas daun, tetapi penurunan laju fotosintesis yang menyebabkan pertumbuhan yang tidak maksimal dengan luas daun paling rendah. Perlakuan intensitas rendah yang diberikan pada bunga matahari tidak memaksimalkan potensi fotosintesis dan pertumbuhan sebagai golongan tanaman C4. Tanaman yang mampu tumbuh pada pencahayaan yang sangat berat mempunyai kecepatan pertumbuhan yang relatif rendah (Grime dan Hunt, 1975 *dalam* Fitter dan Hay, 1992).

Menurut Fitter dan Hay (1992), Morfologi daun mempengaruhi fotosintesis lewat faktor-faktor seperti difusi CO_2 , tetapi sangat dikendalikan oleh intensitas cahaya. Selain itu pengaturan temperatur dan keseimbangan air juga mempengaruhi fotosintesis lewat morfologi daun. Perbedaan umum di antara daun-daun yang terkena sinar matahari dan yang ternaungi dapat dijelaskan dalam kaitan neraca panas, sebab daun-daun yang besar dengan resistensi lapisan perbatasan yang lebih besar kurang peka terhadap pendinginan karena konveksi dan dapat mengalami kelebihan panas pada keadaan penyinaran matahari penuh (Vogel, 1968 *dalam* Fitter dan Hay, 1992). Gates (1968) *dalam* Fitter dan Hay (1992), menjelaskan bahwa pendinginan daun sebagian besar disebabkan karena penguapan air sebagai uap air melalui stomata, dan dikendalikan oleh faktor ukuran dan frekuensi bukaan stomata, juga keadaan lapisan batas dari atmosfer permukaan daun.

Pada perlakuan Intensitas 75% memungkinkan frekuensi bukaan stomata lebih cepat akibat bunga matahari yang sudah resisten terhadap naungan yang diberikan, karena naungan tidak begitu berat seperti pada perlakuan Intensitas 45%. Apabila lapisan batas merupakan lapisan yang terjadi turbulensi akibat angin maka penguapan akan lebih cepat (Fitter dan Hay, 1992). Seperti yang diketahui karakteristik lahan pasir pantai adalah kecepatan angin yang cukup tinggi sehingga memungkinkan terjadi turbulensi setiap harinya. Selain itu bersamaan dengan pembukaan stomata untuk mengeluarkan uap air, CO_2 juga merupakan gas yang bergerak akibat pembukaan stomata merupakan bahan baku untuk fotosintesis. Artinya perlakuan Intensitas 75% menjadikan bunga matahari

mengalami peningkatan laju fotosintesis yang mempengaruhi pertumbuhan organ-organ tanaman, khususnya pada luas daun. Luas daun yang berbeda ditampilkan (Gambar 3) pada umur 46 HST peningkatan pertumbuhan yang disebabkan perlakuan Intensitas 75% menghantarkan pada percepatan fase vegetative, sehingga pada umur 61 HST perlakuan mulai mengalami pertumbuhan yang stagnan. Perlakuan Intensitas 100% mengalami masa pertumbuhan dipercepat pada umur 61 HST namun demikian, hasil pertumbuhan ini tidak ada perbedaan nyata terhadap luas daun bunga matahari, begitu pula pada perlakuan Intensitas 45% yang memulai peningkatan pertumbuhan menunjukkan bahwa perlakuan ini masih dalam fase vegetatif dan belum maksimal.



Gambar 3. Rerata Luas Daun pada Berbagai Intensitas

4. Bobot segar dan bobot kering akar dan tajuk

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 8) intensitas cahaya yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap bobot segar dan bobot kering akar bunga matahari umur 46 HST dan 61 HST, namun pada umur 26 HST menunjukkan perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh nyata.

Sedangkan pada bobot segar dan bobot kering tajuk diketahui intensitas cahaya yang berbeda memberikan pengaruh nyata hanya pada umur 46 HST. Rerata bobot segar dan bobot kering tajuk bunga matahari pada berbagai intensitas cahaya dapat dilihat pada Tabel 5 dan rerata bobot segar dan bobot kering akar bunga matahari pada berbagai intensitas cahaya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata bobot segar akar dan bobot kering akar pada berbagai intensitas cahaya.

Perlakuan	Bobot Segar Akar (gram)			Bobot Kering Akar (gram)		
	26 HST	46 HST	61 HST	26HST	46 HST	61 HST
Intensitas 100%	10,44a	150,04a	309,01a	1,93a	14,04a	39,46a
Intensitas 75%	14,65a	205,12a	254,01a	1,84a	13,80a	18,50b
Intensitas 45%	4,81a	45,51b	112,76b	1,13a	4,31b	11,36b

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata dari pengaruh perlakuan berdasar uji lanjut DMRT pada taraf kesalahan 5%. HST (Hari Setelah Tanam).

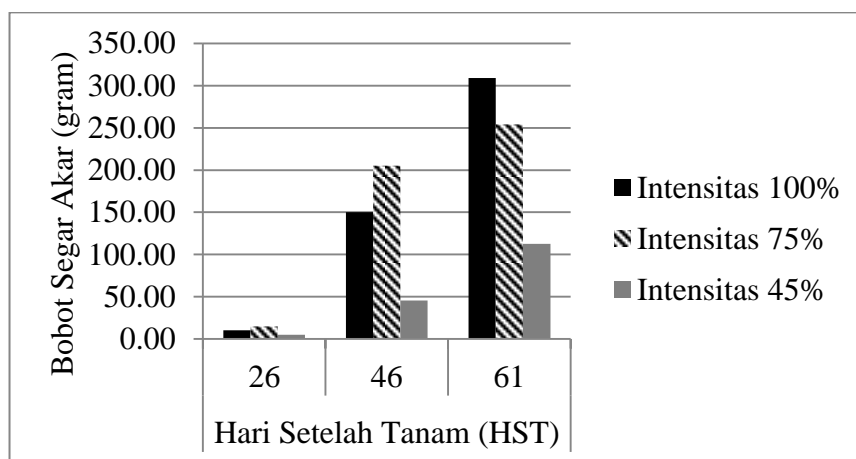
Akar sebagai organ penting dalam struktur fisiologi tanaman, menjadi penunjang utama dalam pertumbuhan utama. Akar mejadi organ utama pemasok air dan mineral bahan penting dalam menunjang fotosintesis. Rerata bobot segar akar menunjukkan pada 46 HST dan 61 HST perlakuan memberikan pengaruh nyata. Begitu pula dengan bobot kering akar, perlakuan berbagai intensitas berpengaruh nyata pada 46 HST dan 61 HST. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan kepada bunga matahari berdampak sama pada bobot segar akar dan bobot kering akar. Pada bunga matahari umur 46 HST perlakuan yang memberikan pengaruh terbaik adalah Intensitas 100% dengan rerata 150,04a gram dan Intensitas 75% dengan rerata 205,12a gram. Pada umur 46 HST pengaruh perlakuan terburuk berasal dari Intensitas 45% dengan rerata bobot segar akar 45,51b gram. Hal serupa terjadi pada umur 61 HST dimana Intensitas 100% dengan rerata 309,01a gram dan Intensitas 75%

dengan rerata 254,01a gram menunjukkan pengaruh nyata paling tinggi akibat intensitas berbeda. Seperti halnya umur 46 HST, perlakuan Intensitas 45% dengan rerata bobot segar akar 112,76b gram menjadi perlakuan yang memberikan pengaruh paling rendah pada umur 61 HST.

Menurut Gardner *dkk.*, (1991), tanaman memperoleh bentuk atau wujudnya yang khas karena pertumbuhan bagian-bagian penyusunnya yang saling berhubungan, artinya pertumbuhan suatu bagian tanaman diikuti dengan pertumbuhan bagian tanaman lainnya, dimana tajuk akan meningkat dengan mengikuti peningkatan berat akar. Pada bunga matahari dominasi pertumbuhan bagian tajuk mempengaruhi pertumbuhan akar, karena akar mendapatkan hasil asimilasi dari pucuk atau bagian tajuk tanaman yang mengalami fotosintesis. Pertumbuhan akar pada kasus ini berat segar akar pada perlakuan Intensitas 100% dan Intensitas 75% dapat tumbuh lebih dari pada perlakuan Intensitas 45% juga dipengaruhi karena pertumbuhan bagian organ tanaman lain, seperti pertumbuhan tajuk yang diketahui perlakuan tanpa naungan dan naungan 25% mampu mengoptimalkan pertumbuhan bagian tajuk.

Budidaya bunga matahari di lahan pasir pantai juga mempengaruhi pertumbuhan akar, karena zona perakaran yang dibentuk dalam lahan pasir sangat cocok bagi bunga matahari. Bunga matahari tumbuh baik pada tanah berpasir hingga liat yang tidak asam atau asin, serta pH berkisar antara 5,7-8,1 (Rina, 2014). Diketahui dari Kertonegoro, *dkk.* (2007) dalam Nasih (2009), pH tanah lahan pasir Bugel 6,7 dengan fraksi pasir 98,5%. Kecocokan syarat tumbuh bunga matahari dengan karakteristik lahan pantai Bugel menunjang pertumbuhan akar

sehingga bobot segar akar bunga matahari mengalami peningkatan dalam pertumbuhannya (Gambar 4).

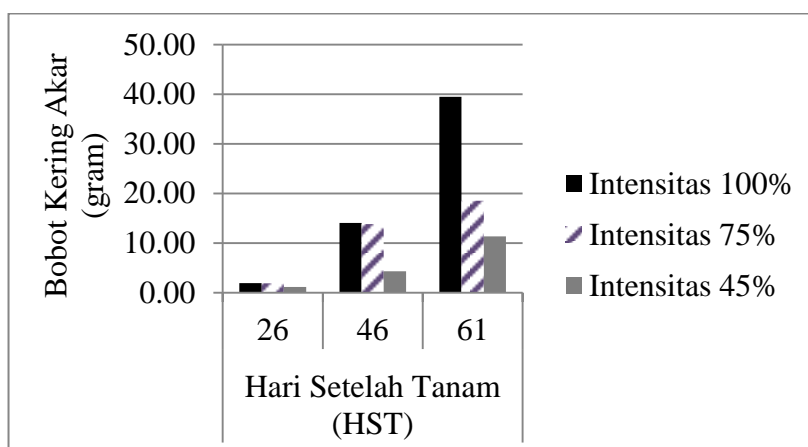


Gambar 4. Bobot Segar Akar pada Intensitas Berbeda

Ahli tanah pada umumnya mendefinisikan pertumbuhan sebagai peningkatan bahan kering (Gardner *dkk.*, 1991). Bobot kering juga mengartikan massa yang di simpan dalam tubuh tanaman yang menunjukkan laju pertumbuhan atau dengan kata lain hasil fotosintesis. Bobot kering akar hampir sama dengan bobot segar akar, akan tetapi pada bobot segar berat akar dipengaruhi oleh kandungan air yang tersimpan pada jaringan akar. Sedangkan pada bobot kering sendiri partikel air ini dihilangkan sehingga akan menunjukkan massa karbon yang terimpan pada akar. Masa karbon inilah yang menunjukkan pertumbuhan akar. Perlakuan berbagai intensitas memberikan pengaruh nyata terhadap bobot kering akar pada umur tanaman 46 HST dan 61 HST hampir serupa dengan bobot segar akar, akan tetapi pada bobot kering akar perlakuan yang memberikan pengaruh paling tinggi adalah Intensitas 100% dengan rerata 14,037a gram pada umur 46 HST dan 39,463a gram pada umur 61 HST, sedangkan perlakuan

Intensitas 75% sama-sama memberikan pengaruh paling tinggi hanya pada umur 46 HST dengan rerata 13,803a gram, namun pada umur 61 HST menjadi paling buruk dengan rerata 18,503b gram. Untuk perlakuan Intensitas 45% memberikan pengaruh paling buruk pada umur 46 HST maupun 61 HST, dimana rerata bobot kering akar berurut, yakni 4,31b gram dan 11,36b gram.

Perbedaan pengaruh perlakuan Intensitas 75% pada bobot kering akar dengan bobot segar akar umur 61 HST dimungkinkan akibat partikel-partikel air pada bobot segar akar yang menyumbangkan berat, sehingga saat bobot kering akar terlihat massa sesungguhnya yang lebih kecil dibandingkan dengan perbandingan air yang tersimpan saat pengukuran bobot segar akar. Perlakuan Intensitas 100% dapat menyimpan massa karbon di akar lebih banyak dibandingkan perlakuan lainnya dikarenakan laju fotosintesis yang lebih tinggi juga dapat dilihat melalui pertumbuhan batang dan daun pada perlakuan ini. Perbedaan bobot kering akar perlakuan tanpa naungan sangat signifikan dibandingkan perlakuan naungan paranet, besarnya perbedaan ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Bobot Kering akar pada Berbagai Intensitas

Bobot segar tajuk dan bobot kering tajuk menunjukkan pengaruh yang sama akibat dari perlakuan yang diberikan pada bunga matahari. Perlakuan Intensitas 100% dan Intensitas 75% memberikan pengaruh paling tinggi terhadap rerata bobot segar tajuk dan bobot kering tajuk pada bunga matahari umur 46 HST. Intensitas 100% memiliki rerata bobot segar tajuk 508,41a gram dan bobot kering tajuk 53,50a gram. Intensitas 75% memiliki rerata bobot segar tajuk 578,88a gram dan bobot kering tajuk 74,46a gram. Perlakuan Intensitas 45% memberikan pengaruh paling rendah pada bunga matahari umur 46 HST, dengan rerata bobot segar tajuk 214,16b gram dan bobot kering tajuk 19,06b gram (Tabel 5).

Tabel 5. Rerata bobot segar tajuk dan bobot kering tajuk pada berbagai intensitas cahaya.

Perlakuan	Bobot Segar Tajuk (gram)			Bobot Kering Tajuk (gram)		
	26 HST	46 HST	61 HST	26 HST	46 HST	61 HST
Intensitas 100%	51,85a	508,41a	1306,30a	5,74a	53,50a	158,13a
Intensitas 75%	84,74a	578,88a	772,50a	7,54a	74,46a	70,88a
Intensitas 45%	67,26a	214,16b	670,10a	2,40a	19,06b	58,33a

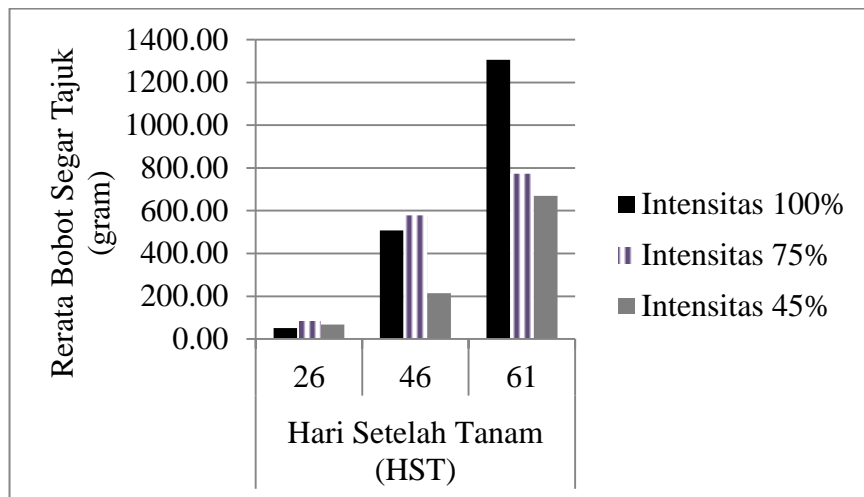
Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata dari pengaruh perlakuan berdasar uji lanjut DMRT pada taraf kesalahan 5%. HST (Hari Setelah Tanam).

Pada perlakuan Intensitas 45% pertumbuhan tanaman bunga matahari terhambat akibat pencahayaan sehingga proses fotosintesis terhambat pula, dampaknya rerata bobot segar tajuk dan bobot kering tajuk sebagai penanda penyimpanan hasil fotosintesis (bobot kering tajuk khususnya) juga terhambat dan menjadi paling rendah dibandingkan dengan dua perlakuan lainnya (Gambar 6 dan Gambar 7). Tanaman yang mampu tumbuh pada pencahayaan yang sangat berat mempunyai kecepatan pertumbuhan yang relatif rendah (Grime dan Hunt, 1975 dalam Fitter dan Hay, 1992). Pada perlakuan Intensitas 75% juga menggunakan

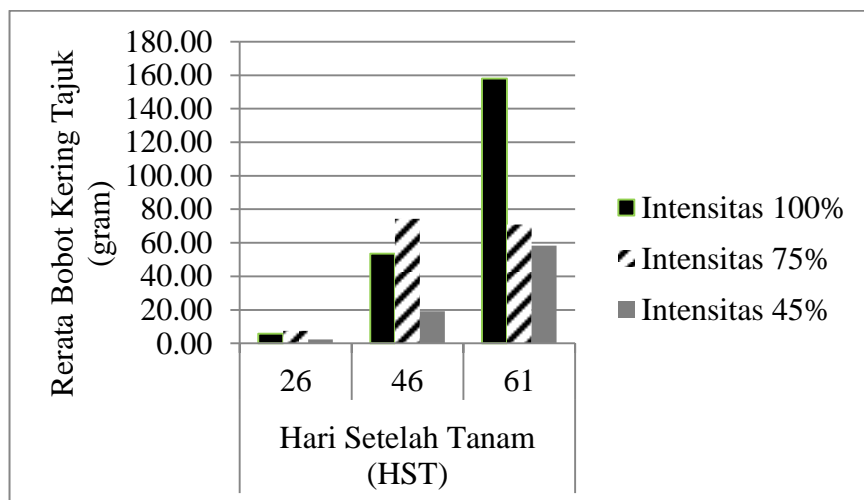
naungan, akan tetapi perlakuan 45% menjadi penaungan yang sangat berat bagi bunga matahari yang tergolong tanaman C4. Diketahui bahwa perlakuan Intensitas 100% dan Intensitas 75% memiliki rerata yang berbeda dimana perlakuan Intensitas 75% memiliki rerata bobot segar tajuk dan bobot kering tajuk yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan Intensitas 100% (Gambar 6 dan 7), hal ini dikarenakan adaptasi bunga matahari terhadap penaungan. Tajuk merupakan bagian tanaman terdiri dari batang dan daun tanaman.

Fitter dan Hay (1992), menyatakan daun yang berada di bawah tekanan cahaya yang rendah mengalami peningkatan luas daun, untuk memperoleh satu permukaan lebih besar bagi absorpsi cahaya, peningkatan kecepatan fotosintesis setiap unit energi cahaya dan luas daun. Pertambahan jumlah daun pada perlakuan Intensitas 100% lebih tinggi dibanding Intensitas 75%, dalam hal ini adaptasi yang tercipta akibat adanya penanungan mengurangi cahaya yang seharusnya diterima bunga matahari menyebabkan peningkatan luas daun dalam upaya penangkapan cahaya matahari akan tetapi hal ini tidak ada perbedaan nyata antara kedua perlakuan. Pertambahan jumlah daun ikut andil dalam mempengaruhi bobot segar dan bobot kering tajuk. Tetapi pada umur tanaman 61 HST perlakuan Intensitas 100% mengalami peningkatan. Karena pada tanaman yang tidak ternaungi memiliki jumlah mutlak klorofil yang lebih tinggi (Fitter dan Hay, 1992), dimana pada perlakuan Intensitas 75% bunga matahari sudah memasuki akhir fase vegetatif sehingga pertumbuhan nyaris seimbang dan tidak memberikan pengaruh nyata dalam analisis sidik ragam taraf kesalahan 5%, sedangkan

Intensitas 100% berada pada fase-fase pertumbuhan dipercepat atau vegetatif memuncak.



Gambar 6. Rerata Bobot Segar Tajuk pada Berbagai Intensitas



Gambar 7. Rerata Bobot Kering Tajuk pada Berbagai Intensitas

B. Analisis Pertumbuhan Tanaman

Analisis pertumbuhan tanaman menunjukkan pengaruh intensitas cahaya yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada dua aspek analisis, yakni laju asimilasi bersih atau *Net Assimilation Rate* (NAR), dan laju

pertumbuhan tanaman budidaya atau *Crop Growth Rate* (CGR), sedangkan indeks luas daun atau *Leaf Area Index* (LAI) menunjukkan adanya pengaruh perlakuan yang berbeda nyata berdasarkan uji sidik ragam pada taraf kesalahan 5% (Lampiran 9).

Tabel 6. Rerata laju asimilasi bersih atau *Net Assimilation Rate* (NAR), indeks luas daun atau *Leaf Area Index* (LAI) dan laju pertumbuhan tanaman budidaya atau *Crop Growth Rate* (CGR)

Perlakuan	NAR (g/cm ² /hari)		LAI (tidak berdimensi)		CGR (g/cm ² /hari)	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
Intensitas 100%	0,00125a	0,00126a	0,02683a	0,06435a	0,00062a	0,00179a
Intensitas 75%	0,00136a	-0,00004a	0,03129a	0,05064ab	0,00081a	0,00077a
Intensitas 45%	0,00087a	0,00079a	0,01401b	0,03780b	0,00021a	0,00063a

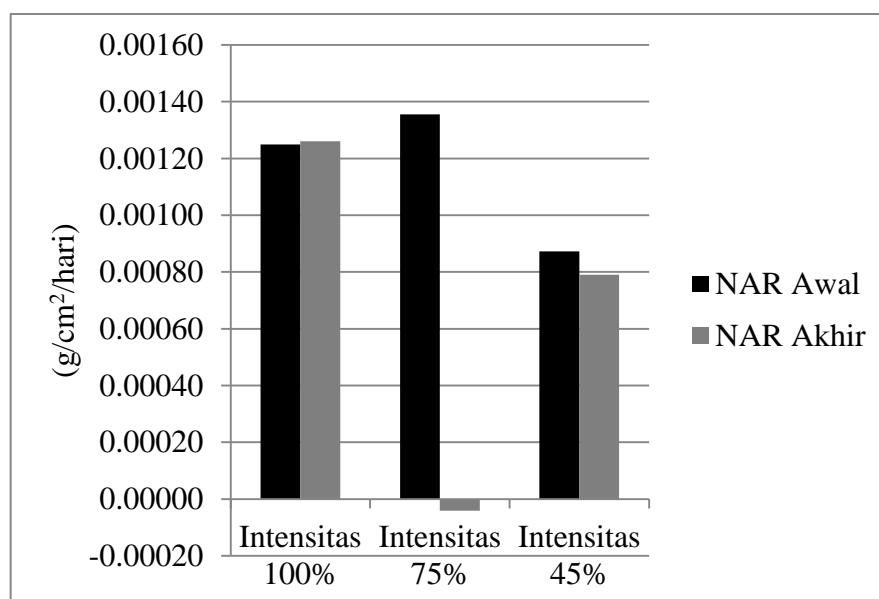
Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata dari pengaruh perlakuan berdasar uji lanjut DMRT pada taraf kesalahan 5%. Awal: 26-46 HST, Akhir: 46-61 HST.

Tabel 6 menunjukkan adanya penurunan dan kenaikan yang tidak sama dari hasil analisis pertumbuhan pada perlakuan intensitas cahaya yang berbeda. Kenaikan dan penurunan ini juga dapat dilihat pada (Gambar 8, 9 dan 10).

1. Laju asimilasi bersih atau *Net Assimilation Rate* (NAR)

NAR merupakan ukuran rata-rata efisiensi fotosintesis daun dalam suatu komunitas tanaman budidaya yang juga dikenal dengan laju penimbunan berat kering per satuan luas daun per satuan waktu (Gardner *dkk.*, 1991). Pada bunga matahari menunjukkan bahwa tanaman pada akhir fase vegetatif memiliki laju asimilasi bersih yang semakin menurun. Berdasarkan Gambar 8 perlakuan Intensitas 100% menunjukkan laju asimilasi bersih tertinggi dibandingkan dua perlakuan lainnya, baik pada pengamatan NAR awal maupun NAR akhir. Pada pengamatan NAR awal diketahui laju asimilasi pada berbagai perlakuan hampir sama, dimana perubahan yang tajam terjadi pada perlakuan Intensitas 45% hal ini

terjadi karena pada pengamatan awal jumlah daun yang mengalami fotosintesis masih sedikit, diketahui pada perlakuan ini memberikan pengaruh yang rendah terhadap penambahan jumlah daun, sehingga daun yang sedikit ini melakukan fotosintesis dengan maksimal karena tidak ada hambatan akibat kanopi daun.



Gambar 8. Laju asimilasi bersih atau *Net Assimilation Rate* pada Intensitas Berbeda

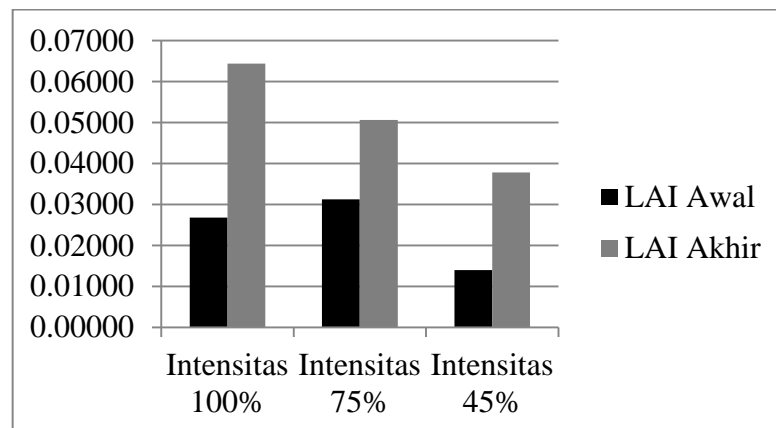
Pada saat pertumbuhan berada di fase maksimal dimana daun sudah membentuk kanopi bertingkat, menjadikan laju fotosintesis menurun karena kurangnya intensitas cahaya selain akibat perlakuan yang juga mengurangi intensitas cahaya, hal ini menyebabkan laju asimilasi menurun drastis pada pengamatan NAR di akhir fase vegetatif. NAR paling tinggi nilainya pada saat pertumbuhan masih kecil dan sebagian besar daun terkena sinar matahari langsung, laju asimilasi bersih tidak memperhitungkan fotosintesis *non laminar*,

yakni fotosintesis yang menggunakan bagian-bagian tanaman selain daun seperti petiol, batang, selubung daun dan bagian-bagian bunga (Gardner *dkk.*, 1991).

2. Indeks luas daun atau *Leaf Area Index* (LAI)

LAI menunjukkan rasio permukaan daun (satu sisi saja) terhadap luas tanah yang ditempati oleh tanaman budidaya, suatu LAI sebesar satu berarti satu satuan luas permukaan daun per satuan permukaan tanah, secara teoritis yang menyerap semua cahaya yang datang, tetapi jarang menyerap semuanya karena variasi bentuk daun, ketipisan (cahaya dipancarkan), inklasi, dan distribusi vertikal (Gardner *dkk.* , 1991). Indeks luas daun akan meningkat seiring peningkatan luas daun tanaman. Pada hasil uji lanjut Duncan, menunjukkan bahwa Intensitas 100% dan Intensitas 75% memberikan pengaruh nyata lebih tinggi terhadap indeks luas daun awal dengan rerata berurut 0,02683a dan 0,03129a. Sementara perlakuan Intensitas 45% memberikan pengaruh nyata rendah terhadap indeks luas daun awal, yakni 0,01401b.

Pada pengamatan akhir perlakuan Intensitas 100% menunjukkan pengaruh pada indeks luas daun yang tidak jauh berbeda dengan perlakuan Intensitas 75%, dengan indeks luas daun berurut 0,06435a dan 0,05064ab. Sementara pengaruh yang tidak jauh berbeda juga ditunjukkan oleh perlakuan Intensitas 75% dan Intensitas 45%, yakni 0,05064ab dan 0,03780b. Akan tetapi perlakuan Intensitas 100% memberikan pengaruh nyata lebih tinggi dibandingkan Intensitas 45%, hal ini menunjukkan bunga matahari yang diberikan perlakuan Intensitas 100% sedang mengalami puncak pertumbuhan vegetatif sehingga mengalami peningkatan indeks luas daun paling tinggi (Gambar 9).

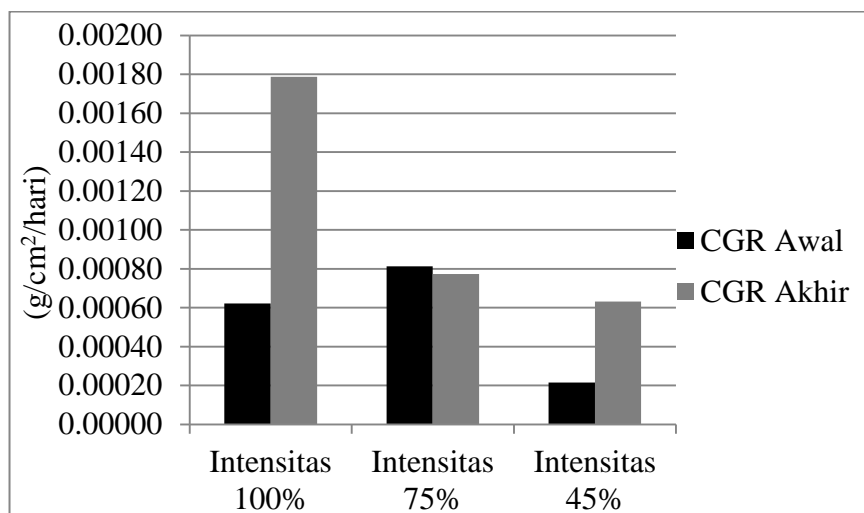


Gambar 9. Indeks luas daun atau *Leaf Area Index* pada Intensitas Berbeda

Gardner *dkk.*, (1991), menyatakan bahwa jumlah daun dan indeks luas daun (LAI) mencapai puncaknya dan kemudian tetap konstan sampai mulai terjadi proses penuaan umum, dimana keseimbangan akan terjadi akibat laju penuaan daun menyamai laju produksi daun baru. Pada perlakuan Intensitas 45% mengalami peningkatan indeks luas daun tidak lebih tinggi dari perlakuan Intensitas 100%, sesuai dengan pertambahan jumlah daun dan luas daun yang dialami bunga matahari (Gambar 9). Pengamatan akhir LAI pada perlakuan Intensitas 75% menunjukkan peningkatan indeks luas daun yang tidak begitu tinggi, hal ini terjadi karena pada pengamatan akhir LAI sudah memasuki fase akhir generatif, sehingga pertumbuhan daun sudah mulai berkurang baik itu dalam hal luas ataupun pertambahan jumlah daun. Selain itu juga memungkinkan pertumbuhan daun tidak begitu menutupi penuaan daun sehingga peningkatan indeks luas daun tidak begitu nyata. Penyebab penuaan itu umumnya dianggap karena adanya mobilisasi dan retribusi mineral dan nutrisi organik ke daerah pemakaian yang lebih kompetitif, seperti daun muda dan akar (Gardner *dkk.*, 1991).

3. Laju pertumbuhan tanaman budidaya atau *Crop Growth Rate* (CGR)

Menurut Gardner, F. P. *dkk.*, (1991) CGR adalah bertambahnya berat dalam komunitas tanaman per satuan luas tanah dalam satuan waktu. Laju pertumbuhan tanaman budidaya meningkat seiring dengan pertumbuhan, pada (tabel) terlihat adanya peningkatan dari pengamatan CGR awal ke CGR akhir, dimana setiap perlakuan mengalami peningkatan kecuali pada perlakuan Intensitas 75%. Brougham menyatakan *dalam Gardner dkk.*, (1991), bahwa CGR meningkat sejalan dengan peningkatan LAI. Berdasarkan indeks luas daun perlakuan Intensitas 75% mengalami penurunan akibat penuaan yang terjadi dengan kata lain tanaman bunga matahari telah memasuki fase generatif, hal ini mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman budidaya sehingga pada pengamatan akhir CGR pada perlakuan ini mengalami penurunan, namun tidak signifikan pada penurunan indeks luas daun. Hal ini dimungkinkan terjadi akibat laju asimilasi yang terjadi pada perlakuan ini di pengamatan akhir mengalami kenaikan sehingga menunjang penurunan indeks luas daun yang ada. Diketahui dari Gardner *dkk.*, (1991), CGR merupakan hasil kali dari laju asimilasi bersih dengan indeks luas daun.



Gambar 10. Laju pertumbuhan tanaman budidaya atau *Crop Growth Rate* pada Intensitas Berbeda

Pada Gambar 10 menunjukkan laju pertumbuhan tanaman budidaya pada perlakuan Intensitas 100% merupakan perlakuan yang memiliki laju tertinggi dibandingkan dengan perlakuan Intensitas 45%. Pada perlakuan Intensitas 45% memiliki CGR lebih rendah diakibatkan oleh laju asimilasi bersih dan indeks luas daun yang juga tidak mendorong peningkatan lebih untuk melampaui laju pertumbuhan tanaman budidaya perlakuan Intensitas 100%. Perlakuan Intensitas 45% mendapatkan penyinaran yang kurang optimal sehingga mengalami fase vegetatif yang lebih lambat. Selain itu, dengan keadaan intensitas yang rendah perlakuan ini tidak dapat meningkatkan laju fotosintesis karena seiring pertumbuhan daun malah mendorong sebaliknya, yakni perlambatan laju fotosintesis. Pertambahan luas daun lebih lanjut hanya akan menaungi daun yang lebih bawah, yang kemudian tidak dapat menghasilkan cukup fotosintesis untuk memenuhi kebutuhan respirasi, dan mungkin yang menggunakan produk

fotosintesis dari daun lain seperti daun tunas samping, sehingga menurunkan laju pertumbuhan tanaman budidaya (Gardner *dkk.*, 1991).

C. Hasil Tanaman

1. Waktu Berbunga dan Jumlah Bunga Efektif per Tanaman

Berdasarkan analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan intensitas berbeda memberikan pengaruh nyata pada waktu berbunga tanaman bunga matahari akan tetapi tidak memberikan pengaruh nyata pada jumlah bunga per tanaman bunga matahari (Lampiran 10).

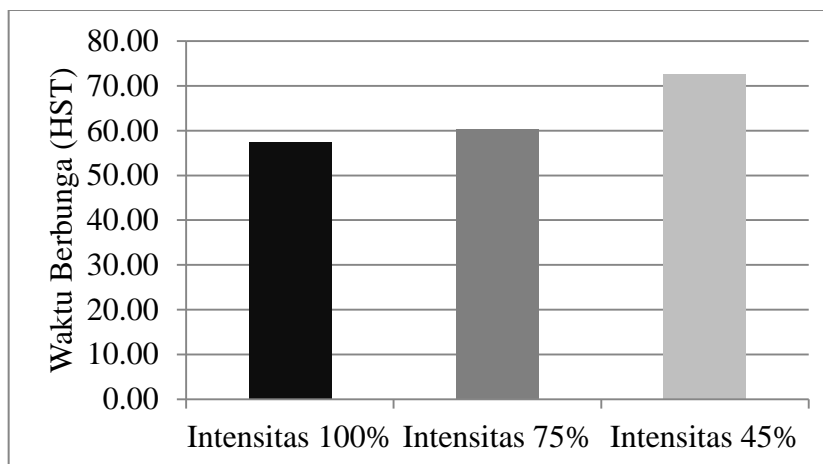
Tabel 7. Rerata Waktu Berbunga dan Jumlah Bunga Efektif per Tanaman Bunga Matahari

Perlakuan	Waktu Berbunga (HST)	Jumlah Bunga (kuntum)
Intensitas 100%	57,33c	9,34a
Intensitas 75%	60,33b	6,61a
Intensitas 45%	72,67a	6,06a

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata dari pengaruh perlakuan berdasar uji lanjut DMRT pada taraf kesalahan 5%.

Berdasarkan Tabel 7 rerata waktu berbunga bunga matahari mendapatkan pengaruh nyata paling cepat pada Intensitas 100%, yaitu 57,33c HST. Perlakuan Intensitas 75% memberikan pengaruh lebih cepat dibandingkan Intensitas 45%, yakni secara berurut 60,33b HST dan 72,67a HST. Gardner *dkk.*, (1991), menyatakan pada tumbuhan monokarpik (semusim) transformasi kuncup vegetatif (penghasil daun) ke perbungaan mengakhiri proses produksi daun lebih lanjut, permulaan perbungaan dianggap sebagai keterlibatan terakhir dari sumber energi. Maksimalnya fotosintesis vase vegetatif menempatkan tanaman pada vase generatif lebih awal, selain berhubungan dengan pengalihan pertumbuhan kuncup

vegetatif ke perbungaan, energi yang disimpan dari fotosintesis mempengaruhi persiapan berbunga (waktu berbunga), dimana Intensitas 100% lebih awal berbunga dan diikuti oleh Intensitas 75% (Gambar 11).

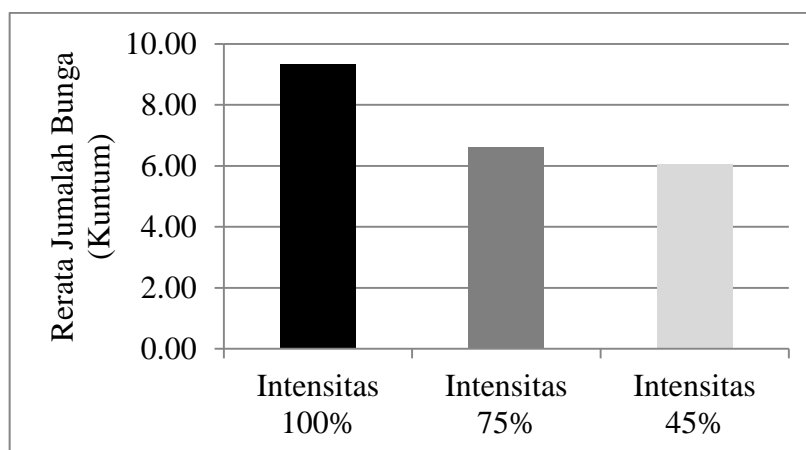


Gambar 11. Rerata Waktu Berbunga Tanaman Bunga Matahari pada Intensitas Berbeda

Rerata jumlah bunga terbanyak adalah Intensitas 100% diikuti Intensitas 75% dan Intensitas 45%, akan tetapi perbedaan ini tidak signifikan berdasarkan uji sidik ragam. Jumlah bunga dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis bunga matahari pada fase pertumbuhan vegetatif. Gardner *dkk.*, (1991), menjelaskan bahwa tanaman budidaya yang memiliki produk hasil panen berupa bunga, buah, dan biji membagi sebagian besar berat kering totalnya ke bagian-bagian reproduktif. Perbungaan merupakan fase generatif yang dipengaruhi cadangan makanan selama fase generatif, cadangan makanan ini yang nantinya akan dipecah menjadi sumber energi pada fase generatif.

Pada perlakuan Intensitas 100% diketahui melakukan fotosintesis dengan maksimal yakni dibuktikan dengan pertambahan tinggi, pertambahan jumlah daun

dan luas daun tanaman bunga matahari yang lebih baik dibandingkan bunga matahari dengan Intensitas 75% dan Intensitas 45% (Gambar 1, 2 dan 3), sehingga fotosintat yang digunakan untuk fase generatif sesuai dengan yang dihasilkan pada fase vegetatif, dibuktikan dengan lebih banyak jumlah bunga pada perlakuan yang mengalami pertumbuhan maksimal pada fase vegetatif (Gambar 12). Apabila tumbuhan tidak berfotosintesis secara aktif, maka akan kekurangan cadangan energi yang penting untuk proses perbungaan (Kimball, 1983).



Gambar 12. Rerata Jumlah Bunga pada Intensitas Berbeda

2. Hasil Biji Bunga Matahari

Berdasarkan analisis sidik ragam diketahui perlakuan yang diberikan kepada bunga matahari menunjukkan pengaruh nyata terhadap bobot biji bernas, persentase biji bernas, persentase biji hampa, jumlah biji bernas dan jumlah biji hampa (Lampiran 10).

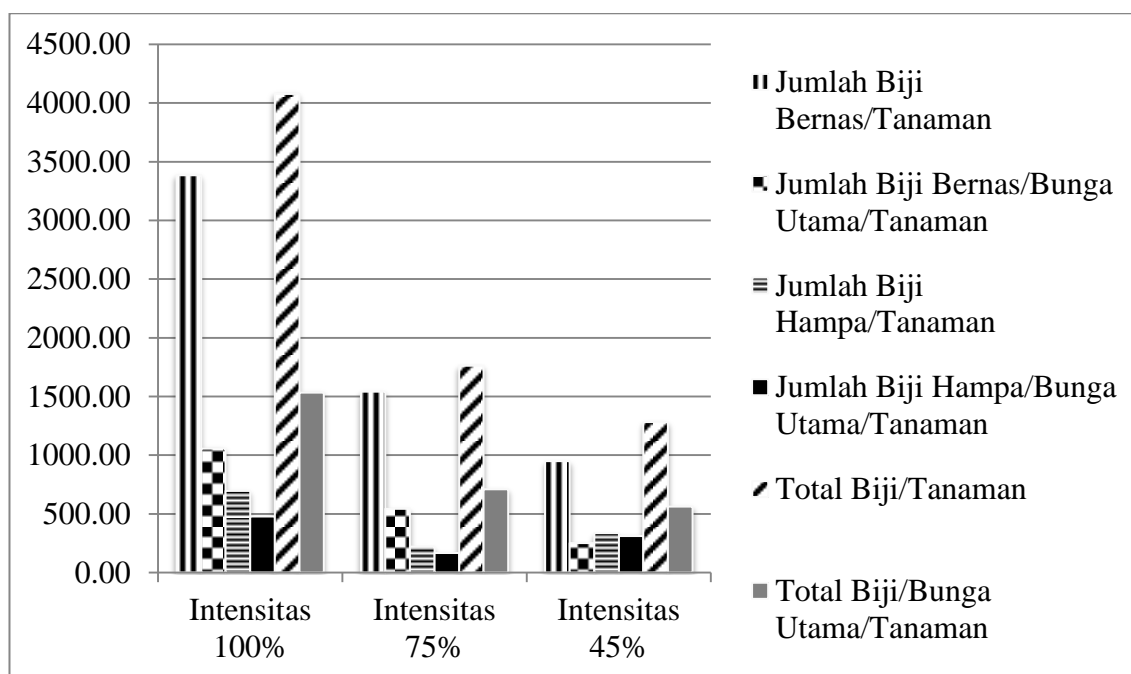
Tabel 8. Jumlah Biji Bernas Bunga Utama per Tanaman, Jumlah Biji Bernas per Tanaman, Jumlah Biji Hampa Bunga Utama per Tanaman, Jumlah Biji Hampa per Tanaman, Total Biji Bunga Utama per Tanaman dan Total Biji per Tanaman

Perlakuan	Jumlah Biji Bernas BU/Tanaman (buah)	Jumlah Biji Bernas /Tanaman (buah)	Jumlah Biji Hampa BU/Tanaman (buah)	Jumlah Biji Hampa /Tanaman (buah)	Total Biji BU/Tanaman (buah)	Total Biji /Tanaman (buah)
Intensitas 100%	1056,20a	3384,60a	476,44a	694,11a	1532,70a	4078,70a
Intensitas 75%	543,40ab	1540,09b	166,89b	220,06b	710,30b	1761,00b
Intensitas 45%	250,90b	947,70b	311,94ab	334,72b	562,80b	1282,40b

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata dari pengaruh perlakuan berdasar uji lanjut DMRT pada taraf kesalahan 5%. BU : Bunga Utama

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT diketahui perlakuan Intensitas 100% dan Intensitas 75% memiliki pengaruh nyata lebih tinggi pada jumlah biji bernas bunga utama per tanaman yaitu sebanyak 1056,20a buah dan 543,40ab buah dibandingkan Intensitas 45% yang memiliki jumlah biji bernas sebesar 250,90b buah. Perlakuan terbaik yang memberikan pengaruh nyata paling tinggi pada jumlah biji bernas adalah Intensitas 100%, akan tetapi tidak nyata berbeda dengan perlakuan Intensitas 75%. Pada jumlah biji bernas hampir sama dengan persentase biji bernas, yang membedakan adalah persentase dibandingkan pada total biji keseluruhan yang dihasilkan dalam satu tanaman bunga matahari dan jumlah biji bernas murni pada total biji yang bernas saja. Namun, pada jumlah biji bernas per tanaman Intensitas 100% memberikan pengaruh nyata paling tinggi yakni 3384,60a buah, sedangkan pengaruh paling rendah oleh Intensitas 75% 1540,09b buah dan Intensita 45% 947,70b buah. Pencapaian kemampuan untuk berbunga menandai berakhirnya fase juvenil, dan masuk ke fase transisi atau langsung ke fase dewasa ditandai dengan umur, ukuran dan tampilan yang relatif konstan

untuk tiap species atau kultivar (Akyas, 2010). Pada perlakuan Intensitas 100% dan Intensitas 75% merupakan perlakuan yang memberikan pengaruh percepatan fase juvenil atau vegetatif, hal ini menunjukkan maksimalnya fotosintesis pada kedua perlakuan, sehingga juga memaksimalkan fase generatif yang menggunakan energi yang tersimpan pada fase sebelumnya dan memaksimalkan total biji yang dihasilkan dan jumlah biji bernas (Gambar 13).



Gambar 13. Jumlah Biji Bernas Bunga Utama per Tanaman, Jumlah Biji Bernas per Tanaman, Jumlah Biji Hampa Bunga Utama per Tanaman, Jumlah Biji Hampa per Tanaman, Total Biji Bunga Utama per Tanaman dan Total Biji per Tanaman pada Intensitas Berbeda

Pada Tabel 8 menunjukkan jumlah biji hampa bunga utama per tanaman yang dihasilkan bunga matahari berbeda nyata lebih rendah pada perlakuan Intensitas 45%, hal ini menyatakan bahwa perlakuan tersebut memberikan pengaruh berbeda nyata yang paling baik, karena memiliki jumlah biji hampa paling sedikit 166,89b buah. Sedangkan pada perlakuan Intensitas 100%

memberikan pengaruh berbeda nyata paling tinggi atau paling buruk yakni sebesar 476,44a buah, dan tidak nyata berbeda dengan perlakuan Intensitas 45%, yakni 311,94ab buah. Pada jumlah biji hampa per tanaman juga menunjukkan dampak yang sedikit berbeda dimana jumlah biji hampa per tanaman paling sedikit atau paling baik, yakni pengaruh dari perlakuan Intensitas 75% 220,06b buah dan Intensitas 45% 334,72b buah, sedangkan pengaruh paling buruk atau paling banyak pada Intensitas 100% 694,11a buah. Pada total biji bunga utama per tanaman dan total biji per tanaman menunjukkan pengaruh yang sama, dimana Intensitas 100% memberikan pengaruh paling tinggi 1532,70a buah untuk total biji bunga utama per tanaman dan 4078,70a buah total biji per tanaman.

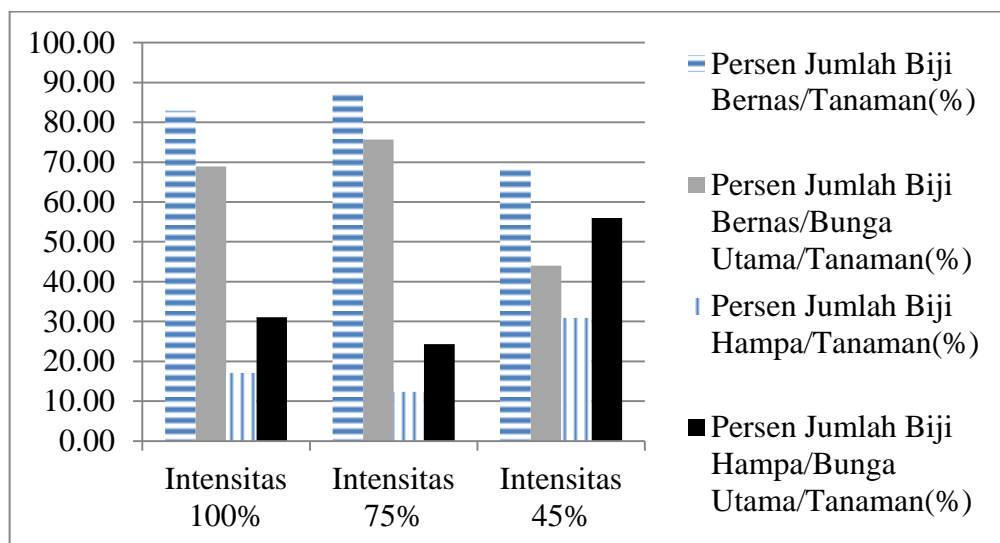
Perlakuan yang memberikan pengaruh paling rendah terhadap kedua aspek ini adalah Intensitas 75% yaitu secara berurut 710,30b buah dan 1761,00b buah, dan Intensitas 45% sebesar 562,80b buah dan 1282,40b buah. Jumlah biji hampa dan persen biji hampa terdapat sedikit perbedaan karena pada persentase menggunakan perbandingan dengan total biji yang dihasilkan, sedangkan pada jumlah biji hampa hanya pada total dari jumlah biji yang gagal terpolinasi sehingga menunjukkan perlakuan yang memberikan pengaruh terburuk yaitu Intensitas 100% artinya jumlah biji hampa yang dihasilkan pada bunga matahari paling besar, akan tetapi total biji yang dihasilkan juga merupakan paling tinggi (Gambar 13). Perlakuan Intensitas 100% tidak nyata berbeda dengan perlakuan Intensitas 45%, dan Intensitas 45% tidak nyata berbeda dengan Intensitas 75% dalam menghasilkan jumlah biji hampa per tanaman bunga matahari.

Tabel 9. Persentase Jumlah Biji Hampa per Tanaman ,Persentase Jumlah Biji Hampa Bunga Utama per Tanaman, Persentase Jumlah Biji Bernas per Tanaman dan Persentase Jumlah Biji Bernas Bunga Utama per Tanaman

Perlakuan	Persentase Jumlah Biji Hampa per Tanaman (%)	Persentase Jumlah Biji Hampa Bunga Utama per Tanaman (%)	Persentase Jumlah Biji Bernas per Tanaman (%)	Persentase Biji Bernas Bunga Utama per Tanaman (%)
Intensitas 100%	17,09b	31,11b	87,66a	68,89a
Intensitas 75%	12,34b	24,34b	82,91a	75,66a
Intensitas 45%	30,95a	55,95a	69,05a	44,05b

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata dari pengaruh perlakuan berdasar uji lanjut DMRT pada taraf kesalahan 5%.

Persentase biji bernas bunga matahari yang diberikan perlakuan intensitas berbeda menunjukkan berbeda nyata lebih tinggi pada perlakuan Intensitas 100% dan Intensitas 75%, yakni 68,89a% dan 75,66a%. Pada perlakuan Intensitas 45% memberikan pengaruh berbeda nyata lebih rendah, dengan persentase biji bernas 44,05b%.Persentase biji bernas menunjukkan penimbunan yang terjadi selama fase generatif. Penimbunan ini akan berbeda-beda tergantung pada proses fotosintesis yang berlangsung pada suatu tanaman. Cahaya sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi proses fotosintesis, perbedaan intensitas akan memberikan pengaruh yang berbeda pada fotosintesis dan hasil penimbunan energinya. Hasil penimbunan ini digunakan pada fase generatif sebagai sumber energi untuk menimbun massa berupa hasil panen, salah satunya adalah biji bernas. Semakin maksimalnya fotosintesis maka hasil bunga matahari pun akan maksimal.



Gambar 14. Persentase Jumlah Biji Bernas Bunga Utama per Tanaman, Persentase Jumlah Biji Bernas per Tanaman, Jumlah Biji Hampa Bunga Utama per Tanaman dan Jumlah Biji Hampa per Tanaman pada Intensitas Berbeda

Goldsworthy dan Fisher (1996), menyatakan apabila fase juvenil atau persyaratan fernalisasi sudah dipenuhi, berupa peristiwa berkaitan dengan datangnya pembungaan seperti peningkatan pertumbuhan dan diferensiasi yang menyebabkan pertambahan ukuran, produksi primordia lebih cepat, dan perubahan pola aktivitas produksi daun ke produksi organ bunga. Pencapaian kemampuan untuk berbunga menandai berakhirnya fase juvenil, dan masuk ke fase transisi atau langsung ke fase dewasa ditandai dengan umur, ukuran dan tampilan yang relatif konstan untuk tiap species atau kultivar (Akyas, 2010). Pada perlakuan Intensitas 100% dan Intensitas 75% memberikan pengaruh percepatan pada fase juvenil sehingga menghantarkan pada perbungaan lebih awal daripada perlakuan Intensitas 45%. Umur yang sama pada perlakuan Intensitas 45% lebih memungkinkan kehilangan air akibat taranspirasi lebih besar kaerana perbungaan yang lebih lambat. Sedangkan perlakuan lain lebih cepat fase juvenil, karena

maksimalnya proses fotosintesis dengan pengaruh dari keadaan intensitas yang mendukung proses tersebut.

Berdasarkan Tabel 9 diketahui perlakuan Intensitas 100% dan Intensitas 75% memberikan pengaruh berbeda nyata lebih baik pada persentase biji hampa sebesar 31,11b% dan 24,34b%, sedangkan perlakuan Intensitas 45% memberikan pengaruh berbeda nyata lebih buruk sebesar 55,95a%. Persentase biji hampa ini menunjukkan besarnya kegagalan polinasi biji bunga matahari. Persentase biji hampa berkorelasi negatif terhadap persentase biji bernas dan dapat diketahui bahwa persentase biji hampa sesuai dengan hasil persentase biji bernas dimana Intensitas 100% dan 75% memberikan pengaruh berbeda nyata paling baik. Biji bernas pada Intensitas 75% lebih tinggi persentasenya karena biji hampa pada perlakuan ini lebih sedikit atau rendah persentasenya (Gambar 14). Meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan Intensitas 100%.

Pada pertumbuhan tanaman bunga matahari dengan Intensitas 75% menunjukkan fase juvenil lebih cepat berakhir ditandai dengan stagnan bahkan cenderung menurun pada penambahan jumlah daun dan luas daun (Gambar 1 dan Gambar 3). Sementara pada Intensitas 100% fase juvenile juga dicirikan berakhir dengan adanya penambahan tinggi tanaman yang stagnan atau tidak bertambah lagi (Gambar 2). Persentase biji bernas dan persentase biji hampa menunjukkan besarnya kegagalan polinasi pada perlakuan Intensitas 45%, selain karena pertumbuhan yang tidak maksimal akibat kurangnya cahaya, pada perlakuan ini polinasi juga sulit terjadi akibat adanya pemberian paranet 55%. Polinasi bunga matahari selain terjadi karena penyerbukan sendiri dan bantuan angin, lebih besar

pengaruh adanya lebah. Polinasi bunga matahari dengan bantuan lebah menjadi terhambat pada perlakuan Intensitas 45% karena kerapatan paranet yang menghalangi masuknya lebah pada petak penelitian.

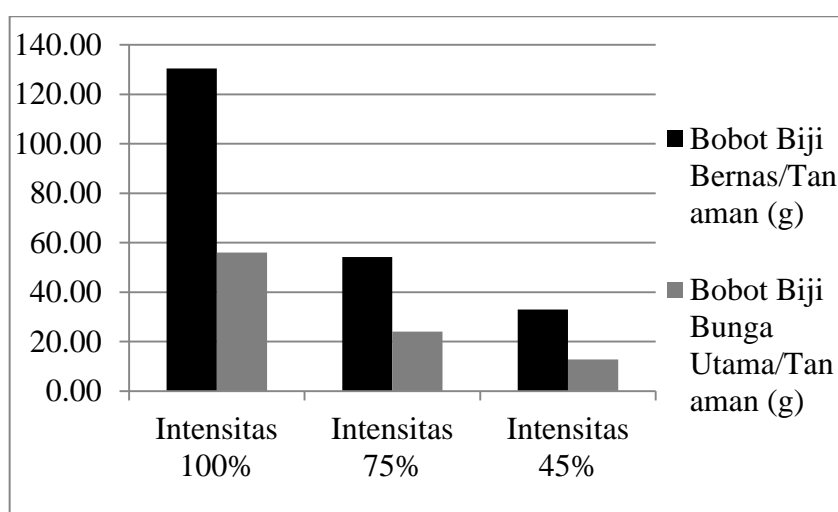
Tabel 10. Bobot Biji Bernas Bunga Utama per Tanaman, Bobot Biji Bernas per Tanaman, Bobot Biji Bunga Utama Kadar Air Standar per Tanaman, Bobot Biji Kadar Air Standar per Tanaman dan Hasil Biji per Hektar.

Perlakuan	Bobot Biji Bernas BU per Tanaman (g)	Bobot Biji Bernas per Tanaman (g)	Bobot Biji BU Ka Standar per Tanaman (g)	Bobot Biji Ka Standar per Tanaman (g)	Hasil Biji (ton/hektar)
Intensitas 100%	55,97a	130,42a	50,76a	128,58a	4,35a
Intensitas 75%	24,06b	54,24b	23,16b	54,70b	1,81b
Intensitas 45%	12,74b	32,99b	11,62b	31,77b	1,10b

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata dari pengaruh perlakuan berdasar uji lanjut DMRT pada taraf kesalahan 5%. BU: Bunga Utama. Ka: Kadar Air.

Pada Tabel 10 diketahui bahwa perlakuan Intensitas 100% memberikan pengaruh nyata lebih tinggi pada bobot biji bernas bunga utama per tanaman 55,97a gram, bobot biji bernas per tanaman 130,42a gram, bobot biji bunga utama kadar air standar per tanaman 50,76a gram, bobot biji ka standar per tanaman 128,58a gram. Sedangkan pada Intensitas 75% dan Intensitas 45% memberikan pengaruh nyata rendah yakni 24,06b gram dan 12,74b gram untuk bobot biji bernas bunga utama per tanaman, 54,24b gram dan 32,99b gram untuk bobot biji bernas per tanaman, 23,16b gram dan 11,62b gram untuk bobot biji bunga utama kadar air standar per tanaman, 54,70b gram dan 31,77b gram untuk bobot biji ka standar per tanaman. Bobot biji bernas menunjukkan bobot bersih hasil panen biji bunga matahari per tanaman. Bobot biji ini dipengaruhi oleh penimbunan massa pada fase pertumbuhan generatif. Pertumbuhan generatif sangat dipengaruhi dari

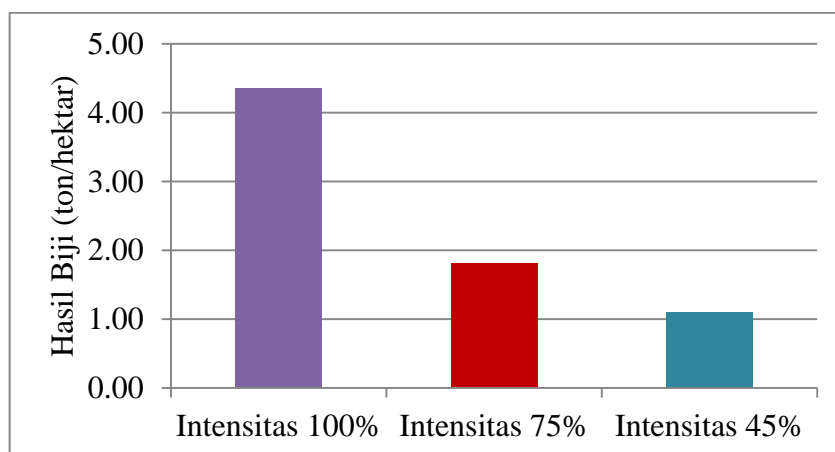
energi yang disimpan pada fase pertumbuhan vegetatif. Perbedaan bobot biji bunga matahari sangat nyata dilihat pada Gambar 15 rerata bobot biji bernas. Pada perlakuan Intensitas 100% lebih nyata tinggi karena pada perlakuan ini perbungaan terjadi lebih awal dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Tanaman berbunga terlalu lambat akan menghabiskan air sebelum pertumbuhan biji sempurna dan hasil akan menurun (Goldsworthy dan Fisher, 1996).



Gambar 15. Rerata Bobot Biji pada Intensitas Berbeda

Berdasarkan konversi hasil biji (Tabel 10) diketahui bahwa perlakuan Intensitas 100% memberikan pengaruh paling tinggi pada hasil biji mencapai 4,35a ton/hektar, perlakuan Intensitas 75% dan Intensitas 45% memberikan pengaruh paling rendah, secara berurut 1,81b ton/hektar dan 1,10b ton/hektar. Hasil biji merupakan bentuk penimbunan utama dari hasil fotosintesis selama fase generatif, energi pada fase generatif didapatkan dari fotosintat pada fase vegetatif. Pertumbuhan optimal yang dipengaruhi oleh intensitas penyinaran cahaya matahari menunjukkan adanya pengaruh pada hasil, yaitu biji bunga

matahari (Gambar 16). Semakin baik pertumbuhan bunga matahari hasil berupa biji juga akan tinggi.



Gambar 16. Hasil Biji per Hektar

3. Kadar Air dan Kadar Minyak Biji

Uji sidik ragam menunjukkan perlakuan intensitas berbeda yang diberikan pada bunga matahari memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap kadar minyak biji bunga matahari, namun memberikan pengaruh berbeda nyata pada kadar air biji bunga matahari (Lampiran 10).

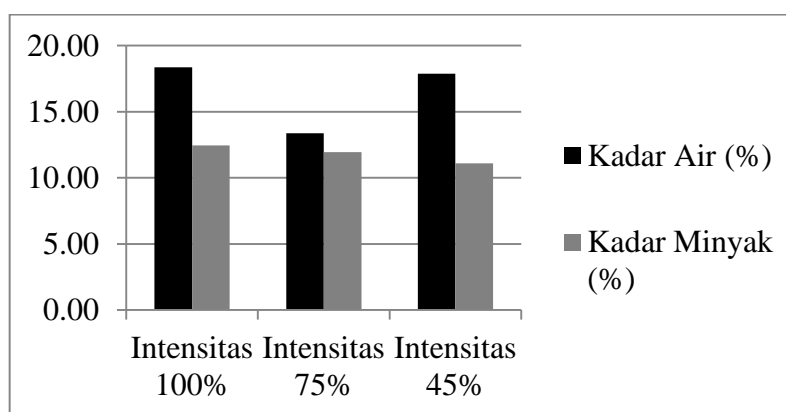
Tabel 11. Rerata Kadar Air Biji dan Kadar Minyak Biji Bunga Matahari

Perlakuan	Kadar Air (%)	Kadar Minyak (%)
Intensitas 100%	18,35a	12,46a
Intensitas 75%	13,37b	11,94a
Intensitas 45%	17,86a	11,10a

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan ada beda nyata dari pengaruh perlakuan berdasar uji lanjut DMRT pada taraf kesalahan 5%.

Berdasarkan Tabel 11 Intensitas 75% memberikan pengaruh berbeda nyata lebih rendah terhadap kadar air biji bunga matahari sebesar 13,37b%. Sementara perlakuan Intensitas 100% dan Intensitas 45% menunjukkan pengaruh berbeda

nyata lebih tinggi, yakni 18,35a% dan 17,86a%. Kadar air juga mempengaruhi bobot biji bernas selain ukuran biji juga mempengaruhi kadar air cenderung memberikan korelasi positif pada bobot biji, namun biji dengan kadar air tinggi juga bisa berbobot rendah akibat ukuran biji yang dihasilkan lebih kecil seperti pada Intensitas 45%. Kadar air biji bunga matahari maksimal untuk pengkondisian mendapatkan *crude oil* melalui ekstraksi pelarut, yakni 8-10% (Keller, 2017).



Gambar 17. Kadar Air dan Kadar Minyak Biji Bunga Matahari pada Intensitas Berbeda

Setiap perlakuan tidak memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kadar minyak biji bunga matahari. Berdasarkan histogram kadar minyak tertinggi dihasilkan oleh tanaman dengan penyinaran Intenisitas 100%, lalu diikuti dengan perlakuan Intenisitas 75% dan Intenisitas 45% (Gambar 17). Bobot biji bernas yang berbeda nyata tidak mempengaruhi kadar minyak biji bunga matahari. Hasil pengujian korelasi menunjukkan karakter bobot 100 biji berkorelasi positif dengan karakter panjang, lebar, dan bentuk biji, dan berkorelasi negatif dengan karakter kandungan minyak, sedangkan ukuran biji dan kadar minyak tidak menunjukkan korelasi yang nyata (Anik, 2014).