

**PENGARUH TINGKAT NAUNGAN DAN
KETERSEDIAAN AIR TERHADAP PERTUMBUHAN,
ALOKASI PRODUK PERTUMBUHAN DAN
MORFOLOGI BIBIT TANAMAN SAGA POHON
(*Adenanthera pavonina* L.)**

SKRIPSI

Oleh:

**Akhmad Rizki Maulana
NIM. 145050107121003**



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**

**PENGARUH TINGKAT NAUNGAN DAN
KETERSEDIAAN AIR TERHADAP PERTUMBUHAN,
ALOKASI PRODUK PERTUMBUHAN DAN
MORFOLOGI BIBIT TANAMAN SAGA POHON
(*Adenanthera pavonina* L.)**

SKRIPSI

Oleh:
Akhmad Rizki Maulana
NIM. 145050107121003



Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**





**PENGARUH TINGKAT NAUNGAN DAN KETERSEDIAAN AIR
TERHADAP PERTUMBUHAN, ALOKASI PRODUK
PERTUMBUHAN DAN MORFOLOGI BIBIT TANAMAN
SAGA POHON (*Adenantha pavonina* L.)**

SKRIPSI



Oleh:
Akhmad Rizki Maulana
NIM. 145050107121003

Mengetahui:
Universitas Brawijaya
Fakultas Peternakan
Dekan,

Menyetujui:
Pembimbing

(Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi,
MS., IPU, ASEAN Eng.)
NIP. 196204031987011002

(Ir. Hanief Eko Sulistyono,
MP.)
NIP. 196201061988021002

Tanggal

Tanggal







KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Kuasa atas rahmat dan anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Tingkat Naungan dan Ketersediaan Air terhadap Morfologi dan Alokasi Produk Pertumbuhan Bibit Tanaman Saga Pohon (*Adenantha pavonina* L.)”**.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S-1) Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Oleh Karena itu, dalam kesempatan ini penulis sangat berterimakasih kepada yang terhormat:

1. Ayah, Ibu, Kakak dan seluruh keluarga atas dukungan moral, materi, motivasi, serta doa dan kasih sayang yang tak henti dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Ir. Hanief Eko Sulisty, MP. selaku Dosen Pembimbing atas saran dan bimbingannya.
3. Bapak Dr. Ir. Mashudi, M. Agr. Sc, IPM, ASEAN Eng., selaku Dosen pembimbing atas saran dan masukannya
4. Ibu Dr. Herly Evanuarini, S.Pt., MP., selaku Dosen penguji atas saran dan masukannya
5. Bapak Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS., ASEAN Eng., selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
6. Ibu Dr. Herly Evanuarini, S.Pt., MP., selaku Ketua Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
7. Bapak Dr. Ir. Marjuki, M.Sc selaku Koordinator Bidang Minat Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
8. Pihak Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak yang telah bersedia membantu penulis dalam proses penelitian.
9. Rekan tim penelitian yang telah banyak membantu terselesaikannya rangkaian kegiatan penelitian dan skripsi.



Malang, Juli 2021

Penulis



THE EFFECT OF SHADE AND WATER AVAILABILITY ON GROWTH, GROWTH PRODUCT ALLOCATION, AND MORPHOLOGY OF *Adenanthera pavonina* L. SEEDLING

ABSTRACT

Akhmad Rizki Maulana¹, Hanief Eko Sulisty²..

1) Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang

2) Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang

Email: akhrizkim@student.ub.ac.id

This research was done to find out the effect of shade and water availability on *Adenanthera pavonina* L. seedling's growth rate, growth product allocation, and morphology using experiment method. Data were analysed using completely randomized design with nested system. The results showed that different shade level (0%, 40%, 60%, 80%) have significant ($P < 0,01$) effect on decreasing growth rate, dry mass accumulation, seedling's height, and increasing crown dry mass fraction and specific stem length. Meanwhile decreasing water availability (100%, 80%, 60%, 40%) significantly ($P < 0,05$) lower the average of relative growth rate, seedling's height, have significant ($P < 0,01$) effect on decreasing dry mass accumulation, and significantly increase root drymass fraction and specific root length. This research concluded that shade and water availability have significant effect in growth, growth product allocation, and morphology of *Adenanthera pavonina* L.

Key words: *shade, water availability, Adenanthera pavonina* L. *growth, morphology*



PENGARUH TINGKAT NAUNGAN DAN KETERSEDIAAN AIR TERHADAP PERTUMBUHAN, ALOKASI PRODUK PERTUMBUHAN DAN MORFOLOGI BIBIT TANAMAN SAGA POHON (*Adenantha pavonina L.*)

RINGKASAN

Akhmad Rizki Maulana¹, Hanief Eko Sulisty²..

3) Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang

4) Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang

Email: akhrizkim@student.ub.ac.id

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah kaca Laboratorium Lapang Sumbersekar, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Analisis kandungan BK dan BO dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya pada bulan Januari-April 2018. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tingkat naungan dan ketersediaan air terhadap morfologi dan alokasi produk bibit tanaman saga pohon (*Adenantha pavonina L.*)

Materi yang digunakan pada penelitian ini berupa benih tanaman saga pohon yang diperoleh dari kecamatan Bluto, kabupaten Sumenep, Madura yang telah disimpan selama 3 bulan dan dilukai dan direndam di dalam air 60°C selama 24 jam, media tanam adalah tanah, pasir dan pupuk kompos yang diperoleh dari Malang, Jawa Timur dengan perbandingan 8:1:1. Penelitian ini dilakukan dua perlakuan yaitu perlakuan tingkat naungan (N) dan perlakuan tingkat pemberian air (A) selanjutnya data yang diperoleh dianalisis secara

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pada bibit tanaman saga pohon umur 12 minggu, tingkat naungan sangat menurunkan rata-rata laju pertumbuhan relatif dari 0,157 menjadi 0,127g/g/minggu, akumulasi biomassa BK dari 0,73 menjadi 0,48g, dan tinggi dari 38,70 menjadi 33,46 cm, serta menurunnya tingkat ketersediaan air sangat menurunkan laju pertumbuhan relatif dari 0,156 menjadi 0,125g/g/minggu, akumulasi biomassa BK dari 0,72 menjadi 0,46 g, dan tinggi dari 36,54 menjadi 34,26 cm.

Tingkat naungan sangat menurunkan rata-rata biomassa BK fraksi akar dari 0,213 menjadi 0,197 g/g, meningkatkan biomassa fraksi

tajuk dari 0,787 menjadi 0,803 g/g, dan menurunkan rasio akar:tajuk dari 0,272 menjadi 0,245, serta menurunnya tingkat ketersediaan air sangat meningkatkan rata-rata biomassa BK fraksi akar dari 0,196 menjadi 0,215 g/g, menurunkan biomassa BK fraksi tajuk dari 0,804 menjadi 0,785 g/g, dan meningkatkan rasio akar:tajuk dari 0,244 menjadi 0,274.

Tingkat naungan sangat meningkatkan rata-rata panjang akar spesifik dari 168,07 menjadi 176,11 cm/g, dan panjang batang spesifik dari 145,30 menjadi 197,80 cm/g, serta menurunnya tingkat ketersediaan air meningkatkan rata-rata panjang akar spesifik dari 166,65 menjadi 177,92 cm/g dan panjang batang spesifik dari 135,29 menjadi 201,54 cm/g.



DAFTAR ISI

	Halaman
RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRACT	iii
RINGKASAN	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Kegunaan	4
1.5 Kerangka Pikir	4
1.6 Hipotesis.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Saga Pohon (<i>Adenanthera pavonina</i> L.).....	9
2.1.1 Klasifikasi ilmiah tanaman saga pohon.....	9
2.1.2 Diskripsi tanaman saga pohon.....	10
2.1.3 Potensi produksi dan kualitas hijauan tanaman saga pohon.....	13
2.2 Pertumbuhan bibit tanaman saga pohon.....	15
2.2.1 Benih dan perkecambahan.....	15
2.2.2 Pertumbuhan bibit.....	19
2.2.3 Akumulasi biomassa.....	20
2.2.4 Laju pertumbuhan relatif.....	21
2.3 Pengaruh naungan terhadap alokasi produk pertumbuhan dan morfologi bibit.....	21
2.4 Pengaruh tingkat ketersediaan Air terhadap alokasi produk	



pertumbuhan dan morfologi bibit.....	24
--------------------------------------	----

BAB III MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi penelitian.....	27
3.2 Materi penelitian.....	27
3.2.1 Materi penelitian.....	27
3.2.2 Peralatan penelitian.....	27
3.3 Metode penelitian.....	27
3.3.1 Metode penelitian.....	27
3.3.2 Variabel penelitian.....	29
3.4 Analisis data.....	30
3.5 Batasan istilah.....	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi lingkungan penelitian.....	33
4.1.1 Kondisi iklim.....	33
4.1.2 Kondisi tanaman penelitian.....	34
4.1.2.1 Tingkat survival.....	34
4.1.2.2 Titik layu permanen bibit tanaman saga pohon.....	34
4.2 Pengaruh tingkat naungan dan ketersediaan air terhadap pertumbuhan bibit tanaman saga pohon	35
4.3 Pengaruh tingkat naungan dan ketersediaan air terhadap alokasi produk pertumbuhan tanaman saga pohon.....	45
4.4 Pengaruh tingkat naungan dan ketersediaan air terhadap morfologi jaringan tanaman saga pohon.....	48

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 53

DAFTAR PUSTAKA..... 55

LAMPIRAN..... 65

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia hijauan tanaman saga pohon (<i>Adenanthera pavonina L.</i>)	14
2. Data kondisi lingkungan di lokasi penelitian daerah Sumber-sekar, kecamatan Dau, kabupaten Malang.....	33
3. Rata-rata laju pertumbuhan relatif, akumulasi biomassa BK Dan tinggi bibit tanaman saga pohon pada umur 12 minggu Pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda.....	37
4. Rata-rata laju pertumbuhan relatif, akumulasi biomassa BK dan tinggi bibit tanaman saga pohon pada umur 12 minggu pada tingkat ketersediaan air dan naungan yang berbeda	39
5. Rata-rata biomassa BK fraksi tajuk, biomassa BK fraksi akar, dan rasio akar:tajuk bibit tanaman saga pohon umur 12 minggu pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda.	46
6. Rata-rata panjang akar spesifik dan panjang tajuk spesifik bibit tanaman saga pohon umur 12 minggu pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda.....	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir penelitian.....	6
2. Tanaman Saga Pohon (<i>Adenanthera pavonina</i> L.)	10
3. a: daun; b: bunga; c: polong; d: biji tanaman saga pohon (<i>Adenanthera pavonina</i> L.)	11
4. Struktur Bunga Tanaman <i>A. pavonina</i>	12
5. Denah penelitian	28
6. Rata-rata Laju Pertumbuhan Relatif (kiri) dan Biomassa BK (kanan) bibit tanaman saga pohon pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda pada umur 12 minggu.....	40
7. Grafik rata-rata biomassa BK pada tingkat naungan (A) dan ketersediaan air (B) serta rata-rata tinggi tanaman pada tingkat naungan (C) dan ketersediaan air (D) yang berbeda bibit tanaman saga pohon hingga minggu ke-12.....	43
8. Rata-rata rasio akar : tajuk bibit tanaman saga pohon pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda.....	48
9. Rata-rata panjang akar spesifik (kiri) dan panjang batang spesifik (kanan) bibit tanaman saga pohon pada minggu ke-12 pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda.....	50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya di Laboratorium <i>Greenhouse</i> Sumber Sekar Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.....	65
2. Perhitungan kapasitas lapang	66
3. Perhitungan titik layu permanen	69
4. Prosedur pengukuran bahan kering (AOAC, 2005)...	71
5. Analisis Laju Pertumbuhan Relatif Bibit Tanaman Saga (<i>Adenantha pavonina</i> L.)	72
6. Analisis Biomassa BK Tanaman Saga (<i>Adenantha pavonina</i> L.)	76
7. Analisis Tinggi Bibit Tanaman Saga (<i>Adenantha pavonina</i> L.)	80
8. Analisis Biomassa Fraksi Akar Bibit Tanaman Saga (<i>Adenantha pavonina</i> L.)	84
9. Analisis Biomassa Fraksi Tajuk Bibit Tanaman Saga (<i>Adenantha pavonina</i> L.)	88
10. Analisis Rasio Akar : Tajuk Bibit Tanaman Saga (<i>Adenantha pavonina</i> L.)	92
11. Analisis Panjang Akar Spesifik Bibit Tanaman Saga (<i>Adenantha pavonina</i> L.)	95
12. Analisis Panjang Batang Spesifik Bibit Tanaman Saga (<i>Adenantha pavonina</i> L.)	100
13. Dokumentasi Penelitian.....	104





DAFTAR SINGKATAN

A	:	Ketersediaan Air
BK	:	Bahan Kering
BO	:	Bahan Organik
BT	:	Bujur Timur
cm	:	centimeter
g	:	gram
KL	:	Kapasitas Lapang
LMF	:	<i>Leaf Mass Fraction</i>
LPR	:	Laju Pertumbuhan Relatif
LU	:	Lintang Utara
m	:	meter
mm	:	milimeter
N	:	Nitrogen
N	:	Tingkat Naungan
NAR	:	<i>Net Assimilation Rate</i>
PK	:	Protein Kasar
RAL	:	Rancangan Acak Lengkap
RGR	:	<i>Relative Growth Rate</i>
SLA	:	<i>Specific Leaf Area</i>
t	:	<i>time</i>

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman leguminosa mempunyai peranan penting dalam menentukan status nutrisi ternak ruminansia di daerah tropis, karena kemampuannya bersimbiosis dengan bakteri *Rhizobium* dan dapat memfiksasi Nitrogen (N) dari udara sehingga memungkinkan terjadi akumulasi N yang tinggi di dalam jaringannya dan kandungan protein kasar (PK) hijauannya tinggi. Protein adalah salah satu nutrisi yang menentukan untuk pertumbuhan mikroba di rumen, dan biasanya terbatas pada pakan ruminansia di daerah tropis dan subtropis (Castro-Montoya dan Dickhoefer, 2020). Tanaman leguminosa pakan sendiri dapat diklasifikasikan ke dalam 5 kebiasaan tumbuh yang berbeda, yaitu : *forbs*/herba, merambat, semak, sub-semak (*sub-shrubs*) dan pohon (*Plant Database of the USDA*, <https://plants.sc.egov.usda.gov>). Masing-masing kebiasaan tumbuh memiliki karakteristik morfologi yang berbeda, terutama rasio daun:batang dan proporsi jaringan kayu, yang tidak hanya menentukan nilai nutrisi hijauan, tetapi juga bagian dan proporsi hijauan yang dapat dimanfaatkan oleh ternak

Leguminosa pohon merupakan bentuk tanaman yang mempunyai keunggulan lain selain penghasil hijauan yang berkualitas, yaitu kemampuannya bertahan terhadap kekeringan yang tinggi, bahkan beberapa mempunyai pertumbuhan dan produksi hijauan yang lebih baik di musim kemarau, serta dapat diintegrasikan pada sistem pertanian rakyat tanpa membutuhkan lahan khusus. Salah satu jenis leguminosa pohon penghasil hijauan berkualitas adalah tanaman saga pohon (*Adenanthera pavonina* L.).

Tanaman saga pohon berpotensi tinggi sebagai penghasil hijauan pakan, karena kemampuannya yang tinggi untuk bertahan dari pemotongan berulang dengan periode 3 bulan atau lebih serta dapat menghasilkan hijauan dalam jumlah besar. Tanaman berumur 2 tahun yang ditanam dengan jarak tanam 1x1 m² dapat menghasilkan 17.62-

23.10 ton BK/ha/tahun; 1.57-2.15 ton BO/ha/tahun dan 2.67-3.74 ton PK/ha/tahun, jauh lebih tinggi dari pada produksi hijauan tanaman leguminosa pohon yang telah dilaporkan lainnya seperti *L.leucocephala*, *C.callothyrsus*, *G.sepium*, *M.oleifera*, *A.gummifera*, *B.grandiflora*, *A.niopoides*, *B.monandra*, *I.edulis*, *A.mellifera*, *F.Macrophylla*, *Indigofera sp.*, atau jenis tanaman pohon-pohonan lainnya seperti *F.thonningii*, and *A.africana*, *P.erinaceus*, dan *D.oliferi* dengan umur yang relatif sama (Kamaliyah, Ifar, Kusmartono dan Chuzaemi, 2019a).

Seperti tanaman pohon-pohonan lainnya, keberhasilan penanaman ditentukan oleh tersedianya bibit tanaman yang baik dan kuat. Selama ini di daerah-daerah yang memanfaatkan hijauan tanaman saga pohon sebagai pakan ternak ruminansia seperti di beberapa tempat di pulau Madura, penanaman tanaman tersebut biasanya dilakukan secara ekstensif, tanpa perawatan yang intensif, sehingga keberhasilannya sangat tergantung kepada kemampuan bibit yang ditanam untuk bertahan pada lingkungan yang kurang menguntungkan, seperti tingkat naungan dan kurangnya ketersediaan air tanah pada fase pembibitan. Respon bibit tanaman saga pohon terhadap kondisi tersebut dilakukan dengan cara memodifikasi morfologi atau mengatur alokasi produk sehingga dapat meningkatkan tingkat adaptasi bibit tanaman tersebut dengan kondisi yang kurang menguntungkan tersebut.

Di alam, biji tanaman saga pohon yang jatuh di sekitar pohon, apabila berkecambah dan tumbuh menjadi bibit akan selalu dalam kondisi ternaungi. Bibit tanaman yang ternaungi akan meningkatkan kemampuan untuk menyerap radiasi matahari dengan meningkatkan bidang penyerapan energi yang dilakukan dengan cara membentuk jaringan dan organ di atas permukaan tanah yang lebih banyak, yang diekspresikan dengan jumlah daun yang lebih banyak dengan luas permukaan daun yang lebih lebar, walaupun dengan ketebalan yang berkurang. Hal ini akan berpengaruh terhadap morfologi dari bibit tersebut. Peningkatan pembentukan jaringan dan organ di atas

permukaan tanah yang lebih besar membutuhkan alokasi produk fotosintesis yang besar pula, sehingga tanaman akan mengalokasikan produk hasil fotosintesis dengan proporsi yang lebih tinggi pada jaringan di atas permukaan tanah.

Sementara itu, bibit akan beradaptasi dengan tingkat ketersediaan air yang sepenuhnya bergantung pada cadangan air tanah dengan membentuk akar dan batang yang lebih kurus dan panjang dengan tujuan mengurangi ukuran diameter kapiler jaringan *xylem* dan meningkatkan kapilaritas sehingga air lebih mudah diserap dan naik menuju bagian daun, yang berpengaruh terhadap morfologi bibit. Selain itu, bibit tanaman akan beradaptasi dengan tingkat ketersediaan air yang rendah akan mengalokasikan produk fotosintesis dengan proporsi yang lebih tinggi ke bagian tanaman di bawah permukaan tanah untuk membentuk akar yang lebih panjang, jumlah bulu akar yang lebih banyak sehingga akan meningkatkan kemampuan untuk menyerap air tanah.

Pengelolaan persemaian yang baik dibutuhkan untuk dapat menghasilkan bibit tanaman yang baik. pengamatan terhadap respon bibit tanaman saga pohon terhadap tingkat naungan dan ketersediaan air, maka penelitian tentang pengaruh tingkat naungan dan ketersediaan air terhadap pertumbuhan, morfologi serta alokasi produk bibit tanaman saga pohon perlu dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh tingkat naungan dan ketersediaan air terhadap pertumbuhan, alokasi produk pertumbuhan dan morfologi bibit tanaman saga pohon (*Adenantha pavonina* L.)

1.3 Tujuan

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tingkat naungan dan ketersediaan air terhadap pertumbuhan (laju pertumbuhan relatif, biomassa BK dan tinggi tanaman), alokasi produk pertumbuhan (biomassa fraksi akar, biomassa fraksi tajuk dan

rasio akar : tajuk) dan morfologi (panjang akar spesifik dan panjang batang spesifik) bibit tanaman saga pohon (*Adenantha pavonina* L.)

1.4 Kegunaan

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber informasi ilmiah tentang pengaruh tingkat naungan dan ketersediaan air terhadap pertumbuhan, morfologi dan alokasi produk bibit tanaman saga pohon (*Adenantha pavonina* L.), selain informasi tentang pengelolaan pembibitan dalam budidaya tanaman saga pohon (*Adenantha pavonina* L.) agar dapat dihasilkan bibit yang baik.

1.5 Kerangka Pikir

Tanaman saga pohon (*Adenantha pavonina* L.) merupakan leguminosa pohon yang berpotensi besar menghasilkan rata-rata hijauan pakan hingga $23,25 \pm 10,70$ kg BK/pohon/potong atau $84,09 \pm 37,33$ kg BK/pohon/tahun dengan periode pemotongan 3 bulan sekali, tergantung pada ukuran tanamannya serta kandungan PK sebesar 14,35-28,15% (Kamaliyah, Ifar, Kusmartono dan Chuzaemi, 2019b). Tanaman ini juga menghasilkan produksi biji kering per pohon per tahun antara 100 sampai 150 kilogram (Yuniarti, 2002) yang dapat digunakan sebagai pakan unggas. Hasil penelitian Balai Informasi Pertanian Ciawi, Bogor, Jawa Barat, menunjukkan biji saga pohon memiliki kandungan protein sebesar 48,2%, lemak 22,6%, karbohidrat 10%, dan air 9,1% (Suita, 2013).

Keberhasilan penanaman leguminosa pohon seperti saga pohon di lapang tidak cukup berdasarkan informasi daya kecambah, tetapi yang lebih penting lagi adalah ketersediaan bibit yang berkualitas. Benih yang baik apabila diproses dengan teknik persemaian yang baik akan menghasilkan bibit yang baik pula, tetapi benih yang baik akan menghasilkan bibit yang kurang baik apabila diproses dengan teknik persemaian yang tidak sesuai. Bibit yang berkualitas dalam jumlah yang cukup dan tepat waktu akan diperoleh apabila teknik persemaian

yang dilakukan sesuai dengan prosedur yang sudah baku (Kurniaty, Budiman, dan Suartana, 2010).

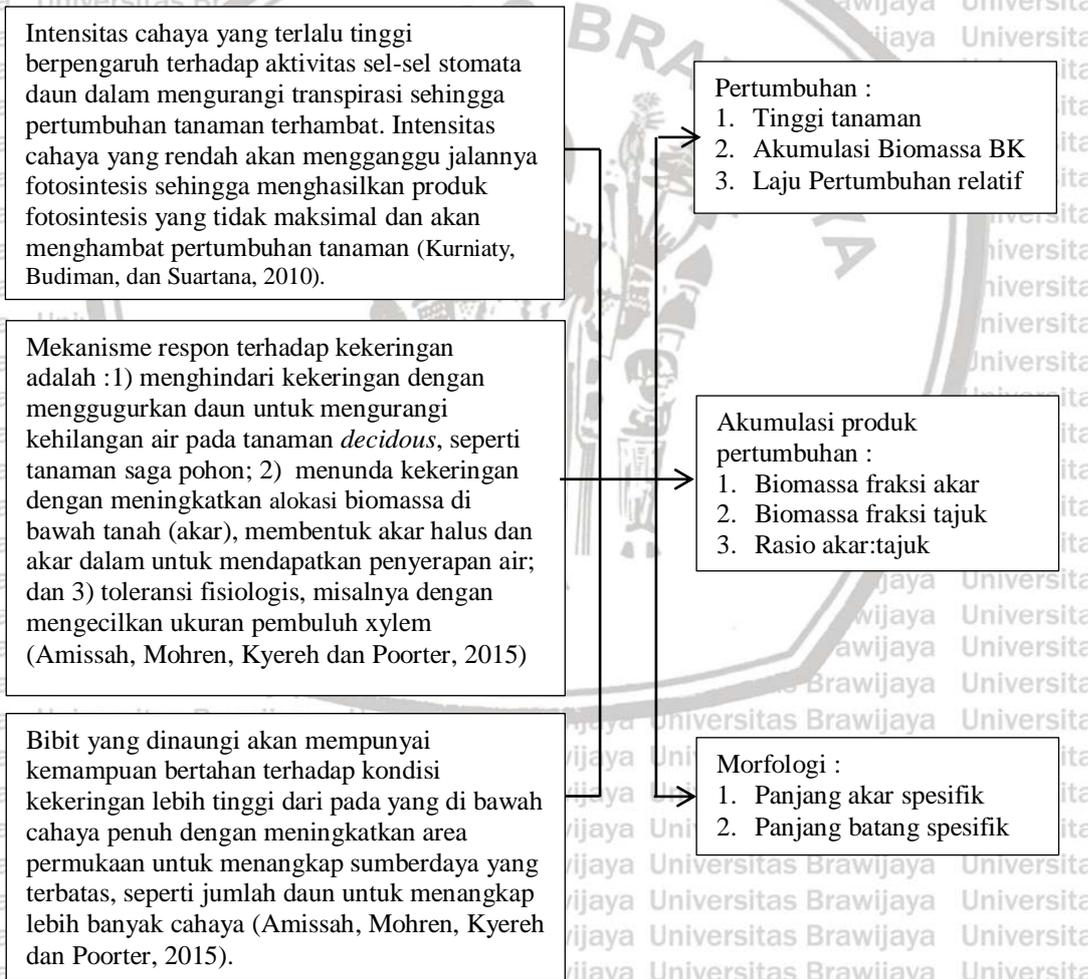
Saat masa persemaian, tanaman masih rentan terhadap cekaman lingkungan termasuk intensitas cahaya yang tinggi dan kekeringan. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan menghambat pertumbuhan tanaman. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi akan berpengaruh terhadap aktivitas sel-sel stomata daun dalam mengurangi transpirasi sehingga mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Sedangkan intensitas cahaya yang rendah akan mengganggu jalannya fotosintesis sehingga menghasilkan produk fotosintesis yang tidak maksimal dan akan menghambat pertumbuhan tanaman, sehingga intensitas cahaya optimal sangat diperlukan agar pertumbuhan tanaman dapat maksimal dan dapat menghasilkan bibit dengan kualitas yang baik (Kurniaty, Budiman, dan Suartana, 2010).

Bibit yang dinaungi akan mempunyai kemampuan bertahan terhadap kondisi kekeringan lebih tinggi dari pada yang di bawah cahaya penuh. Tanaman akan meningkatkan area permukaan untuk menangkap sumberdaya yang terbatas. Tanaman yang ternaungi akan meningkatkan jumlah daun untuk menangkap lebih banyak cahaya. Sedangkan untuk merespon kekeringan, mekanismenya adalah: 1) menghindari kekeringan dengan menggugurkan daun untuk mengurangi kehilangan air pada tanaman *deciduous*, seperti tanaman saga pohon; 2) menunda kekeringan dengan meningkatkan alokasi biomassa di bawah tanah (akar), membentuk akar halus dan akar dalam untuk mendapatkan penyerapan air; dan 3) toleransi fisiologis, misalnya dengan mengecilkan ukuran pembuluh xylem (Amisshah, Mohren, Kyereh dan Poorter, 2015)

Tanaman yang tumbuh ternaungi biasanya akan lebih banyak mengalokasikan produk biomasanya pada organ di atas permukaan tanah (daun dan batang) dan menipiskan daun untuk mengoptimalkan penangkapan dan pemanfaatan cahaya (Evan dan Poorter, 2001; Reich, *et al.*, 1998). Sebaliknya tanaman yang ditanam dengan cahaya penuh akan mengalokasikan relatif lebih sedikit untuk daun dan lebih

banyak ke akar untuk menangkap air dan unsur hara untuk mempertahankan tingkat transpirasi dan tingkat pertumbuhan yang tinggi (Poorter dan Nagel, 2000).

Secara fisiologis toleransi terhadap kekeringan adalah kemampuan tanaman untuk tetap berfungsi secara fisiologis pada tingkat ketersediaan air rendah (toleransi terhadap status air jaringan yang rendah). Pada potensial air yang rendah, spesies toleran kekeringan mengurangi risiko kavitasasi xilem (melalui pembentukan batang padat dengan pembuluh sempit dan *pit membrane*), yang memungkinkan mereka untuk mempertahankan pertukaran gas dan konduktivitas hidrolis (Markesteyn dan Poorter, 2009).



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

1.6 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Tingkat naungan dan tingkat ketersediaan air berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit tanaman saga pohon.
2. Tingkat naungan dan tingkat ketersediaan air berpengaruh terhadap akumulasi produk pertumbuhan bibit tanaman saga pohon.
3. Tingkat naungan dan tingkat ketersediaan air berpengaruh terhadap morfologi bibit tanaman saga pohon.





BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman saga pohon (*Adenanthera pavonina* L.)

2.1.1 Klasifikasi ilmiah tanaman saga pohon (*Adenanthera pavonina* L.)

Klasifikasi ilmiah tanaman saga pohon (Anonimus, 2010d) :

Kerajaan : *Plantae* (Tumbuhan)

Subkerajaan : *Tracheobionta* (Tumbuhan berpembuluh)

Superdivisi : *Spermathophyta* (Menghasilkan biji)

Divisi : *Magnoliophyta* (Tumbuhan berbunga)

Kelas : *Magnoliopsida* (Berkeping dua/dikotil)

Subkelas : *Rosidae*

Ordo : *Fabales*

Famili : *Fabaceae* (*Leguminosae*)

Genus : *Adenanthera*

Spesies : *Adenanthera pavonina* L.

Nama *Adenanthera* berasal dari kombinasi kata bahasa Yunani 'aden' yang berarti kelenjar *deciduous*, dengan 'anthera', menunjukkan bahwa tanaman ini berkelenjar *deciduous* dan bunganya ditutupi dengan serbuk sari (Orwa, *et al.*, 2009). Spesies ini memiliki beberapa nama sinonim, seperti *Adenanthera gersenii* Scheff., *Adenanthera polita* Miq. (Anonimus, 2011), *Adenanthera microsperma* Teijsm & Binn., *Adenanthera tamarindifolia* Pierre dan *Corallaria parvifolia* Rumph (Anonimus, 2010c).

Pada sistem agroforestri, tanaman ini sebagai penghasil bahan organik, pionir pada lahan marginal, naungan di perkebunan, dan pencegah erosi. Tanaman ini dapat tumbuh dengan cepat pada ketinggian 0-400 m dpl, curah hujan di atas 1000 mm/tahun, temperatur udara di atas 20°C, tahan kering (3-4 bulan kering) (Wilkinson, Elevitch and Thaman, 2000).

2.1.2 Diskripsi tanaman saga pohon (*Adenanthera pavonina* L.)

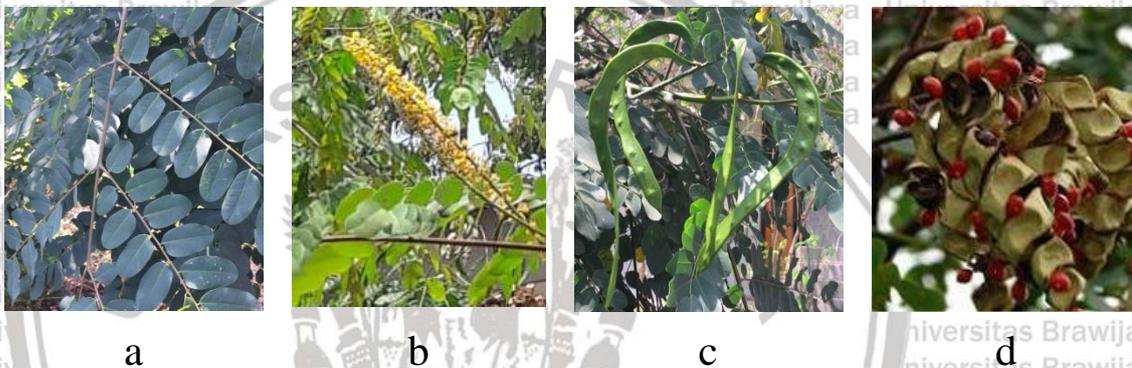
Tanaman saga pohon (*Adenanthera pavonina* L.) adalah pohon dengan buah menyerupai petai (tipe polong) dengan bijinya kecil berwarna merah. Tumbuhan ini berasal dari Asia Selatan namun sekarang telah tersebar di daerah pantropis. Tanaman saga pohon umum dipakai sebagai pohon peneduh di jalan jalan besar. Tumbuhan ini juga mudah ditemui di daerah kering. Daunnya menyirip ganda, seperti kebanyakan anggota suku polong-polongan lainnya (Putri dan Hastuti, 2015). Tanaman saga pohon (*Adenanthera pavonina* L.) adalah salah satu jenis yang termasuk dalam famili leguminosa. Jenis ini tersebar di bagian tengah dan timur pulau Jawa, mulai dari daerah pantai sampai ketinggian 600 m dpl. Saga pohon menyukai pH sedikit asam, dapat tumbuh di seluruh daerah dataran rendah beriklim tropis dengan curah hujan 3000-5000 mm per tahun. Pada umumnya tinggi tanaman saga tua bisa mencapai 20-30 m, dengan diameter sekitar 45 cm, dengan batang tegak berkayu dan bercabang (Anonimus, 2011). Akar tunggang yang kuat, batang tegak berkayu, permukaan halus, batang muda berwarna ungu, percabangan simpodial. Tanaman saga pohon termasuk tanaman deciduous atau berganti daun setiap tahun. Gambar 2 berikut ini menunjukkan tanaman saga pohon.



Gambar 2. Tanaman saga pohon (*Adenanthera pavonina* L.)

Sumber : Kamaliyah (2019)

Daun tanaman saga pohon berbentuk majemuk menyirip genap, tumbuh berseling, jumlah anak daun bertangkai 2-6 pasang, helaian dan 6-12 pasang, panjang tangkainya mencapai 25 cm, daun berwarna hijau muda (Kurniaty, 2017). Polong berwarna hijau, berukuran 15 sampai 20 cm, melengkung dengan tonjolan biji berhadapan. Polong yang sudah tua dan kering berwarna coklat kehitaman, akan terpelintir dan pecah dengan sendirinya. Setiap polong berisi 10-12 butir biji. Bijinya berbelah dua terbungkus kulit biji yang keras, berwarna merah mengkilat. Gambar daun, bunga, polong dan biji tanaman saga pohon disajikan pada gambar 3.



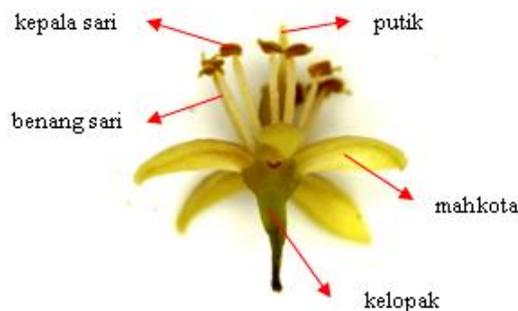
Gambar 3. a : Daun, b : bunga, c : polong dan d : biji tanaman saga pohon

(*Adenanthera pavonina* L.)

Sumber : Kamaliyah, dkk. (2019a)

Tanaman saga pohon termasuk tanaman hermaphrodites yaitu organ reproduksi jantan (*putik/stylus*) dan organ reproduksi betina (*benang sari/stamen*) terdapat dalam satu bunga. Bunga tanaman ini berbentuk ekor tikus berwarna kekuningan terkulai padat di ujung-ujung ranting, berukuran kecil-kecil. Kelopak bunga berbentuk corong berwarna hijau pucat. Mahkota bunga (*sepal/corolla*) berwarna kuning berbentuk bintang yang berjumlah 4–5 helai. Benang sari berjumlah 8–10 dengan tangkai benang sari (panjang \pm 1 cm berwarna kuning pucat. Kepala sari (*anther*) berwarna coklat muda (Putri dan Pramono,

2013). Struktur bunga tanaman saga pohon (Idang Kusmana, 2010) dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 4. Struktur bunga tanaman *A. pavonina*

Sumber : Idang Kusmana (2010)

Kayu yang sangat keras dapat digunakan dalam pembangunan perahu dan pembuatan mebel. Kulit pohon berguna dalam mengobati bisul, digunakan untuk membuat sabun, bertindak sebagai suppurative, tonik dan juga memiliki fungsi anti-tumor. Daunnya dapat dimakan dan mengandung alkaloid yang berkhasiat bagi penyembuhan reumatik (Anonimus, 2010^a). Selain itu, daun tanaman ini baik dalam bentuk ekstrak maupun dekok telah banyak diteliti mengandung lipoidal dan aktivitas anti inflamasi (Abou Zeid, El-Kashoury, Sleem dan Waly, 2012; Jayakumari, Ravichandiran, Velraj, Singh dan Vijaya Lakshmi, 2012) dan aktivitas anti emetik (Hasan, Azhar, Muzammil, Ahmed dan Ahmed (2012). Menurut Wilkinson, Elevitch dan Thaman (2000), penggunaan produk tanaman saga pohon sebagai pakan ternak cukup penting.

Akar tanaman ini berkhasiat sebagai obat luka, rematik dan mencuci rambut. Kulit batang digunakan untuk mencuci rambut. Selain itu, tanaman ini berguna untuk fiksasi nitrogen, dan sering dibudidayakan sebagai pakan, sebuah tanaman obat, dan tanaman hias yang digunakan sebagai tanaman kebun dan pohon perkotaan. Pohon ini biasa tumbuh di daerah tropis, terutama di daerah pantai.

Tanaman saga pohon mampu memproduksi biji kaya protein serta tidak memerlukan lahan khusus untuk penanaman karena bisa

tumbuh di lahan kritis, tidak perlu dipupuk atau perawatan intensif. Selain itu, hama dan gulmanya minim sehingga tidak memerlukan pestisida, jadi bersifat ramah lingkungan karena dapat ditanam bersama tumbuhan lainnya. Biji tanaman ini juga digunakan sebagai bahan pangan bergizi, serta dapat pula sebagai bahan pakan unggas, seperti yang dijelaskan oleh Debora, Jacob dan Hendrik, (2006) bahwa penggunaan tepung biji saga pohon sebagai sumber protein alternative dalam pakan ayam kampung dan ras petelur jantan, menunjukkan pengaruh yang berarti terhadap pertambahan bobot hidup dan konversi pakan. Bijinya mengandung asam lemak sehingga dapat menjadi sumber energi alternatif (biodiesel). Satu tanaman saga pohon dapat menghasilkan 100 hingga 150 kg biji (Lukman, 1982 dalam Nurjanah, 2015). Menurut Suita (2013) sebagai tanaman leguminosa, kandungan nutrisi pada biji saga pohon juga tidak kalah dengan jenis tanaman leguminosa lainnya, bahkan lebih tinggi dari kedelai, kacang hijau, kacang tanah, atau kacang. Hasil penelitian Balai Informasi Pertanian Ciawi, Bogor, Jawa Barat, menunjukkan biji saga pohon memiliki kandungan PK sebesar 48,2%, LK 22,6%, karbohidrat 10%, dan air 9,1%, dengan susunan asam amino yang cukup lengkap (Kitumbe, Onya dan Vemba, 2013).

Tanaman saga pohon termasuk leguminosa yang dapat dimanfaatkan daunnya sebagai pakan. Daun tanaman saga pohon tidak aktif sebagai anti bakteri *Stapylococcus aerus* namun aktif sebagai anti bakteri *Campylobacter jejuni*. Produksi biji dalam satu pohon cukup besar yaitu 100 kg sampai 150 kg dan sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal (Nurjanah, 2015).

2.1.3 Potensi produksi dan kualitas hijauan tanaman saga pohon

Produksi hijauan adalah nilai yang diperoleh dari pengukuran secara mekanis terhadap hijauan dengan pemotongan dan penimbangan, sedangkan kualitas hijauan mencakup kandungan nutrisi dan tingkat konsumsinya oleh ternak. Komposisi kimia

hijauan tanaman saga pohon yang dipotong 4 kali setahun dari 2 kecamatan di Madura disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia hijauan tanaman saga pohon (*Adenantha pavonina L.*)

Komposisi	Kandungan (%)
Bahan Kering	20,65- 36,98
Bahan Organik	85,07- 93,80
Protein kasar	14,35- 28,15
Serat kasar	19,77 - 21,36
Lemak kasar	1,06 - 1,17
Mineral	6,20 - 14,93
NDF	31,11 - 32,13
ADF	22,53 - 26,07
Hemisellulosa	7,06 - 9,62
Sellulosa	11,86 - 13,65
Lignin	9,13 - 10,71
Silika	0,54 - 0,71
Konden tannin	0,21 - 0,30
Saponin	11,32 - 13,62
Kecernaan Bahan Kering <i>in vitro</i>	61,79 - 78,13
Kecernaan Bahan organik <i>in vitro</i>	66,21 - 80,47
TDN	69,83 - 84,49
Produksi gas <i>in vitro</i> 48 jam (ml/500mgBK)	92,94 - 98,18
Produksi gas <i>in vitro</i> 72 jam (ml/500mgBK)	96,54-106,50
b : Potensi produksi gas (ml/500 mg BK)	100,20-131,20
c : Laju produksi gas fraksi tak larut (ml/500mgBK/jam)	0,03 - 0,06
NH ₃ (mg/l)	204,36-274,19

Sumber : Kamaliyah, dkk.(2019a)

Tanaman saga pohon (*Adenantha pavonina L.*) merupakan leguminosa pohon yang berpotensi besar menghasilkan rata-rata

hijauan pakan hingga $23,25 \pm 10,70$ kg BK/pohon/potong atau $84,09 \pm 37,33$ kg BK/pohon/tahun dengan periode pemotongan 3 bulan sekali, tergantung pada ukuran tanamannya serta kandungan PK sebesar 14,35-28,15% (Kamaliyah, Ifar, Kusmartono dan Chuzaemi, 2019b). Laporan tentang produksi hijauan tanaman saga pohon belum banyak tersedia. Menurut Gopinkumar (2009) produksi biomassa total tanaman saga pohon berumur 15 tahun dapat mencapai 289,1 kg segar, 178,0 kg BK dan kadar air sebesar 48,9%, sementara produksi daun mencapai 25,0 kg segar, 9,9 kg BK dengan kadar air sebesar 50,1%, terbesar kedua setelah *Terminalia tomentosa* diantara 12 spesies pohon-pohonan yang diteliti.

Kandungan N jaringan sebesar 2,340% atau 14,625% PK, 0,080% P dan 0,45% K, tertinggi diantara spesies lainnya. Menurut Orwa *et al.* (2009) sebagai sumber pakan suplemen, hijauan tanaman ini mengandung PK (17-22%) dan pencernaan yang tinggi, namun kandungan mineral rendah. Komposisi kimia hijauan tanaman ini mempunyai potensi yang besar sebagai pakan.

2.2 Pertumbuhan Bibit Tanaman Saga Pohon

2.2.1 Benih dan Perkecambahan

Benih adalah biji tanaman yang sengaja dipersiapkan untuk tujuan penanaman. Syarat utama benih yang baik adalah biji sudah masak fisiologis, yang pada yang pada tanaman saga pohon ditandai dengan polong yang telah mencapai ukuran maksimumnya serta telah berubah warna menjadi coklat.

Benih merupakan salah satu faktor utama dalam penentu keberhasilan usaha tani sehingga harus ditangani secara sungguh-sungguh agar dapat tersedia dengan baik dan terjangkau. Penggunaan benih bermutu dan varietas unggul sangat menentukan keberhasilan peningkatan produksi. Penggunaan benih bermutu dapat mengurangi resiko kegagalan usaha tani karena bebas dari serangan hama dan penyakit serta mampu tumbuh baik pada kondisi lahan yang kurang menguntungkan (Lesilolo, dkk., 2012).

Benih yang bermutu secara fisiologis ditentukan dari kemampuan daya kecambah, vigoritas dan berat kering tanaman. Daya kecambah adalah kemampuan benih untuk tumbuh normal pada suhu yang optimal, akan tetapi kemampuan daya kecambah belum mampu memberikan informasi yang lengkap tentang kemampuan benih untuk tumbuh di lapangan (Farizaldi, 2012).

Menurut Suita (2012) benih saga termasuk dalam kategori benih ortodok yang memiliki kadar air berkisar 9,32% dan mampu disimpan pada suhu rendah. Secara umum benih ortodok memiliki ciri kulit biji keras, ukuran bijinya biasanya kecil hingga sedang, kadar air biji segar sebelum masak fisiologis 15-31% dan kadar air saat masak fisiologis menurun hingga 6-10% (Mira dkk., 2014).

Perbanyakan tanaman saga pohon sering terkendala dengan masa dormansi yang cukup lama untuk benih berkecambah dikarenakan sifat fisiologis benih yang cenderung berkulit tebal dan keras, namun kemurnian benih saga pohon dapat mencapai 99 – 100%. Dormansi pada benih dapat disebabkan oleh keadaan fisik dari kulit biji keadaan fisiologis dari embrio atau kombinasi kedua keadaan tersebut. Menurut Sutopo (2002), dormansi fisik disebabkan pembatasan struktural terhadap perkecambahan, seperti kulit biji yang keras dan kedap sehingga menjadi penghalang mekanis terhadap masuknya air atau gas pada benih, seperti yang terjadi pada benih tanaman ini. Dormansi pada benih tanaman ini dapat dipecahkan dengan perlakuan skarifikasi (pengikisan kulit benih). Dengan perlakuan tersebut, daya berkecambah benih dapat mencapai 97% dibandingkan kontrol yang hanya 6%, dengan pengecambahan dilakukan dengan menggunakan media kertas merang (Hasanah dan Rusmin, 2006). Daya kecambah benih yang dikikir dan direndam dalam air selama 24 jam menjadi 77,33% dan apabila direndam dalam H_2SO_4 selama 20 menit meningkat menjadi 80% dan 92% dengan perendaman 30 menit (Yuniarti, 2002). Viabilitas benih dapat dipertahankan pada penyimpanan kedap udara pada suhu kamar, daya kecambah 15%,

pada penyimpanan terbuka selama 8 tahun pada suhu kamar (Orwa *et al.*, 2009).

Perkecambahan adalah serangkaian peristiwa penting yang terjadi sejak biji dorman sampai menjadi bibit yang sedang tumbuh. Germinasi atau perkecambahan merupakan proses katabolis yang menyediakan zat gizi penting untuk pertumbuhan tanaman melalui reaksi hidrolisis dari zat gizi cadangan yang terdapat didalam biji (Anggrahini, 2007). Tahapan perkecambahan benih meliputi suatu rangkaian kompleks dari perubahan-perubahan morfologi, fisiologi dan biokimia. Tahap pertama yaitu dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih melunaknya kulit benih dan hidrasi dari propotoplasma. Tahap kedua yaitu kegiatan-kegiatan sel dan enzim-enzim serta naiknya tingkat respirasi benih. Tahap ke tiga yaitu penguraian bahan-bahan seperti karbohidrat, lemak dan protein dan diisolasikan ke titik tumbuh. Tahap ke empat yaitu asimilasi dari bahan-bahan yang telah diuraikan di daerah meristematik untuk menghasilkan energi bagi kegiatan pembentukan komponen dan pertumbuhan sel-sel baru. Tahap kelima yaitu pertumbuhan dari kecambah melalui proses pembelahan, pembesaran dan pembagian sel-sel pada titik-titik tumbuh. Daun belum berfungsi sebagai organ untuk fotosintesa perkecambahan sangat bergantung pada kesediaan makan yang ada dalam biji (Sutopo, 2002).

Menurut Bewlwy dan Nonogaki (2017)), pada benih ortodoks seperti benih tanaman saga pohon, metabolisme embrio ditunda sebagai konsekwensi dari pengeringan pematangan. Bahkan benih matang dengan kadar air rendah (10-15%) tidak berkecambah sebelum terhidrasi penuh. Oleh karena itu hal penting pertama dari perkecambahan adalah rehidrasi. Berdasarkan kandungan airnya, proses perkecambahan dibagi dalam 3 tahap. Tahap I merupakan tahap penyerapan air cepat, proses fisik dimana dinding sel dan senyawa cadangan interselluler menyerap air. Selama proses imbibisi, terdi proses biokimia, yaitu dimulainya perbaikan membran dan DNA, dimana terjadi biosintesis membran mitokondria sehingga

menginisiasi respirasi, aktivasi mRNA yang sudah ada dan sintesis protein. Sintesis protein dari mRNA ini tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan sintesis protein selama proses perkecambahan sehingga dibutuhkan transkripsi gen. Tahap II, peningkatan kadar air sangat kecil, terjadi transkripsi gen yang berhubungan dengan metabolisme hormon, yaitu biosintesis dan deaktivasi ABA dan GA yang menentukan benih dorman atau berkecambah. Selama proses imbibisi, GA memicu produksi enzim dan protein pelemah dinding sel sehingga terjadi pembesaran dan pemanjangan axis embrio (radikula, hipokotil dan collet) ke arah mikropil. Modifikasi dinding sel endosperma mikropil dengan membentuk enzim pendegradasi hemisellulosa (*galacto dan gluco mannans*) dari dinding sel sekunder agar terjadi penetrasi radikula. Protein lain seperti enzim pemodifikasi xyloglucan (*xylose-glucose chain*) dan *expansins* juga terlibat dalam memodifikasi dinding sel. Enzim-enzim tersebut disintesis dan digunakan untuk melemahkan dinding sel itu sendiri (*autolysis*). Protein cadangan dan lipida dalam vakuola tidak ada lagi kemungkinan digunakan untuk sumber energi dalam bentuk asam amino dan gula dalam proses modifikasi dinding sel endosperma mikropil, sedangkan cadangan di endosperma dan embrio digunakan untuk munculnya radikula untuk mendukung pertumbuhan bibit. Tahap III dimulai dari munculnya radikula, penyerapan air meningkat kembali dan pertumbuhan kecambah menjadi bibit berlanjut. Dijelaskan oleh Soares *et al.* (2015), bahwa pada benih tanaman saga pohon, tahap I terjadi pada jam ke- 0-42, tahap II pada jam ke- 42-72 dan tahap III dimulai pada jam ke-72.

Kemampuan benih tumbuh normal menjadi tanaman normal yang berproduksi wajar dalam keadaan biofisik lapangan yang optimum dapat menggunakan parameter berupa presentase kecambah normal berdasarkan penilaian terhadap struktur tumbuh embrio yang diamati secara langsung atau yang disebut dengan daya kecambah (Sutopo, 2002). Menurut Anonimus (2006), daya kecambah adalah kemampuan benih untuk dapat berkecambah normal pada kondisi lingkungan yang

serba optimum dalam waktu tertentu, biasanya dinyatakan dengan persen. Daya berkecambah benih dilakukan dengan mengecambahkan benih yang diambil dari komponen benih murni. Parameter viabilitas tidak kalah pentingnya dengan daya berkecambah, pengujian benih sangat berpengaruh terhadap hasil yang akan dihasilkan, benih yang viabilitasnya tinggi ditentukan oleh tolok ukur daya berkecambah, yaitu 90,33%. Viabilitas benih menunjukkan daya hidup benih aktif secara metabolis dan memiliki enzim yang dapat mengkatalisis reaksi metabolisme yang diperlukan untuk perkecambahan dan pertumbuhan kecambah. Kecepatan berkecambah merupakan aspek penting yang mewakili vigor benih dan nilai indeks vigor yang tinggi menunjukkan vigor yang baik dari benih tersebut. Vigor sebagai indikator kemampuan benih untuk tumbuh menjadi pemberi informasi mengenai kualitas fisiologi biji.

2.2.2 Pertumbuhan Bibit

Daya kecambah tidak memberikan informasi yang lengkap tentang keberhasilan penanaman di lapangan, yang lebih ditentukan oleh ketersediaan bibit yang berkualitas. Benih yang baik apabila diproses dengan teknik persemaian yang baik akan menghasilkan bibit yang baik pula, tetapi benih yang baik akan menghasilkan bibit yang kurang baik apabila diproses dengan teknik persemaian yang tidak sesuai. Bibit yang berkualitas dalam jumlah yang cukup dan tepat waktu akan diperoleh apabila teknik persemaian yang dilakukan sesuai dengan prosedur yang sudah baku (Kurniaty, Budiman, dan Suartana, 2010).

Pertumbuhan mengacu pada perubahan ukuran yang ireversibel dari sel, organ atau seluruh tanaman. Ini melibatkan pembelahan dan pembesaran sel. Pertumbuhan tanaman dapat divisualisasikan dalam bentuk peningkatan panjang atau tinggi tanaman, diameter batang, volume jaringan, penambahan jumlah sel, peningkatan berat segar dan berat kering, penambahan luas daun, berat daun, dan lain-lain. Biasanya, tanaman menunjukkan pola pertumbuhan sigmoid, terutama untuk pertumbuhan awal seperti berat biomassa. Pola seperti itu juga

dapat terjadi pada pertumbuhan organ dan atau tanaman dalam bentuk ukuran, volume, berat, panjang atau tinggi tanaman, dan sebagainya (Pandey, *et al.*, 2017).

2.2.2.1 Akumulasi biomassa

Biomassa adalah total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas. Biomassa hutan berperan penting dalam siklus karbon. Pengukuran biomassa hutan mencakup seluruh biomassa hidup yang ada di atas permukaan tanah dan di bawah permukaan tanah serta bahan organik yang mati meliputi kayu mati dan serasah (Brown, 1997 dalam Sutaryo, 2009). Sedangkan Darmanti, Nurchayati, Hastuti, dan Syaifuddin (2004) menyatakan biomassa merupakan massa semua bagian tanaman yang berasal dari proses fotosintesis, unsur hara dan air yang diserap oleh tanaman dan diolah melalui proses biosintesis. Akumulasi biomassa merupakan salah satu indikator pertumbuhan tanaman dan biasanya didasarkan pada berat kering tanaman. Pembelahan dan pembentangan sel menyebabkan terjadinya penambahan biomassa tanaman yang dapat diukur dengan variabel berat kering tanaman.

Akumulasi biomassa pada umumnya dinyatakan sebagai bobot kering organisme atau bobot fisiologis pada tumbuhan. Berat kering bibit yang berupa biomassa total, dipandang sebagai manifestasi proses-proses metabolisme yang terjadi di dalam tubuh tumbuhan. Biomassa tumbuhan meliputi hasil fotosintesis, serapan unsur hara dan air, disusun oleh senyawa utama karbohidrat yang terdiri dari unsur karbon dioksida, hidrogen, dan oksigen. Berat kering dapat menunjukkan produktivitas tanaman karena 90% hasil fotosintesis terdapat dalam bentuk berat kering. Menurut Whitmore (1985) umumnya karbon menyusun 45–50% berat kering dari biomassa. Akumulasi biomassa bibit merupakan material kering dari suatu organisme hidup (tumbuhan) pada waktu, tempat dan luasan tertentu, sehingga satuan biomassa tumbuhan biasanya dinyatakan dalam kg/m² atau ton/ha. Akumulasi biomassa bibit dalam penelitian ini

dinyatakan dalam berat kering yang merupakan gabungan dari organ tanaman hidup yang berada di atas tanah (*total aboveground biomass*) yang komponen utamanya terdiri dari organ batang, cabang/ranting dan daun dan bagian akar.

2.2.2.2 Laju Pertumbuhan Relatif

Menurut Iralu dan Upadhaya (2018) laju pertumbuhan relatif (selanjutnya disebut *Relative Growth Rate/RGR*) adalah laju peningkatan biomassa per satuan waktu yang ekuivalen dengan laju asimilasi produk bersih, yaitu laju pertambahan biomassa kering per satuan luas daun per waktu (*Net Assimilation Rate/NAR*), luas daun spesifik yaitu perbandingan luas daun dengan berat kering daun (*Specific Leaf Area/SLA*) dan fraksi massa daun (rasio massa daun terhadap massa kering tanaman: *Leaf Mass Fraction LMF*). Memahami sifat atau kombinasi sifat (metabolik, morfologis dan alokasional) yang mempengaruhi RGR bibit di persemaian di bawah kondisi pertumbuhan yang menguntungkan dapat menjadi fenomena yang berguna untuk melihat kemampuan potensial dari spesies untuk memanfaatkan lingkungan pertumbuhan yang menguntungkan. Berikut rumus dari Laju Pertumbuhan Relatif (Evan, 1972) :

$$\text{Relative Growth Rate (g/g/t)} = \frac{\ln(W_2 - W_1)}{t_2 - t_1}$$

Keterangan :

W1 = Biomassa BK tanaman awal

W2 = Biomassa BK tanaman akhir

t1 = Waktu pengamatan awal

t2 = Waktu pengamatan akhir

2.3 Pengaruh Naungan terhadap pertumbuhan, alokasi produk pertumbuhan dan morfologi bibit

Naungan di persemaian dibuat dengan tujuan untuk menghindarkan kerusakan akibat intensitas radiasi matahari dan suhu udara persemaian yang terlalu tinggi sehingga bibit mendapatkan intensitas radiasi dan suhu yang sesuai dengan yang dibutuhkan.

Dalam prakteknya naungan diperlukan baik untuk jenis yang perlu naungan maupun yang tidak perlu naungan. Hanya saja untuk jenis-jenis yang tidak perlu naungan atau memerlukan cahaya penuh, diberikan naungan yang ringan (Yeh and Wang, 2000). Pemberian naungan diperlukan selama penyemaian benih karena apabila disemaikan pada tempat terbuka atau menerima cahaya matahari penuh dapat menyebabkan pertumbuhan semai yang abnormal bahkan kematian semai. Akan tetapi pada tahap pertumbuhan selanjutnya pasca penyapihan semai ke media pertumbuhan, intensitas naungan dikurangi secara bertahap (Adinugraha, 2012).

Naungan akan mempengaruhi jumlah intensitas cahaya matahari yang mengenai tanaman. Setiap jenis tanaman membutuhkan intensitas cahaya tertentu untuk memperoleh fotosintesis yang maksimal. Oleh karena itu, pemberian naungan bertujuan mendapatkan intensitas cahaya matahari yang sesuai untuk fotosintesis (Gultom, Basyuni, dan Utomo, 2015). Pemberian intensitas cahaya yang sesuai dengan kebutuhan dapat dilakukan dengan memberikan naungan menggunakan paranet. Fungsi paranet selain untuk mengurangi intensitas cahaya juga dapat mengurangi suhu udara lingkungan tanaman. Perbedaan tingkat naungan mempengaruhi intensitas cahaya, suhu udara, kelembaban udara dan suhu tanah lingkungan tanaman, sehingga intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman berbeda dan mempengaruhi ketersediaan energi cahaya yang akan diubah menjadi energi panas dan energi kimia (Widiastuti, Tohari, dan Sulistyarningsih, 2004).

Seperti tanaman pohon-pohonan lainnya, penanaman tanaman saga pohon tidak dapat dilakukan dengan menanam benih secara langsung di lapang, tetapi melalui proses pembibitan. Pada masa pembibitan, yaitu pada fase awal pertumbuhan, tanaman masih rentan terhadap cekaman lingkungan termasuk intensitas radiasi yang tinggi dan kekeringan. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan menghambat pertumbuhan tanaman. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi akan berpengaruh terhadap aktivitas sel-sel stomata daun

dalam mengurangi transpirasi sehingga mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman. Sedangkan intensitas cahaya yang rendah akan mengganggu jalannya fotosintesis sehingga menghasilkan produk fotosintesis yang tidak maksimal dan akan menghambat pertumbuhan tanaman, sehingga intensitas cahaya optimal sangat diperlukan agar pertumbuhan tanaman dapat maksimal dan dapat menghasilkan bibit dengan kualitas yang baik (Kurniaty, Budiman, dan Suartana, 2010).

Menurut Amissah, Mohren, Kyereh dan Poorter (2015), bibit yang dinaungi akan mempunyai kemampuan bertahan terhadap kondisi kekeringan lebih tinggi pada dari pada yang di bawah cahaya penuh. Tanaman akan meningkatkan area permukaan untuk menangkap sumberdaya yang terbatas. Tanaman yang ternaungi akan meningkatkan jumlah daun untuk menangkap lebih banyak cahaya.

Dalam pengaruhnya terhadap alokasi biomassa, tanaman yang tumbuh ternaungi biasanya berinvestasi pada biomassa di atas permukaan tanah (daun dan batang) tinggi dan menipiskan daun untuk mengoptimalkan penangkapan dan pemanfaatan cahaya (Evan dan Poorter, 2001; Reich, Tjoelker, Walters, Vanderklein, dan Buschena, 1998). Pada spesies yang toleran naungan menghasilkan daun yang efisien untuk meningkatkan penangkapan cahaya pada lingkungan yang rendah cahaya (Evan dan Poorter, 2001). Tanaman yang ditanam dengan cahaya tinggi mengalokasikan relatif lebih sedikit untuk daun dan mengalokasikan lebih banyak ke akar untuk menangkap air dan unsur hara untuk mempertahankan tingkat transpirasi dan tingkat pertumbuhan yang tinggi (Poorter dan Nagel, 2000). Selain respons intraspesifik tanaman terhadap naungan juga ditemukan respon respon interspesifik di antara spesies. Terlepas dari strategi yang berbeda di bawah naungan dan kekeringan itu mungkin memiliki sifat-sifat yang memberi toleransi kekeringan dan naungan pada tanaman dalam strategi sumber daya konservasi (Sánchez-Gómez, Zavala, Valladares, 2008). Dalam situasi seperti naungan tanaman toleran akan memiliki alokasi rendah untuk daun, alokasi

tinggi untuk membendung dan alokasi yang relatif tinggi ke jaringan bawah tanah.

2.4 Pengaruh Tingkat Ketersediaan Air terhadap pertumbuhan, alokasi produk pertumbuhan dan morfologi bibit

Air merupakan komponen penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Air sangat berperan dalam proses metabolisme tanaman dan pada kondisi kekurangan air dapat mempengaruhi aspek pertumbuhan tanaman baik secara anatomi, morfologi, fisiologi dan biokimia, hal ini disebut sebagai aspek ganda dari cekaman air. Cekaman air beserta aspek lingkungan yang menyertainya diduga berpengaruh terhadap pertumbuhan, pembungaan dan produksi tanaman. Cekaman air berpengaruh nyata pada tinggi tanaman dan produksi hijauan jenis leguminosa. Produksi hijauan mengalami penurunan seiring dengan peningkatan cekaman air (Sajimin dkk., 2001).

Laju pertumbuhan relative menunjukkan peningkatan berat biomassa tanaman dalam suatu interval waktu dibandingkan dengan berat tanaman awal. Cekaman kekeringan dapat menurunkan tingkat produktivitas (biomassa) tanaman, karena menurunnya metabolisme primer, penyusutan luas daun dan aktivitas fotosintesis. Penurunan akumulasi biomassa akibat cekaman air untuk setiap jenis tanaman besarnya tidak sama. Hal tersebut dipengaruhi oleh tanggap masing-masing jenis tanaman. (Solichatun dkk., 2005).

Secara fisiologis toleransi terhadap kekeringan adalah kemampuan tanaman untuk tetap berfungsi secara fisiologis pada tingkat ketersediaan air rendah (toleransi terhadap status air jaringan yang rendah). Pada potensial air yang rendah, spesies toleran kekeringan mengurangi risiko kavitasasi xilem (melalui pembentukan batang padat dengan pembuluh sempit dan *pit membrane*), yang memungkinkan mereka untuk mempertahankan pertukaran gas dan konduktivitas hidrolik (Markestijn dan Poorter, 2009). Selain itu, spesies yang secara efisien menutup stomata mereka dapat mentoleransi kondisi

kering. Dalam beberapa spesies konifer, peningkatan hormon asam absisat mempengaruhi penutupan efisien stomata selama stres air.

Mekanisme untuk merespon kekeringan adalah : 1) menghindari kekeringan dengan menggugurkan daun untuk mengurangi kehilangan air pada tanaman *deciduous*, seperti tanaman saga pohon; 2) menunda kekeringan dengan meningkatkan alokasi biomassa di bawah tanah (akar), membentuk akar halus dan akar dalam untuk mendapatkan penyerapan air; dan 3) toleransi fisiologis, misalnya dengan mengecilkan ukuran saluran xylem (Amisshah, et al.,2015).

Tanaman memiliki kebutuhan air yang berbeda tergantung pada setiap fase pertumbuhan. Kebutuhan air tanaman ditentukan berdasarkan nilai kandungan air (%) pada keadaan kapasitas lapang (pF 2,54) dan nilai kandungan air (%) pada keadaan titik layu permanen (pF 4,2). Kapasitas lapang adalah jumlah air maksimum yang mampu ditahan oleh tanah (Marsha dkk., 2014).

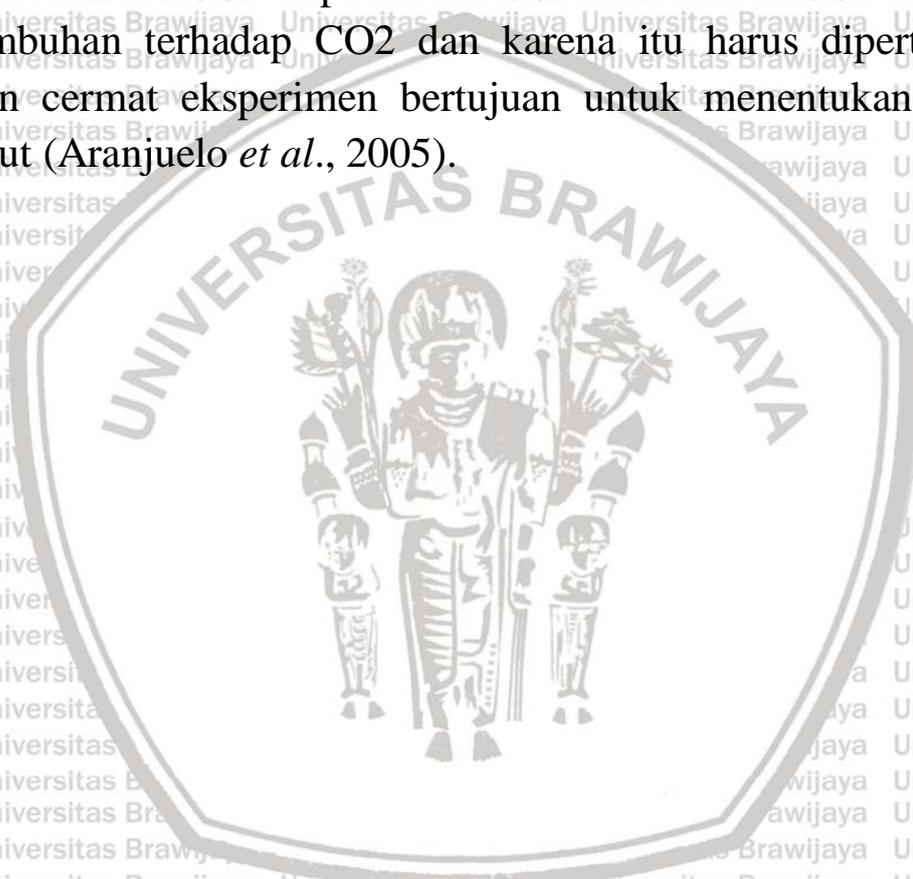
Pemberian air terhadap tanaman hendaknya sesuai dengan kebutuhan air tanaman yang sesungguhnya, sebab kekurangan atau kelebihan pemberian air memberikan pengaruh kurang baik bagi tanaman. Air merupakan faktor yang penting bagi tanaman. Disamping sebagai bahan baku proses fotosintesis, air bertindak pula sebagai pelarut, reagensia pada bermacam-macam reaksi dan sebagai pemelihara turgor tanaman (Maryani, 2012).

Ketersediaan air akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman. Pertumbuhan suatu tumbuhan dapat diukur melalui berat bering dan laju pertumbuhan relatifnya. Ketersediaan air yang cukup tinggi akan mempengaruhi turgor sel. Turgor sel akan mempengaruhi pembentangan sel sehingga akan menentukan tingkat pertumbuhan (akumulasi biomassa/berat kering). (Solichatun dkk., 2005).

Cekaman kekeringan dapat menyebabkan perubahan fisiologis dan biokimia pada tanaman. Perubahan ini bertujuan untuk menyimpan air melalui tingginya osmotik eksternal dan memelihara aktifitas fotosintesis, dengan mengurangi pembukaan stomata untuk

mengurangi kehilangan air (Kumar *et al.*, 2011). Cekaman kekeringan pada tanaman dapat menurunkan bobot kering tajuk dan akar (El Tayeb dan Ahmed, 2010), potensial air (Sanchez *et al.*, 2004), dan kandungan air relatif daun (Uzilday *et al.*, 2012; Zhou *et al.*, 2011).

Fotosintesis dan produksi biomassa tanaman dengan C3 metabolisme fotosintesis itu saat ini dibatasi oleh Ca, keduanya CO₂ tingkat fiksasi dan pertumbuhan tanaman meningkat. Faktor lingkungan seperti suhu udara dan kelembaban, ketersediaan air, angin, cahaya dan nutrisi dapat secara interaktif memodifikasi respon pertumbuhan terhadap CO₂ dan karena itu harus dipertimbangkan dengan cermat eksperimen bertujuan untuk menentukan tanggapan tersebut (Aranjuelo *et al.*, 2005).



BAB III

MATERI DAN METODE

3.1 Lokasi penelitian

Pelaksanaan pembibitan tanaman saga pohon (*Adenanthera pavonina* L.) dilakukan di Rumah kaca Laboratorium Lapang Sumbersekar, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Analisis kandungan BK dan BO dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya pada bulan Januari sampai April 2018.

3.2 Materi penelitian

3.2.1 Materi penelitian

Materi yang digunakan berupa benih tanaman saga pohon yang diperoleh dari kecamatan Bluto, kabupaten Sumenep, Madura yang telah disimpan selama 3 bulan yang dilukai dan direndam di dalam air 60°C selama 24 jam, media tanam adalah tanah, pasir, dan pupuk kompos yang diperoleh dari Malang, Jawa Timur dengan perbandingan 8:1:1.

3.2.2 Peralatan penelitian

Peralatan yang digunakan untuk pembibitan meliputi bak atau ember, *polybag* berukuran 15x20 cm, paranet, timbangan analitik, penggaris, meteran, sekop atau cangkul, dan *lux* meter (*light* meter) untuk mengukur besarnya intensitas cahaya yang masuk serta higrometer. Peralatan yang digunakan untuk analisis BK dan BO adalah cawan porselin, eksikator, oven 105°C, penjepit, dan timbangan analitik.

3.3 Metode penelitian

3.3.1 Metode penelitian

Metode penelitian adalah percobaan yang disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan tingkat pemberian air (A) tersarang dalam 4 perlakuan naungan (N), dengan 4 ulangan. Masing-masing ulangan terdiri dari 12 tanaman.

Adapun perlakuan yang diberikan adalah :

Penelitian ini menggunakan bibit tanaman saga pohon sebanyak 778:tanaman, terdiri dari:

1. Bibit tanaman saga pohon yang mendapatkan perlakuan sebanyak $4 \times 4 \times 4 \times 12 = 768$ tanaman.
2. Bibit tanaman untuk perhitungan titik layu permanen sebanyak 10 tanaman.

Perlakuan naungan menggunakan paranet dengan tingkat pencahayaan 40%, 60% dan 80%. Pengukuran intensitas radiasi dilakukan sebanyak enam kali pada bulan Januari hingga April 2018 pada pukul 08.00; 12.00; dan 16.00 WIB. Dari data pada lampiran 1 diperoleh rata-rata intensitas radiasi pada berbagai macam perlakuan naungan adalah N0 : 27918,33 lux (100%); N40 : 16330,56 lux (58,49%); N60 : 11050,56 lux (39,58%); dan N80 : 5966,11 (21,37%). Hasil pengamatan intensitas radiasi masing-masing perlakuan dapat dilihat pada lampiran 1.

Penentuan kapasitas lapang (KL) dilakukan untuk mengetahui volume penyiraman yaitu dengan metode *gravimetric* (Herdiawan, 2013). Untuk perhitungan kapasitas lapang dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.3.2 Variabel penelitian

Variabel yang diamati, meliputi :

1. Pertumbuhan bibit :

- Tinggi tanaman dan panjang akar (cm).

Pengukuran tinggi tanaman dari pangkal batang hingga titik tumbuh tertinggi dari bibit tersebut. Sedangkan panjang akar diukur mulai pangkal akar sampai ujung akar yang terpanjang.

- Biomassa BK (g) pada minggu ke-2 dan ke-12, biomassa tajuk dan akar. Biomassa BK ditentukan dengan memasukkan contoh bibit yang telah dipisahkan antara bagian aerial di atas tanah (tajuk) dengan bagian akar, ke dalam oven 105°C selama 4 jam.

- Laju pertumbuhan relatif (LPR) (g/g/minggu) (Evan, 1972).

$$\text{LPR (g/g/minggu)} = \frac{\ln(\text{biomassa BK mg 12}) - \ln(\text{biomassa BK mg 2})}{\text{Minggu ke-12} - \text{minggu ke-2}}$$

2. Alokasi biomassa (Amisah, et al., 2015) :

- Fraksi biomassa BK Tajuk (g/g) = $\frac{\text{Biomassa BK Tajuk}}{\text{Biomassa BK Tanaman}}$

- Fraksi Biomassa BK Akar (g/g) = $\frac{\text{Biomassa BK Akar}}{\text{Biomassa BK Tanaman}}$

- Rasio Akar : Tajuk = $\frac{\text{Biomassa BK Akar}}{\text{Biomassa BK Tajuk}}$

3. Morfologi bibit (Amisah, et al., 2015) :

- Panjang Batang Spesifik (cm/g) = $\frac{\text{Panjang Batang}}{\text{Biomassa BK Batang}}$

- Panjang Akar Spesifik (cm/g) = $\frac{\text{Panjang Akar}}{\text{Biomassa BK Akar}}$

3.4 Analisis data

Model matematis Rancangan Acak Lengkap Pola Tersarang (*Nested*) yang digunakan menurut Natsir, Sudarwati dan Nurgiyartiningsih (2019), adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j(i) + \sum_{ij}(k)$$

Dimana:

Y_{ijk} = respon yang diamati

μ = nilai tengah umum atau nilai rata-rata

α_i = pengaruh faktor naungan ke-i (1, 2, 3, 4)

$\beta_j(i)$ = pengaruh faktor ketersediaan air ke-j yang tersarang pada faktor naungan ke-i (1, 2, 3, 4)

$\sum_{ij}(k)$ = galat percobaan

Analisis data yang akan dilakukan menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) atau nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji jarak Berganda *Duncan's*.

Model statistik JND yang digunakan adalah:

$$SE = \sqrt{\frac{KT_{Galat}}{r}}$$

Keterangan:

SE = Standart Eror

KTG = Kuadrat Tengah Galat

r = Banyaknya ulangan

3.6 Batasan Istilah

Benih : Biji yang dipersiapkan tanaman untuk tanam, yang telah melalui proses seleksi sehingga diharapkan dapat mencapai proses tumbuh yang baik. Benih siap untuk dipanen apabila telah masak, pemasakan pada benih memiliki beberapa fase, yaitu fase pembuahan, fase penimbunan zat makanan dan fase pemasakan.

Bibit : Benih yang telah berkecambah.

Biomassa : Bahan biologis berupa bahan kering yang berasal dari tanaman.

Fraksi biomassa BK tajuk : Hasil penimbangan biomassa BK bagian di atas permukaan tanah, yang terdiri dari batang dan daun

Fraksi biomassa BK akar : Hasil penimbangan biomassa BK bagian di bawah permukaan tanah.

Kadar air kapasitas lapang : Kadar air tanah di lapang pada saat air drainase sudah berhenti atau hampir berhenti mengalir karena adanya gaya grafitasi setelah sebelumnya tanah tersebut mengalami jenuh sempurna.

Laju pertumbuhan relatif : \ln (hasil penimbangan biomassa BK pada minggu ke-12 dikurangi biomassa BK minggu ke-2 dibagi 12 dikurangi 2)

Panjang batang spesifik : Panjang batang/tinggi tanaman dibagi biomassa BK tajuk

Panjang akar spesifik : Panjang akar dibagi biomassa BK akar

Rasio akar-tajuk : Biomassa BK akar dibagi dengan biomassa BK tajuk

Tajuk : Bagian aerial/yang ada di atas permukaan tanah dari bibit yang terdiri dari batang dan daun.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi lingkungan penelitian

Kondisi lingkungan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman penelitian, sehingga pada penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap kondisi iklim dan kondisi tanaman penelitian. Pengamatan terhadap kondisi iklim, meliputi curah hujan, lama penyinaran, suhu dan kelembaban udara di rumah kaca, sedangkan kondisi tanaman penelitian meliputi tingkat survival dan titik layu permanen.

4.1.1 Kondisi iklim

Pelaksanaan pembibitan tanaman saga pohon (*Adenanthera pavonina* L.) dilakukan di Rumah kaca Laboratorium Lapang Sumbersekar, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang terletak di 7,9185^o LS dan 112,5758^o BT. Kondisi lingkungan penelitian disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Data kondisi lingkungan di lokasi penelitian daerah Sumbersekar, kecamatan Dau, kabupaten Malang.

Variabel	Januari	Februari	Maret	April
Curah Hujan (mm)*	381	276	187	124
Lama Penyinaran Matahari (%)*	41,3	53,9	59,1	66,4
Suhu rumah kaca (°C)**	24,1-26,5	24,4-26,7	23,1-26,5	27,9-28,8
Kelembaban udara rumah kaca (%)**	58-62	57-60	63-67	55-56

Sumber :

* Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Stasiun Klimatologi Karangploso (2018).

** Hasil pengamatan

Penelitian ini dilaksanakan pada musim hujan. Tabel 3 menyajikan data curah hujan, lama penyinaran, suhu, dan kelembaban udara di dalam rumah kaca. Menurut Indarto, Susanto dan Fakhruddin (2012),

berdasarkan metode klasifikasi iklim Oldeman, bulan Januari dan Februari dengan curah hujan 381 dan 276 mm termasuk kategori bulan basah, sedangkan bulan Maret dan April dengan curah hujan 187 dan 124 mm termasuk kategori bulan lembab. Curah hujan yang semakin menurun pada bulan Januari hingga April berbanding terbalik dengan lama penyinaran, yang semakin meningkat yaitu Januari hingga April masing-masing 41,3%, 53,9%, 59,1%, dan 66,4%. Tingginya curah hujan dan jumlah hari hujan serta rendahnya lama penyinaran mengakibatkan intensitas radiasi matahari yang diterima juga rendah sehingga variasi suhu di dalam rumah kaca juga rendah, berkisar antara 23,1-28,8 °C.

4.1.2 Kondisi tanaman penelitian

4.1.2.1 Tingkat *survival*

Tingkat survival bibit tanaman saga pohon terhadap perlakuan yang diberikan pada penelitian mencapai 100%, artinya selama 12 minggu pengamatan tidak satupun bibit tanaman saga pohon yang mati. Walaupun tingkat naungan hingga 80% menurunkan laju pertumbuhan relatif hingga 19% bibit tetap tumbuh dan tidak sampai menyebabkan kematian. Demikian juga tingkat ketersediaan air hanya 40% KL menurunkan laju pertumbuhan relatif hingga 20%, tetapi bibit tetap hidup, karena tingkat ketersediaan air belum mencapai titik layu permanen. Hal ini sesuai dengan Suita (2013) yang menyatakan bahwa tanaman saga pohon (*Adenantha pavonina L.*) tidak memerlukan perawatan intensif untuk tumbuh.

4.1.2.2 Titik layu permanen bibit tanaman saga pohon

Pengamatan terhadap titik layu sementara dan titik layu permanen dilakukan pada minggu ke-12. Berdasarkan perhitungan pada lampiran 3, titik layu sementara terjadi pada saat kadar air tanah 12,92% atau 39,80% KL, pada hari ke 6 setelah pemberian air 100% kapasitas lapang. Sementara itu, titik layu permanen terjadi pada saat kadar air tanah 11,21% atau 34,54% KL, terjadi 3 hari setelah titik layu

sementara atau pada hari ke 9 setelah pemberian air 100% kapasitas lapang.

Pada tingkat ketersediaan air tanah yang rendah, penyerapan air oleh akar tanaman juga rendah, sehingga pada tingkat ketersediaan air tertentu penyerapan air oleh akar lebih kecil dari pada tingkat evapotranspirasi tanaman. Pada kondisi ini tanaman tidak dapat mempertahankan turgor selnya, sehingga tanaman menjadi layu. Titik tersebut disebut dengan titik layu sementara, karena tanaman akan dapat meningkatkan turgor selnya dan menjadi segar kembali apabila kondisi air tanah meningkat akibat hujan atau penyiraman sehingga tanaman dapat menyerap air sesuai kebutuhannya. Menurut Kurniawan, dkk (2014), tanaman yang ditanam pada kondisi tingkat ketersediaan air rendah terus menerus selama masa pertumbuhan, maka tanda pertama yang ditunjukkan adalah daun-daun menjadi layu, dan apabila tingkat ketersediaan air yang kurang terus berlangsung. Maka tanaman menjadi mati. Nikita, dkk (2014) bahwa titik layu permanen merupakan kondisi kadar air tanah yang ketersediaannya lebih rendah dibanding kebutuhan tanaman untuk aktivitas dan mempertahankan turgor selnya, sehingga tanaman menjadi layu permanen dan tidak dapat pulih lagi.

4.2 Pengaruh tingkat naungan dan ketersediaan air terhadap pertumbuhan bibit tanaman saga pohon

Penelitian ini dilakukan untuk melihat respon dan tingkat toleransi bibit tanaman saga pohon terhadap tingkat radiasi matahari yang ditunjukkan dengan pemberian perlakuan tingkat naungan menggunakan paranet serta respon dan tingkat toleransinya terhadap tingkat ketersediaan air dengan perlakuan pemberian air 100, 80, 60, hingga hanya 40% KL.

Radiasi matahari dan ketersediaan air merupakan faktor lingkungan utama berpengaruh terhadap keberhasilan pembibitan pada tanaman pohon-pohonan (Schumacher, *et al.*, 2008). Radiasi matahari, baik intensitas, panjang gelombang, maupun lama penyinaran dapat

mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui berbagai proses baik langsung maupun tidak langsung. Perannya berkaitan erat dengan aktivitas fotosintesis, transpirasi, bahkan reproduksi tanaman. Radiasi matahari yang tidak cukup akan menurunkan tingkat fotosintesis tanaman sehingga menurunkan tingkat pertumbuhan bibit, sedangkan toleransi terhadap kekeringan atau respon bibit terhadap ketersediaan air merupakan penentu keberhasilan perkecambahan dan pertumbuhan bibit di lapang.

Pada penelitian ini, bibit tanaman saga pohon yang mendapatkan perlakuan naungan hingga 80% dan ketersediaan air hanya 40% dapat bertahan dan tetap tumbuh. Hal ini menunjukkan bahwa bibit tanaman saga pohon mempunyai toleransi yang tinggi terhadap naungan dan kekeringan. Bahkan bibit tanaman ini bertahan ditanam di lahan kritis bekas tambang (Ginting dan Tampubolon, 1998) atau pada lahan berpolusi tinggi di daerah rel kereta api (Farooqi, Iqbal, Kabir, Shafiq dan Athar, 2016). Hasil penelitian Khurana dan Singh (2004), 2 diantara 5 jenis bibit tanaman pohon hutan tropis yang diteliti tidak bertahan pada tingkat ketersediaan air $\frac{1}{4}$ WHC (*Water Holding Capacity*).

Pertumbuhan bibit tanaman saga pohon yang merupakan respon tanaman terhadap tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda pada penelitian ini diekspresikan dengan laju pertumbuhan relatif serta pola dan laju akumulasi biomassa BK dan laju tinggi bibit yang dihitung hingga minggu ke-12, biomassa BK, tinggi bibit pada minggu ke-12. Pada tabel 3 berikut ini disajikan rata-rata laju pertumbuhan relatif Biomassa BK, dan tinggi bibit tanaman saga pohon pada umur 12 minggu pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda.

Tabel 3. Rata-rata laju pertumbuhan relatif, Akumulasi biomassa BK, dan tinggi bibit tanaman saga pohon pada umur 12 minggu pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda

Perlakuan	Laju Pertumbuhan Relatif (g/g/minggu)*	Akumulasi Biomassa BK (g)**	Tinggi Tanaman (cm)***	
N0	A100	0,166±0,021 ^b	0,81±0,24 ^b	40,03 ±0,92 ^a
	A80	0,163±0,010 ^b	0,76±0,12 ^b	37,68 ±2,78 ^a
	A60	0,161±0,009 ^b	0,75±0,14 ^b	40,51 ±3,81 ^a
	A40	0,141±0,020 ^a	0,61±0,09 ^a	36,56 ±1,56 ^a
N40	A100	0,155±0,026 ^a	0,70±0,30 ^{bc}	36,69 ±1,58 ^a
	A80	0,146±0,036 ^a	0,64±0,18 ^c	35,33 ±2,69 ^a
	A60	0,137±0,037 ^a	0,54±0,17 ^{ab}	34,63 ±2,31 ^a
	A40	0,138±0,039 ^a	0,46±0,15 ^a	33,93 ±2,01 ^a
N60	A100	0,153±0,007 ^c	0,75±0,05 ^b	35,31 ±1,90 ^a
	A80	0,132±0,026 ^b	0,43±0,07 ^a	34,75 ±2,15 ^a
	A60	0,120±0,015 ^{ab}	0,39±0,04 ^a	34,23 ±1,48 ^a
	A40	0,113±0,019 ^a	0,39±0,08 ^a	34,11 ±2,16 ^a
N80	A100	0,149±0,013 ^b	0,63±0,10 ^b	34,15 ±2,92 ^a
	A80	0,138±0,008 ^b	0,53±0,12 ^{ab}	33,46 ±1,03 ^a
	A60	0,114±0,032 ^a	0,39±0,07 ^a	33,79 ±1,60 ^a
	A40	0,106±0,024 ^a	0,37±0,05 ^a	32,43 ±1,53 ^a

Keterangan :

* ^{a,b,c} Superskrip yang tidak mengandung huruf yang sama berbeda sangat nyata (P<0.01) antar tingkat naungan yang berbeda dan berbeda nyata (P<0.05) antar ketersediaan air yang berbeda tersarang dalam naungan.

** ^{a,b,c} Superskrip yang tidak mengandung huruf yang sama berbeda sangat nyata (P<0.01) antar tingkat naungan dan ketersediaan air tersarang dalam naungan yang berbeda.

*** ^{a,b,c} Superskrip yang tidak mengandung huruf yang sama berbeda sangat nyata (P<0.01) antar tingkat naungan yang berbeda dan tidak berbeda nyata (P>0.05) antar ketersediaan air yang berbeda tersarang dalam naungan.

Tingkat naungan berpengaruh sangat nyata (P<0,01) menurunkan rata-rata laju pertumbuhan relatif bibit tanaman saga pohon, sedangkan penurunan ketersediaan air secara nyata (P<0.05) menurunkan rata-rata laju pertumbuhan relatif bibit tanaman saga

pohon. Penurunan laju pertumbuhan relatif merupakan akibat dari terbatasnya kedua sumberdaya yaitu radiasi matahari dan air. Meningkatnya naungan dari 0, 40, 60 dan 80% menurunkan rata-rata laju pertumbuhan relatif bibit tanaman saga pohon 0,157 g/g/minggu pada N0 menjadi 0,127 g/g/minggu pada N80. Meningkatnya naungan akan secara langsung menurunkan intensitas radiasi matahari yang diterima bibit, yang berakibat menurunnya aktifitas fotosintesis. Penurunan intensitas radiasi di bawah naungan secara tidak langsung akan mempengaruhi iklim mikro di sekitar bibit, yaitu menurunnya suhu udara, sehingga akan menurunkan tingkat transpirasi (Schumacher *et al.*, 2008).

Banyak laporan tentang penurunan laju pertumbuhan relatif akibat meningkatnya naungan, diantaranya Schumacher *et al.* (2008) yang melakukan penelitian di Seychelles (40°38' LU, 55°27' BT, 380 m dpl.), laju pertumbuhan relatif turun hingga 33,33% pada radiasi tinggi (35% naungan) dibandingkan pada radiasi rendah (93% naungan). Menurut Amissah, *et al.* (2015) yang melakukan penelitian di hutan lembab dan hutan kering di Ghana (6°39'-7°25' LU, 1°15'-1°48'), laju pertumbuhan bibit pohon-pohonan turun 25-40% dengan menurunnya tingkat radiasi (20% dan 5% radiasi). Hasil yang berbeda diperoleh dari penelitian Tang, *et al.* (2015) di wilayah subtropis China (30°23' LU dan 119°72' BT) yang menyebutkan bahwa tingkat naungan hingga 75% dapat meningkatkan 155% tinggi tanaman, 440% diameter batang, 42,2% biomassa dan 102% laju fotosintesis bibit *Torreya grandis* umur 2 tahun, kemudian menurun pada tingkat naungan 90%. Penurunan laju pertumbuhan relatif akibat meningkatnya naungan akan berpengaruh langsung menurunkan akumulasi biomassa BK yang merupakan akumulasi produk fotosintesis setelah dikurangi dengan respirasi dari bibit tanaman saga pohon tersebut selama 12 minggu pengamatan pertumbuhan pada penelitian ini.

Pada tabel 4 berikut ini disajikan rata-rata laju pertumbuhan relative, biomassa BK, dan tinggi bibit tanaman saga pohon pada

umur 12 minggu pada tingkat ketersediaan air dan naungan yang berbeda.

Tabel 4. Rata-rata laju pertumbuhan relatif, Akumulasi biomassa BK, dan tinggi bibit tanaman saga pohon pada umur 12 minggu pada tingkat ketersediaan air dan naungan yang berbeda

Perlakuan	Laju Pertumbuhan Relatif (g/g/minggu)*	Akumulasi Biomassa BK (g)**	Tinggi Tanaman (cm)***
A100	N0 0,166±0,021 ^a	),81±0,24 ^b	10,03 ±0,92 ^a
	N40 0,155±0,026 ^b	),70±0,12 ^b	16,69 ±1,58 ^a
	N60 0,153±0,007 ^a	),75±0,05 ^b	15,31 ±1,90 ^a
	N80 0,149±0,013 ^a	),63±0,10 ^a	14,15 ±2,92 ^a
A80	N0 0,163±0,010 ^c	),76±0,12 ^{bc}	17,68 ±2,78 ^a
	N40 0,145±0,034 ^b	),64±0,16 ^c	15,33 ±2,69 ^a
	N60 0,132±0,026 ^b	),43±0,07 ^{ab}	14,75 ±2,15 ^a
	N80 0,138±0,008 ^a	),53±0,12 ^a	13,46 ±1,03 ^a
A60	N0 0,161±0,009 ^b	),75±0,14 ^b	10,51 ±3,81
	N40 0,137±0,037 ^a	),54±0,17 ^a	14,63 ±2,31 ^a
	N60 0,120±0,015 ^a	),39±0,04 ^a	14,23 ±1,48 ^a
	N80 0,114±0,032 ^a	),40±0,10 ^a	13,79 ±1,60 ^a
A40	N0 0,141±0,020 ^b	),61±0,09 ^b	16,56 ±1,56 ^a
	N40 0,138±0,039 ^b	),46±0,15 ^{ab}	13,79 ±1,60 ^a
	N60 0,113±0,019 ^a	),39±0,87 ^a	14,11 ±2,16 ^a
	N80 0,106±0,024 ^a	),37±0,05 ^a	12,43 ±1,53 ^a

Keterangan :

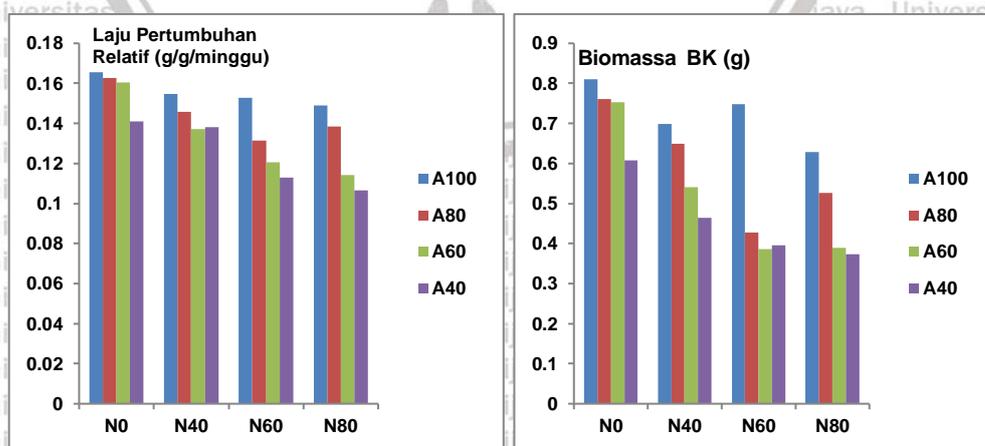
* ^{a,b,c} Superskrip yang tidak mengandung huruf yang sama berbeda sangat nyata (P<0.01) antar tingkat naungan yang berbeda dan berbeda nyata (P<0.05) antar ketersediaan air yang berbeda tersarang dalam naungan.

** ^{a,b,c} Superskrip yang tidak mengandung huruf yang sama berbeda sangat nyata (P<0.01) antar tingkat naungan dan ketersediaan air tersarang dalam naungan yang berbeda.

*** ^{a,b,c} Superskrip yang tidak mengandung huruf yang sama berbeda sangat nyata (P<0.01) antar tingkat naungan yang berbeda dan tidak berbeda nyata (P>0.05) antar ketersediaan air yang berbeda tersarang dalam naungan.

Selain sebagai komponen penyusun utama tanaman, air merupakan bahan baku reaksi cahaya pada proses fotosintesis, pelarut reagensia pada berbagai proses metabolisme, mempertahankan turgor, pelarut unsur hara tanah dan lainnya. Respon pertumbuhan bibit pohon-pohonan terhadap ketersediaan air berbeda-beda antar spesies (Khurana dan Singh, 2004; Schumacher, *et al.*, 2008; dan Amisshah *et al.*, 2015). Bahkan responnya terhadap ketersediaan air pada tingkat naungan berbeda juga berbeda-beda untuk masing-masing spesies. Penurunan ketersediaan air dari 100, 80, 60 hingga 40% KL, menurunkan rata-rata laju pertumbuhan relatif bibit tanaman saga pohon pada N0, N40, N60 dan N80 berturut-turut 14,89%, 10,74%, 26,15% dan 28,59%. Pada beberapa penelitian, penurunan laju pertumbuhan relatif akibat stress air pada 1/3 KL tertinggi 17-21% pada bibit *Terminalia arjuna* dan terendah 6-10% pada bibit *T. Chebula* (Kurana dan Singh, 2004). Sedangkan Schumacher *et al.* (2008) melaporkan bahwa penurunan laju pertumbuhan relatif akibat terpapar kekeringan hanya 10-20% pada bibit pohon-pohonan di Seychelles.

Rata-rata laju pertumbuhan relatif dan biomassa BK bibit tanaman saga pohon pada tingkat naungan yang berbeda dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Rata-rata Laju Pertumbuhan Relatif (kiri) dan Biomassa BK (kanan) bibit tanaman saga pohon pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda pada umur 12 minggu

Tingkat naungan maupun penurunan ketersediaan air menurunkan laju pertumbuhan relatif bibit tanaman saga pohon. Pada penelitian ini (seperti disajikan pada tabel 3 dan gambar 4), terlihat bahwa penurunan ketersediaan air berpengaruh lebih kuat terhadap penurunan laju pertumbuhan relatif dan akumulasi biomassa BK pada tingkat naungan yang lebih tinggi daripada tingkat naungan yang rendah atau tanpa naungan, karena bibit tanaman saga pohon dengan tingkat naungan yang tinggi membentuk akar yang rendah sehingga memiliki akses yang lebih rendah terhadap air tanah. Hal ini sesuai dengan teori hipotesis tarik-ulur dari Smith (1989, dalam Amissah *et al.*, 2015) yang menyatakan bahwa kekeringan menghasilkan dampak yang lebih besar pada bibit tanaman yang ternaungi dibandingkan tanaman dengan cahaya yang tinggi, karena tanaman yang ternaungi menginvestasikan pertumbuhannya ke akar lebih sedikit sehingga mempunyai akses yang lebih rendah terhadap air tanah.

Sejalan dengan rata-rata laju pertumbuhan relatif, rata-rata akumulasi biomassa BK bibit tanaman saga pohon pada minggu ke-12 secara sangat nyata ($P < 0,01$) menurun dengan meningkatnya tingkat naungan dari $0,73 \pm 0,09$ g menjadi $0,48 \pm 0,12$ g atau sebesar 34,61%. Penurunan akumulasi biomassa BK yang merupakan produk fotosintesis dan senyawa turunannya, setelah dikurangi dengan besarnya respirasi harian tanaman merupakan akibat langsung dari menurunnya laju fotosintesis akibat intensitas radiasi yang berkurang dengan meningkatnya naungan. Naungan dapat mengurangi enzim fotosintetik yang berfungsi sebagai katalisator dalam fiksasi CO_2 dan menurunkan titik kompensasi cahaya. Pengaruh intensitas cahaya yang rendah terhadap hasil berbagai komoditi sudah banyak dilaporkan (Pantilu, dkk, 2012).

Penurunan tingkat ketersediaan air sangat nyata ($P < 0,01$) menurunkan tingkat akumulasi BK. Tingkat ketersediaan air yang rendah akan menyebabkan tingkat penyerapan air dan unsur hara yang terlarut di dalamnya juga rendah, sehingga proses fotosintesis menurun. Menurut Epila, Hubeau dan Steppe (2018), penghentian

penyiraman selama 2 minggu menurunkan tingkat fotosintesis bersih dari $4,9 \pm 0,6$ menjadi $1,9 \pm 0,4$ $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{detik}$ dibandingkan yang diairi. Penurunan ini mengakibatkan penurunan fotoassimilat dan akumulasi biomassa BK.

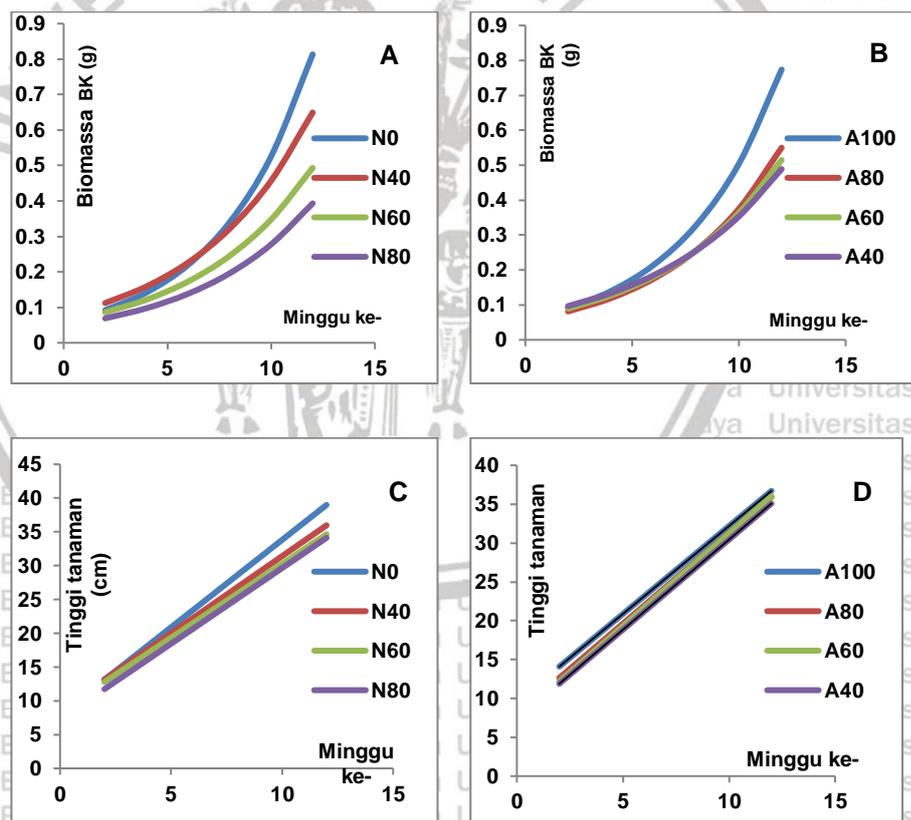
Penurunan akumulasi biomassa BK akibat menurunnya ketersediaan air pada tanpa naungan (N0) dan tingkat naungan 40% (N40) yaitu 24,88% dan 33,46%, lebih rendah dibandingkan dengan penurunan akumulasi biomassa BK pada tingkat naungan yang lebih tinggi (N60 dan N80), yaitu 47,21% dan 40,61%, akibat dari rendahnya pembentukan akar yang dapat dilihat dari nilai biomassa BK fraksi akar dan rasio akar : tajuk pada bibit tanaman saga pohon dengan naungan yang tinggi. Hal ini masih berkaitan dengan teori hipotesis tarik-ulur dari Smith (1989, dalam Amisah *et al.*, 2015) yang menyatakan bahwa kekeringan menghasilkan dampak yang lebih besar pada bibit tanaman yang ternaungi dibandingkan tanaman dengan cahaya yang tinggi, karena tanaman yang ternaungi menginvestasikan pertumbuhannya ke akar lebih sedikit sehingga mempunyai akses yang lebih rendah terhadap air tanah, yang juga telah disebutkan di atas.

Berkaitan dengan tinggi bibit, tingkat naungan secara sangat nyata ($P < 0,01$) menurunkan rata-rata tinggi bibit tanaman saga pohon pada umur 12 minggu dari $38,70 \pm 1,89$ cm pada N0 menjadi $33,46 \pm 0,74$ cm pada N80. Penurunan rata-rata tinggi bibit diakibatkan oleh menurunnya fotoassimilat yang dapat dikonversi menjadi bahan penyusun sel dan jaringan pada batang tanaman akibat menurunnya tingkat fotosintesis karena intensitas radiasi yang diterima tanaman berkurang. Namun demikian, tinggi bibit pada penelitian ini masih jauh lebih tinggi dari penelitian yang dilakukan oleh Kurniaty (2017) dimana rata-rata tinggi bibit pada umur 3 bulan hanya 10,08-10,99 cm.

Tingkat ketersediaan air tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap tinggi bibit tanaman saga pohon pada umur 12 minggu, sementara diuraikan sebelumnya bahwa tingkat ketersediaan air sangat nyata menurunkan biomassa BK. Hal ini menunjukkan bahwa bibit

tanaman merespon keterbatasan ketersediaan air dengan mengurangi ukuran diameter batang untuk meningkatkan konduktivitas hidrolis jaringan xylemnya agar pasokan air ke daun tetap terjaga, tanpa mengurangi pertumbuhan tinggi tanaman (Jacobsen et al., 2007).

Pola akumulasi biomassa BK yang diperoleh dari data pengamatan akumulasi biomassa BK bibit tanaman saga pohon mulai minggu ke-2 hingga minggu ke-12 pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda mengikuti pola eksponensial. Hal ini sesuai dengan pendapat Evan (1972) yang menyatakan bahwa produksi biomassa BK merupakan fungsi eksponensial dari laju pertumbuhan relatif. Grafik rata-rata biomassa BK dan tinggi bibit tanaman saga pohon hingga minggu ke-12 pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Grafik rata-rata biomassa BK pada tingkat naungan (A) dan ketersediaan air (B) serta rata-rata tinggi tanaman pada tingkat naungan (C) dan ketersediaan air (D) yang berbeda bibit tanaman saga pohon hingga minggu ke-12

Tingkat naungan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) menurunkan laju peningkatan tinggi bibit tanaman saga pohon hingga minggu ke-12. Laju peningkatan tinggi bibit tertinggi pada N0 sebesar $2,587 \pm 0,084$ cm/minggu, dan terendah pada N60 sebesar $2,187 \pm 0,048$ cm/minggu. Sedangkan penurunan ketersediaan air tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap laju peningkatan tinggi bibit. Cahaya merupakan faktor lingkungan terpenting, cahaya berperan sangat besar terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman lewat berbagai proses. Baik karena intensitasnya, kualitas atau panjang gelombangnya serta lama penyinarannya, berhubungan erat dengan aktivitas fotosintesis dan transpirasi, sehingga secara langsung akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman seperti pemanjangan batang dan pembentangan daun (Darmanti dkk., 2004).

Pada gambar 5 terlihat bahwa terjadi penurunan biomassa BK tanaman saga pohon yang sangat nyata (B) dan penurunan yang tidak nyata pada tinggi tanaman (D) dengan menurunnya tingkat ketersediaan air mulai tingkat 100% KL hingga 40% KL. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman saga pohon merespon adanya cekaman kekeringan. Menurut Kumar *et al.* (2011) yang mengatakan bahwa cekaman kekeringan dapat menyebabkan perubahan fisiologis dan biokimia pada tanaman. Perubahan ini bertujuan untuk menyimpan air melalui tingginya osmotik eksternal dan memelihara aktifitas fotosintesis, dengan mengurangi pembukaan stomata untuk mengurangi kehilangan air. Cekaman kekeringan pada tanaman dapat menurunkan bobot kering tajuk dan akar (El Tayeb dan Ahmed, 2010), potensial air (Sanchez *et al.*, 2004), dan kandungan air relatif daun (Uzilday *et al.*, 2012; Zhou *et al.*, 2011). Menurut Marsha dkk. (2014) tanaman memiliki kebutuhan air yang berbeda tergantung pada setiap fase pertumbuhan. Kebutuhan air tanaman ditentukan berdasarkan nilai kandungan air (%) pada keadaan kapasitas lapang (pF 2,54) dan nilai kandungan air (%) pada keadaan titik layu permanen (pF 4,2). Kapasitas lapang adalah jumlah air maksimum yang mampu ditahan

oleh tanah. Sehingga air memiliki peran penting dalam proses pertumbuhan.

4.3 Pengaruh tingkat naungan dan ketersediaan air terhadap alokasi produk pertumbuhan tanaman saga pohon

Pada dasarnya tanaman akan merespon keterbatasan sumberdaya dengan menginvestasikan produk pertumbuhan pada bagian atau organ yang dapat menangkap atau menyerap sebanyak-banyaknya sumberdaya yang terbatas tersebut. Naungan akan menurunkan intensitas radiasi matahari yang diterima sehingga tanaman akan mengalokasikan produk pertumbuhan pada bagian tajuk, terutama daun yang berfungsi untuk menangkap radiasi matahari lebih banyak. Sementara penurunan ketersediaan air akan merangsang tanaman untuk mengalokasikan produk pertumbuhan pada bagian yang berfungsi untuk menyerap air yaitu akar, terutama akar halus yang lebih banyak untuk dapat menyerap air yang lebih besar.

Setiap tanaman memiliki mekanisme yang berbeda dalam merespon tingkat ketersediaan air yang rendah. Beberapa mekanisme tersebut adalah : 1) menghindari kekeringan dengan menggugurkan daun untuk mengurangi kehilangan air pada tanaman *deciduous*, seperti tanaman saga pohon; 2) menunda kekeringan dengan meningkatkan alokasi biomassa di bawah tanah (akar), membentuk akar halus dan akar dalam untuk mendapatkan penyerapan air; dan 3) toleransi fisiologis, misalnya dengan mengecilkan ukuran saluran xylem (Amisah, et al.,2015).

Alokasi produk pertumbuhan pada bagian di atas permukaan tanah (tajuk) dan bagian di bawah permukaan tanah (akar) yang disajikan sebagai rata-rata biomassa BK fraksi akar, biomassa BK fraksi tajuk, dan rasio akar : tajuk bibit tanaman saga pohon umur 12 minggu pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata biomassa BK fraksi tajuk, biomassa BK fraksi akar, dan rasio akar : tajuk bibit tanaman saga pohon umur 12 minggu pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda

Perlakuan	Biomassa BK Fraksi Akar (g/g)	Biomassa BK Fraksi Tajuk (g/g)	Rasio Akar : Tajuk
N0	A100 0,210±0,026 ^a	0,790±0,026 ^b	0,267±0,041 ^{al}
	A80 0,208±0,012 ^a	0,792±0,012 ^b	0,263±0,019 ^a
	A60 0,213±0,010 ^a	0,787±0,010 ^b	0,272±0,010 ^b
	A40 0,223±0,006 ^b	0,777±0,006 ^a	0,286±0,010 ^b
N40	A100 0,192± 0,007 ^a	0,808± 0,007 ^c	0,237± 0,010 ^c
	A80 0,203±0,008 ^b	0,797±0,008 ^b	0,254±0,013 ^b
	A60 0,208±0,005 ^b	0,792±0,005 ^b	0,262±0,007 ^b
	A40 0,223±0,010 ^c	0,778±0,010 ^a	0,286±0,016 ^c
N60	A100 0,191± 0,007 ^a	0,809± 0,007 ^c	0,236± 0,010 ^c
	A80 0,202±0,005 ^b	0,798±0,005 ^b	0,253±0,007 ^b
	A60 0,206±0,005 ^b	0,794±0,005 ^b	0,260±0,008 ^b
	A40 0,212±0,006 ^b	0,788±0,006 ^a	0,270±0,010 ^b
N80	A100 0,190±0,012 ^a	0,810±0,012 ^b	0,234±0,018 ^a
	A80 0,195±0,001 ^{ab}	0,805±0,001 ^b	0,242±0,001 ^a
	A60 0,202±0,004 ^b	0,798±0,004 ^a	0,253±0,007 ^b
	A40 0,201±0,002 ^b	0,799±0,002 ^a	0,252±0,003 ^b

Keterangan :

* a,b,c Superskrip yang tidak mengandung huruf yang sama berbeda sangat nyata (P<0.01) antar tingkat naungan maupun ketersediaan air yang berbeda

Tingkat naungan secara sangat nyata (P<0,01) menurunkan rata-rata biomassa BK fraksi akar dari 0,213 ± 0,006 pada N0 menjadi 0,197 ± 0,006 g/g biomassa BK bibit pada N80, dan rasio akar : tajuk dari 0,272 ± 0,010 g/g pada N0 menjadi 0,245 ± 0,009 g/g pada N80.

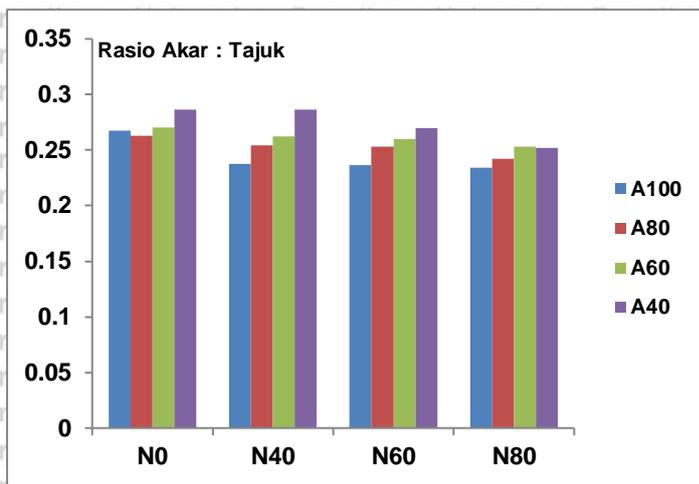
Secara simultan terjadi peningkatan secara sangat nyata (P<0,01) biomassa BK fraksi tajuk dari 0,787 ± 0,006 g/g pada N0 menjadi 0,245 ± 0,009 g/g biomassa BK bibit tanaman saga pohon pada N80.

Fenomena ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat naungan,

bibit tanaman saga pohon akan meningkatkan sebesar 1,64% alokasi produk pertumbuhan berupa biomassa BK ke bagian tajuk, dengan kata lain alokasi ke bagian akar berkurang dengan besaran yang sama. Peningkatan alokasi biomassa ke daun pada tanaman yang ternaungi tidak hanya dengan mengorbankan alokasi biomassa ke batang tetapi juga dengan mengurangi alokasi biomassa ke akar (Amissah, *et al.*, 2015).

Berbeda dengan pengaruh tingkat naungan, penurunan ketersediaan air dari A100 sampai A40 secara sangat nyata ($P < 0,01$) meningkatkan rata-rata biomassa BK fraksi akar 1,3% pada N0, 3,1% pada N40, 2,1% pada N60 dan 1,1% pada N80, atau rata-rata 1,9%. Peningkatan rata-rata biomassa BK fraksi akar diikuti dengan penurunan secara sangat nyata ($P < 0,01$) rata-rata biomassa BK fraksi tajuk dengan besaran yang sama, yang mengakibatkan terjadi peningkatan rasio akar : tajuk sebesar 1,9% pada N0, 4,9% pada N40, 3,4% pada N60 dan 1,8% pada N80, atau rata-rata 3,0%. Hal ini mengindikasikan bahwa penurunan ketersediaan air akan memicu bibit tanaman saga pohon untuk mengalokasikan produk pertumbuhan berupa biomassa BK ke bagian akar tanaman dengan membentuk lebih banyak akar, terutama akar halus agar penyerapan air menjadi meningkat. Pada tanaman di lapang, akar tidak hanya berfungsi untuk penyerapan air, tetapi juga untuk menyimpan air untuk digunakan saat ketersediaan air terbatas untuk menjaga tingkat pertumbuhannya (Amissah, *et al.*, 2015).

Pengaruh tingkat naungan dan penurunan ketersediaan air terhadap rasio akar : tajuk bibit tanaman saga pohon pada minggu ke-12 dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Rata-rata rasio akar : tajuk bibit tanaman saga pohon pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda

4.4 Pengaruh tingkat naungan dan ketersediaan air terhadap morfologi jaringan

Adaptasi bibit terhadap naungan dan ketersediaan air tidak sebatas pengalokasian produk pertumbuhan pada bagian atau organ tertentu untuk meningkatkan tangkapan atau penyerapan sumberdaya yang terbatas saja, tetapi juga dengan memodifikasi bentuk dan kepadatan jaringan tertentu untuk menjaga fungsi fisiologis dari jaringan tersebut tetap optimal. Variabel panjang akar spesifik dan panjang batang spesifik digunakan untuk melihat sejauh mana terjadi perubahan bentuk jaringan pada bibit tanaman saga pohon akibat tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda. Nilai panjang akar spesifik yang lebih tinggi dapat mengindikasikan bentuk akar yang lebih panjang dan/atau kepadatan jaringan yang lebih rendah yang ditunjukkan dengan berat yang lebih ringan. Pembentukan akar yang panjang dan halus digunakan bibit tanaman untuk meningkatkan permukaan serapan dan kemampuan untuk mencapai air yang lebih tinggi. Nilai panjang batang spesifik mengindikasikan bibit tanaman mempunyai ukuran yang lebih tinggi, tetapi kerapatan atau berat jaringan yang lebih rendah yang akan ditunjukkan dengan ukuran diameter yang lebih kecil untuk dapat mempertahankan konduktivitas hidrolik pada kondisi tekanan air yang rendah. Rata-rata panjang akar

spesifik dan panjang batang spesifik bibit tanaman saga pohon disajikan pada tabel 6

Tabel 6. Rata-rata panjang akar spesifik dan panjang batang spesifik bibit tanaman saga pohon umur 12 minggu pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda

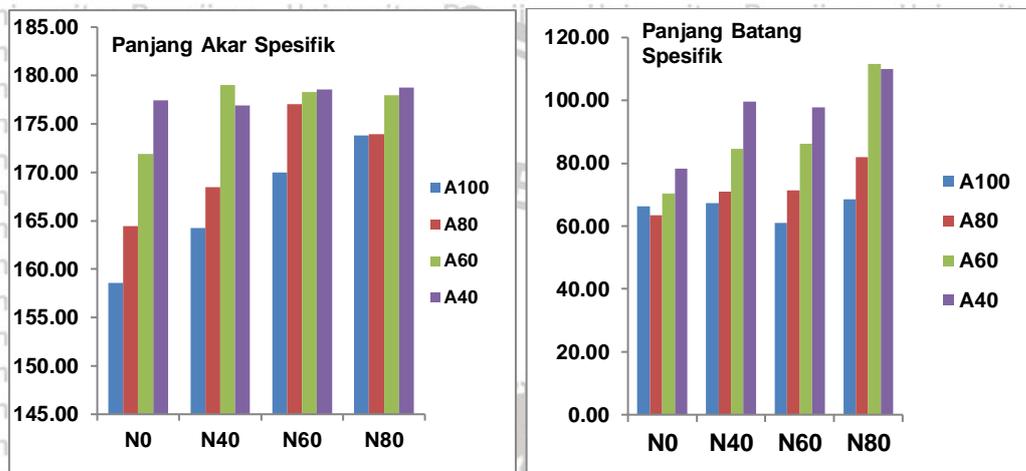
Perlakuan	Panjang Akar Spesifik (cm/g)*	Panjang Batang Spesifik (cm/g)**
A100	158,56 ± 4,77 ^a	144,51 ± 40,24 ^a
N0	A80	164,41 ± 8,58 ^{ab}
	A60	171,87 ± 9,36 ^{bc}
	A40	177,46 ± 5,72 ^c
		168,07 ± 8,29 ^a
		145,30 ± 11,80 ^a
		143,27 ± 29,85 ^a
		161,02 ± 11,30 ^a
A100	164,24 ± 4,30 ^a	146,79 ± 44,72 ^a
N40	A80	168,45 ± 7,54 ^{ab}
	A60	179,05 ± 5,63 ^{bc}
	A40	176,88 ± 5,61 ^c
		172,16 ± 6,99 ^a
		148,98 ± 25,30 ^a
		172,09 ± 36,00 ^{ab}
		205,68 ± 57,39 ^b
A100	170,01 ± 3,81 ^a	117,67 ± 13,89 ^a
N60	A80	177,04 ± 9,44 ^{ab}
	A60	178,28 ± 8,77 ^b
	A40	178,56 ± 6,01 ^b
		175,97 ± 4,03 ^a
		223,05 ± 21,76 ^b
		228,20 ± 10,39 ^{bc}
		197,80 ± 53,50 ^{at}
A100	173,78 ± 6,83 ^a	132,21 ± 31,54 ^a
N80	A80	173,93 ± 9,84 ^{ab}
	A60	177,96 ± 5,68 ^b
	A40	178,77 ± 7,55 ^b
		176,11 ± 2,63 ^a
		160,12 ± 38,61 ^a
		226,32 ± 28,74 ^b
		183,90 ± 45,23 ^b
		217,09 ± 25,15 ^b

Keterangan

* ^{a,b,c} Superskrip yang tidak mengandung huruf yang sama berbeda nyata (P<0.05) antar tingkat naungan yang berbeda dan berbeda sangat nyata (P<0.01) antar ketersediaan air tersarang dalam naungan yang berbeda.

** ^{a,b,c} Superskrip yang tidak mengandung huruf yang sama berbeda sangat nyata (P<0.01) antar tingkat naungan dan ketersediaan air tersarang dalam naungan yang berbeda.

Selain itu, tingkat naungan sangat nyata ($P < 0,01$) meningkatkan rata-rata panjang batang spesifik bibit tanaman saga pohon dari $69,54 \pm 6,43$ cm/g pada pada N0 menjadi $92,97 \pm 21,28$ cm/g pada N80, atau 33,68%, lebih besar dari pengaruhnya terhadap rata-rata panjang akar spesifik. Pengaruh yang lebih besar pula dari ketersediaan air dari A100 hingga A40 yang sangat nyata ($P < 0,01$) menaikkan rata-rata panjang batang spesifik sebesar 18,07% pada N0, 48,15% pada N40, 60,31% pada N60 dan 60,61% pada N80.



Gambar 7. Rata-rata panjang akar spesifik (kiri) dan panjang batang spesifik (kanan) bibit tanaman saga pohon pada minggu ke-12 pada tingkat naungan dan ketersediaan air yang berbeda

Secara umum, tanaman yang hidup pada kondisi ketersediaan air yang rendah menyebabkan perubahan jaringan xilemnya untuk meningkatkan konduktivitas hidrolis agar menyediakan pasokan air yang lebih baik ke daun (Jacobsen *et al.*, 2007). Secara fisiologis, adaptasi terhadap ketersediaan air yang rendah merupakan kemampuan tanaman untuk tetap berfungsi dengan meningkatkan toleransinya terhadap status air jaringan yang rendah. Pada potensial air yang rendah, spesies yang toleran akan mengurangi risiko kavitasasi xilem melalui pembentukan batang padat dengan pembuluh sempit dan *pit membrane*), yang memungkinkan mereka untuk mempertahankan pertukaran gas dan konduktivitas hidrolis (Markestijn dan Poorter, 2009). Sampai tingkat ketersediaan air

tertentu, tanaman beradaptasi dengan menutup stomata (Brodrribb, 2009).

Sistem akar jauh lebih sensitif terhadap kekeringan daripada bagian di atas permukaan tanah. Berat kering akar halus bibit yang mengalami kekeringan parah dan sedang adalah hanya 6% dan 37%, dibandingkan kondisi pada tanaman yang disiram secara penuh. Juga kerapatan panjang akar dan luas permukaan akar per volume tanah sangat berkurang karena kerusakan pada akar bibit yang mengalami kekeringan parah dan sedang kekeringan. Perbedaan ini yang signifikan juga terjadi diameter akar. Respon bibit tanaman terhadap kekeringan dapat berupa respon jangka pendek dan respon jangka panjang, termasuk penutupan stomata, penghambatan pertumbuhan tunas, akar mati, mengurangi biomassa akar halus dan mengurangi umur akar panjang. Respon secara morfologi pada jaringan pengangkut air, seperti perubahan area lumen trakeid merupakan adaptasi jangka panjang yang penting terhadap kekeringan yang mengubah struktur hidrolis dengan cara yang dapat mengurangi risiko kegagalan hidrolis. Selain perubahan morfologi dan pertumbuhan banyak protein yang terlibat dalam respon kekeringan pada bibit. Konduktivitas hidrolis berkurang pada semua jaringan akar (Elduset et al., 2013). Rossi, et al., (2009) menemukan penurunan yang signifikan pada diameter trakeid akar.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

- Pada bibit tanaman saga pohon umur 12 minggu, tingkat naungan sangat menurunkan rata-rata laju pertumbuhan relatif, akumulasi biomassa BK, dan tinggi, serta menurunnya tingkat ketersediaan air sangat menurunkan laju pertumbuhan relatif, akumulasi biomassa BK, dan tinggi.
- Tingkat naungan sangat menurunkan rata-rata biomassa BK fraksi akar, meningkatkan biomassa fraksi tajuk, dan menurunkan rasio akar:tajuk, serta menurunnya tingkat ketersediaan air sangat meningkatkan rata-rata biomassa BK fraksi akar, menurunkan biomassa BK fraksi tajuk, dan meningkatkan rasio akar:tajuk.
- Tingkat naungan sangat meningkatkan rata-rata panjang akar spesifik, dan panjang batang spesifik, serta menurunnya tingkat ketersediaan air meningkatkan rata-rata panjang akar spesifik dan panjang batang spesifik.

5.2 Saran

Diharapkan untuk penelitian lebih lanjut tentang kandungan nutrisi pada tanaman saga pohon (*Adenantha pavonina L.*) karena merupakan salah satu bahan pakan ternak potensial baik ternak ruminansia maupun ternak non-ruminansia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abou Zeid, A.H., E.A. El-Kashoury, A.A. Steem and D.A. Waly. 2012. Lipoidal content and anti-inflammatory activity of *Adenanthera pavonina* L leaves. *J Appl. Sci. Res.* 8(1) : 207-214
- Adinugraha, H. A. 2012. Pengaruh Cara Penyemaian dan Pemupukan NPK terhadap Pertumbuhan Bibit Mahoni Daun Lebar di Pesemaian. *Balai Besar Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan* : 1-9.
- Amissah L, Mohren GMJ, Kyereh B, Poorter L (2015) The Effects of Drought and Shade on the Performance, Morphology and Physiology of Ghanaian Tree Species. *PLoS ONE* 10(4): e0121004. doi:10.1371/journal.pone.0121004
- Anggraini, F., A. Suryanto, dan N. Aini. 2013. Sistem Tanam dan Umur Bibit pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Varietas Inpari 13. *Jurnal Produksi Tanaman.* 1 (2) :52-60.
- Anonimus, 2010^a. Plants profile. Plants Database. Natural Resources Conservation Service. USDA. www.plants.usda.gov/java/profile?symbol=ADRA diakses tanggal 15 Oktober 2011
- Anonimus, 2010^b. *Adenanthera microsperma*. ILDIS World database of legumes, version 10.01. International Legume Database & Information Service. Cardiff.
- Anonimus, 2010^c. Peta potensi bibit sapi lokal. [http : www.Ditjenpak.go.id](http://www.Ditjenpak.go.id) diakses tanggal 14 Oktober 2011
- Anonimus, 2011^a. Segawe Sabrang (*Adenanthera pavonina* Linn.). [www.tnalaspurwo.org/media/pdf/kea adenanthera pavonina_linn.pdf](http://www.tnalaspurwo.org/media/pdf/kea_adenanthera_pavonina_linn.pdf) diakses tanggal 15 Oktober 2011

Anonimus, 2011b. *Adenantha pavonina*.
www.tropilab.com/adenan_pav.html diakses tanggal 15
Oktober 2011

Aranjuelo, I., J J Irigoyen, P Perez, R Martinez-Carrasco, and M Sanchez-Diaz. 2005. *The use of temperature gradient tunnels for studying the combined effect of CO₂, temperature and water availability in N₂ fixing alfalfa plants*. *Animals of Applied Biology* 146: 51-60.

Bewley, J.D. and H. Nonogaki, 2017. Seed Maturation and Germination. In : Reference module in life sciences. DOI: [10.1016/B978-0-12-809633-8.05092-5](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.05092-5).

Brodribb, T.J. 2009. Xylem hydraulic physiology: The functional backbone of terrestrial plant productivity. *Plant Sci* 177: 245-251.

Castro-Montoya, J.M. and U. Dickhoefer, 2020. The nutritional value of tropical legume forages fed to ruminants as affected by their growth habit and fed form: A systematic review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 269. 114641.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114641>

Darmanti, S., Y. Nurchayati, E. D. Hastuti, dan M. Syaifuddin. 2004. Produksi Biomassa Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin*) yang Ditanam pada Intensitas Cahaya yang Berbeda. 1-9.

Eldhuset, T.D., Nagy, N.E., Volařik, D., Børja, I., Gebauer, R., Yakovlev, I.A., Krokene, P., 2013: Drought affects tracheid structure, dehydrin expression, and above- and belowground growth in 5-year-old Norway spruce. *Plant Soil* 366(1-2): 305-320. DOI 10.1007/s11104-012-1432-z

El Tayeb, M. A and N. L. Ahmed. 2010. *Response of wheat cultivars to drought and salicylic acid*. American-Eurasian Journal of Agronomy 3(1): 01-07.

Epila, J., M. Hubeau, and K. Steppe. 2018. Drought Effects on Photosynthesis and Implications of Photoassimilate Distribution in 11 C-Labeled Leaves in the African Tropical Tree Species *Maesopsis eminii* Engl. *Forests* 2018, 9, 109; doi:10.3390/f9030109. www.mdpi.com/journal/forests
<https://www.mdpi.com/1990-4907/9/3/109/pdf>

Evans, G. C. 1972. *The quantitative analysis of plant growth*. Blackwell Scientific, Oxford.

Evans J, H. Poorter. 2001. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. *Plant, Cell & Environment* 24: 755–767.

Farizaldi. 2012. *Pengaruh Pemberian Urin Sapi Pada Berbagai Konsentrasi Dan Lama Perendaman Benih Sentro (Centrosema Pubescens) Terhadap Daya Kecambah, Vigoritas Dan Berat Kering Tanaman*. *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains*, 14(2): 19-24.

Farooqi, Z., M.Z. Iqbal, M. Kabir, M. Shafiq, and M. Athar. 2016. Seedling growth of *Adenantha pavonina* L. in polluted soils of Karachi railway track. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 20(2): 463-469.

Felania, C., 2017. *Pengaruh Ketersediaan Air terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (Phaseolus radiatus)*. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi*. 131-138.

- Gintings, A.N. dan A.P. Tampubolon. 1998. Ujicoba tujuh jenis pohon pada bekas tambang batubara Cempaka, Kalimantan Selatan. *Bull. Penel. Hutan* 617:1-18.
- Gopikumar, K. 2009. Productivity studies in selected commercial tree species of tropics. *Inter.J.Agric.Sci.* 5(2): 363-368.
- Gultom, E. N., M. Basyuni, dan B. Utomo. 2015. Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan dan Konten Rantai Panjang Polyisoprenoid pada Mangrove Sejati Mayor Berjenis Sekresi *Sonneratia caseolaris* (L.). 1-7.
- Hasanah, M dan D. Rusmin. 2006. Teknologi Pengolaan Benih Beberapa Tanaman Obat di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(2): 68-73.
- Herdiawan I. 2013. *Pertumbuhan Tanaman Pakan Ternak Legum Pohon Indigofera zollingeriana pada Berbagai Taraf Perlakuan Cekaman Kekeringan*. Balai Penelitian Ternak. Bogor. 258-264.
- Iralu, V and K. Upadhaya. 2018. Relative growth rate, biomass partitioning and nutrient allocation in seedlings of two threatened trees grown under different light conditions. *Acta Ecologica Sinica* 38 (2018) 450–459. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2018.03.001>
- Jacobsen AL, Agenbag L, Esler KJ, Pratt RB, Ewers FW, Davis SD. 2007. Xylem density, biomechanics, and anatomical traits correlate with water stress in seventeen evergreen shrub species of the Mediterranean-type climate region of South Africa. *J Ecol* 95: 171-183.

Kamaliyah, S.N. 2019. Potensi hijauan tanaman saga pohon (*Adenanthera pavonina* L.) sebagai pakan suplemen sapi Madura. Disertasi. S3 Ilmu Ternak. Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya

Kamaliyah, S.N., Ifar, S., Kusmartono dan Chuzaemi. 2019. Effect of cutting interval and cutting methods on *Adenanthera pavonina* L. annual forage yield. J. Global Biosciences 8(12): 6642-6654.

Khurana, E. and J.S. Singh. 2004. Response of five dry tropical tree seedlings to elevated CO₂: Impact of seed size and successional status. *New Forest* 27(2): 139-157. DOI: [10.1023/A:1025018108634](https://doi.org/10.1023/A:1025018108634)

Kitumbe, P. S., D. O. Onya, A. T. Vemba, G. T. Lutete, O. K. Kabangu, A. Covaci, S. Apers, L. Pieters, and R. C. Kanyanga. 2013. Chemical Composition and Nutritive Value Study of the Seed Oil of *Adenanthera pavonina* L. (Fabaceae) Growing in Democratic Republic of Congo. *International Journal of PharmTech Research*. 5 (1) :205-216.

Kumar, R. R., K. Karajol and G. R. Naik. 2011. *Effect of polyethylene glycol induced water stress on physiological and biochemical responses in Pigeon pea (Cajanus cajan L. Mill sp.)*. *Recent Research in Science and Technology* 3: 148-152.

Kurniaty, R., B. Budiman, dan M. Suartana. 2010. Pengaruh Media dan Naungan terhadap Mutu Bibit Suren (*Toona sureni* Merr.). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 7 (2) : 77-83.

Kurniaty, R. 2017. *Penggunaan Mikoriza dan Rhizobium dalam Pertumbuhan Bibit Saga (Adenanthera pavonina) Umur 3 Bulan*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 3(1): 6-9.

- Lesilolo, M.K., J. Patty dan N. Tetty. 2012. *Penggunaan Desikan Abu dan Lama Simpan Terhadap Kualitas Benih Jagung (Zea mays L.) Pada Penyimpanan Ruang Terbuka*. *Agrologia*, 1(1) : 51-59.
- Liferdi, R. Poerwanto, A.D. Susila, K. Idris dan I.W. Mangku. 2008. *Korelasi Kadar Hara Fosfor Daun dengan Produksi Tanaman Manggis*. *J. Hort.* 18(3) : 285-294.
- Markesteijn L, L. Poorter. 2009. Seedling root morphology and biomass allocation of 62 tropical tree species in relation to drought- and shade-tolerance. *Journal of Ecology* 97: 311–325.
- Marsha, N.D., N. Aini, dan T. Sumarni. 2014. *Pengaruh Frekuensi dan Volume Pemberian Air pada Pertumbuhan Tanaman *Crotalaria mucronata* Desv.* *Jurnal Produksi Tanaman* 2(8): 673-678.
- Maryani, A.T. 2012. *Pengaruh Volume Pemberian Air terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di Pembibitan Utama*. 1(2): 65-74.
- Mira, S., E. Estrelles, and M. E. Gonzalez Benito. 2014. *Effect of water content and temperature on seed longevity of seven brassicaceae species after 5 years of storage*. *Plant Biol (Stuttg)*, 17(1):153-62.
- Montero, E., da Silva, A. and de Souza, A. 2014. Estimating emission of leaves seedling forest in different shading levels, at condition of transition Amazon-Cerrado, Brazil. *Amer.J.Plant Sci.* 5: 2330-2341. Doi:10.4236/ajps.2014.515247.

Nurjanah, U. 2015. *Evaluasi Pemanfaatan Daun Saga, Daun Kemuning Dan Biji Saga Terhadap Performa Kambing Pe.* Program Studi Ilmu Nutrisi dan Pakan Institut Pertanian Bogor.

Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., Simons, A., 2009. *Agroforestry Database : a tree reference and selection guide.* www.worldagroforestry.org/treedb2/AFTPDFS/Adenanthera_pavonina.pdf

Pandey, R., V. Paul, M. Das, M. Meena and R. C. Meena. 2017. *Plant Growth Analysis : Method. Manual of ICAR Sponsored Training Programme on “Physiological Techniques to Analyze the Impact of Climate Change on Crop Plants”* 16-25 January, 2017, Division of Plant Physiology, IARI, New Delhi. DOI: 10.13140/RG.2.2.21657.72808

Pantilu, L. I., F. R. Mantiri, N. S. Ai, dan D. Pandiangan. 2012. *Respons Morfologi dan Anatomi Kecambah Kacang Kedelai (Glycine max (L.) Merrill) terhadap Intensitas Cahaya yang Berbeda. Jurnal Bioslogos. 2 (2) : 79-87.*

Poorter H, and O. Nagel. 2000. *The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO₂, nutrients and water: a quantitative review.* *Functional Plant Biology* 27: 1191–1191.

Putri, R.O. dan S. Hastuti. 2015. *Aktivitas Analgetika Etano; Daun Saga (Adenanthera pavonina L.) Terhadap Mencit Jantan (Mus musculus) Galur Swiss.* *IJMS* 2(2): 126-133.

Putri, K.P. dan A.A. Pramono. 2013. *Perkembangan Bunga, Buah dan Keberhasilan Reproduksi Jenis Saga (Adenanthera pavonina L.).* *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 10(3): 147-154.

- Rossi, S., Simard, S., Rathberger, C., Deslauriers, A., De Zan, C., 2009: Effects of a 20-day-long dry period on cambial and apical meristem growth in *Abies balsamea* seedlings. *Trees* 23(1): 85-93. DOI 10.1007/s00468-008-0257-0
- Sajimin, B., Risdiono, E., Sutedi dan Oyo. 2001. *Pengaruh Cekaman Air terhadap Produktivitas Hijauan Pakan Leguminosa Herba*. Seminar Teknologi Peternakan dan Veteriner. 327-333.
- Sanchez, B. M. J., T. Fernandes, M. A. Morales, A. Morte and J. J. Alarcon. 2004. *Variation in water status, gas exchange and growth in Rosmarinus officinalis plants infected with Glomus deserticola under drought conditions*. *J. Plant Physiol.* 161: 675-682.
- Schumacher, E., C. Kueffer, M. Tobler, V. Gmür, P.J. Edwards and H. Dietz. 2008. Influence of drought and shade on seedling growth of native and invasive trees in the Seychelles. *Biotropica* 40(5):543-549.
- Solichatun., A. Endang, dan W. Mudyantini. 2005. *Pengaruh Ketersediaan Air terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Bahan Aktif Saponin Tanaman Ginseng Jawa (Talinum paniculatum Gaertn.)*. *Biofarmasi*, 3(2):47-51.
- Sudarmadji, Rusim Mardjono dan Hadi Sudarmo. 2007. *Variasi Genetik, Heretabilitas, dan Korelasi Genotipik Sifat-Sifat Penting Tanaman Wijen (Sesamum indicum L.)*. *Jurnal Littri* 13(3) : 88-92.
- Sudarwati, H., M. H. Natsir, V. M. A. Nurgiartiningsih. 2019. *Statistika dan Rancangan Percobaan: Penerapan dalam Bidang Peternakan*. UB Press. Malang.

Suita, E. 2013. *Seri Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan Saga Pohon (Adenantha pavonina L.)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Kementerian Kehutanan.

Sutaryo, D. 2009. Penghitungan Biomassa: Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon. *Wetlands International Indonesia Programme*. Bogor

Sutopo, L. 2002. *Teknologi Benih*. CV Rajawali, Jakarta.

Uzilday, B., I. Turkan, A. H. Sekmen, R. Ozgur and H. C. Karakaya. 2012. *Comparison of ROS formation and antioxidant enzymes in Cleome gynandra (C4) and C. spinosa (C3) under driught stress*. *Plant Science* 182: 59-70.

Widiastuti, L., Tohari, dan E. Sulistyaningsih. 2004. Pengaruh Intensitas Cahaya dan Kadar Daminosida terhadap Iklim Mikro dan Pertumbuhan Tanaman Krisan dalam Pot. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 11 (2) : 35-42.

Whitmore, T.C. 1985. *Tropical Rain Forests of the Far East*. Oxford: Clarendon.

Yeh, D. M and H. M. Wang. 2000. Effects of Irradiance on Growth, Net Photosynthesis and Indoor Performance of the Shade-adapted Plant, Maidenhair Fern. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 75 (3) : 293-298.

Yuniarti, N. 2002. Penentuan Cara Perlakuan Pendahuluan Benih Saga Pohon (*Adenantha sp.*). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 8 (2) : 97-101.

Zhou, X. B., L. Qi, G. M. Yang and Y. H. Chen. 2011. *Row spacing effect on soil and leaf water status of summer soybean*. *The Journal of Animal Plant Science* 21(4): 680-685.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya di Laboratorium Greenhouse Sumber Sekar Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

Tanggal	Perlakuan	Waktu Pengukuran			Rata-Rata	(%)
		Pagi 08.00	Siang 12.00	Sore 16.00		
29 Januari 2018	P0	33560	46750	18430	32913	100
	P1	18620	29860	11060	19847	60.30
	P2	12090	19020	7250	12787	38.85
	P3	8360	9040	3420	6940	21.09
12 Februari 2018	P0	37210	45360	17230	33266.67	100
	P1	19370	28620	10480	19490	58.59
	P2	13650	18300	6980	12976.67	39.01
	P3	8720	9170	3020	6970	20.95
26 Februari 2018	P0	39480	44700	15690	33290	100
	P1	20950	27240	9780	19323.33	58.05
	P2	14360	18430	7220	13336.67	40.06
	P3	9010	9670	2830	7170	21.54
12 Maret 2018	P0	35670	0	17530	17733	100
	P1	19930	0	10900	10277	57.95
	P2	14010	0	7290	7100	40.04
	P3	8600	0	3180	3927	22.14
26 Maret 2018	P0	38350	0	16820	18390	100
	P1	20040	0	11290	10443.33	56.79
	P2	13980	0	7230	7070	38.44
	P3	8720	0	3240	3986.67	21.68
9 April 2018	P0	34390	45270	16090	31916.67	100
	P1	17930	27430	10450	18603	58.29
	P2	13770	18440	6890	13033.33	40.84
	P3	8100	8790	3520	6803.33	21.32
Rataan	P0				27918	100
	P1				16331	58.49
	P2				11051	39.58
	P3				5966	21.37

Keterangan : Pengukuran intensitas cahaya menggunakan alat *light meter* satuan *lux*.



Lampiran 2. Perhitungan Kapasitas Lapang

➤ Sampel 1 ==> Berat Tanah Basah = 3.2700gr

Berat Cawan = 39.5908 gr

Maka berat cawan+tanah sebelum dikeringkan =
 $39.5908+3.2700=42.8608\text{gr}$

Maka berat cawan+tanah setelah dikeringkan = 41.6066gr

Maka jumlah air yang hilang = $42.8608-41.6066=1.2542\text{ gr}$

Berat tanah setelah dikeringkan = $41.6066-39.5908=2.0158\text{gr}$

Kadar air berdasarkan berat kering = $1.2542/2.0158 \times 100\% = 62\%$

➤ Sampel 2 ➔ Berat Tanah Basah = 3.1911gr

Berat Cawan = 41.4559gr

Maka berat cawan+tanah sebelum dikeringkan =
 $41.4559+3.1911=44.647\text{gr}$

Maka berat cawan+tanah setelah dikeringkan = 43.4405gr

Maka jumlah air yang hilang = $44.647-43.4405=1.2065\text{gr}$

Berat tanah setelah dikeringkan = $43.4405-41.4559= 1.9846\text{gr}$

Kadar air berdasarkan berat kering = $1.2065/1.9846 \times 100\% = 60.17\%$

➤ Sampel 3 ➔ Berat Tanah Basah = 3.7291gr

Berat Cawan = 40.6677gr

Maka berat cawan+tanah sebelum dikeringkan =
 $40.6677+3.7291=44.3968\text{gr}$

Maka berat cawan+tanah setelah dikeringkan = 42.9838gr

Maka jumlah air yang hilang = $44.3968-42.9838=1.413\text{gr}$

Berat tanah setelah dikeringkan = $42.9838-40.6677=2.3161\text{gr}$

Kadar air berdasarkan berat kering = $1.413/2.3161 \times 100\% = 61\%$

➤ Sampe 4 ➔ Berat Tanah Basah = 3.6993gr

Berat Cawan = 40.0370gr

Maka berat cawan+tanah sebelum dikeringkan =
 $40.0370+3.6993=43.7363\text{gr}$

Maka berat cawan+tanah setelah dikeringkan = 42.3390gr

Maka jumlah air yang hilang = $43.7363-42.3390=1.3973\text{gr}$

Berat tanah setelah dikeringkan = $42.3390 - 40.0370 = 2.302 \text{ gr}$

Kadar air berdasarkan berat kering = $1.3973 / 2.302 \times 100\% = 60.6\%$

Dari keempat sampel didapatkan rata-rata = $62 + 60.7 + 61 + 60.6 / 4 = 61\%$

Jadi untuk 250 gr tanah dibutuhkan volume air sebanyak = $\frac{61}{100} \times$

$$250 = 152.5 \approx 150 \text{ ml}$$

Sumber (Abdurachman, 2008)



Lampiran 3. Prosedur Pengukuran Bahan Kering Menurut AOAC (2005)

- Cawan porselin yang bersih dimasukkan ke dalam oven dan pada suhu 105°C selama 1 jam kemudian didinginkan kedalam desikator selama 1 jam dan ditimbang (a gram)
- Sampel sebanyak ± 1 gram dimasukkan ke dalam cawan porselin dan ditimbang bersama-sama (b gram)
- Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 4 jam dan setelah kering didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali (c gram)

Hasil pengamatan dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Kadar Air} = \frac{b - a}{c - a} \times 100\%$$

Kadar Bahan Kering = 100% - Kadar Air

Keterangan: a = Berat cawan kosong (gram)

b = berat cawan + sampel sebelum dioven (gram)

c = berat cawan + sampel setelah dioven (gram)

Kandungan Biomassa BK pada bibit tanaman saga (*Adenanthera pavonina* L.)

(gram) = % Kadar BK x berat segar bibit awal

Lampiran 3. Perhitungan Titik Layu Permanen

Tanah * (gr)	KL * (gr)	Titik Layu Semen tara * (gr)	Titik Layu Permanen * (gr)	Berat Sampel setelah ditimbang (gr)	Berat Cawan (gr)	Berat Sampel Awal (gr)	Berat Sampel+ Cawan Oven 105 (gr)
597	712	522	512	9.318	40.391	10	48.757
638	737	596	584	8.496	40.174	10	47.627
600	710	550	544	9.327	39.643	10	48.065
663	783	621	603	9.445	41.452	10	49.821
700	817	647	635	9.275	37.188	10	45.418
632	751	560	558	9.379	40.738	10	49.253
725	814	628	612	8.919	40.230	10	47.920
698	810	645	630	9.326	40.632	10	48.798
637	757	577	563	8.646	39.827	10	47.555

Note : * = berat tanah

Perhitungan Titik Layu Permanen

$$\text{BK Lapang} = \frac{\text{Titik Layu Permanen (gr)}}{\text{Setelah disiram (gr)}} \times 100\%$$

$$\text{BK pre Lab} = \frac{\text{Berat Sampel di Lab sebelum Oven 105}}{\text{Berat Sampel Awal}} \times 100\%$$

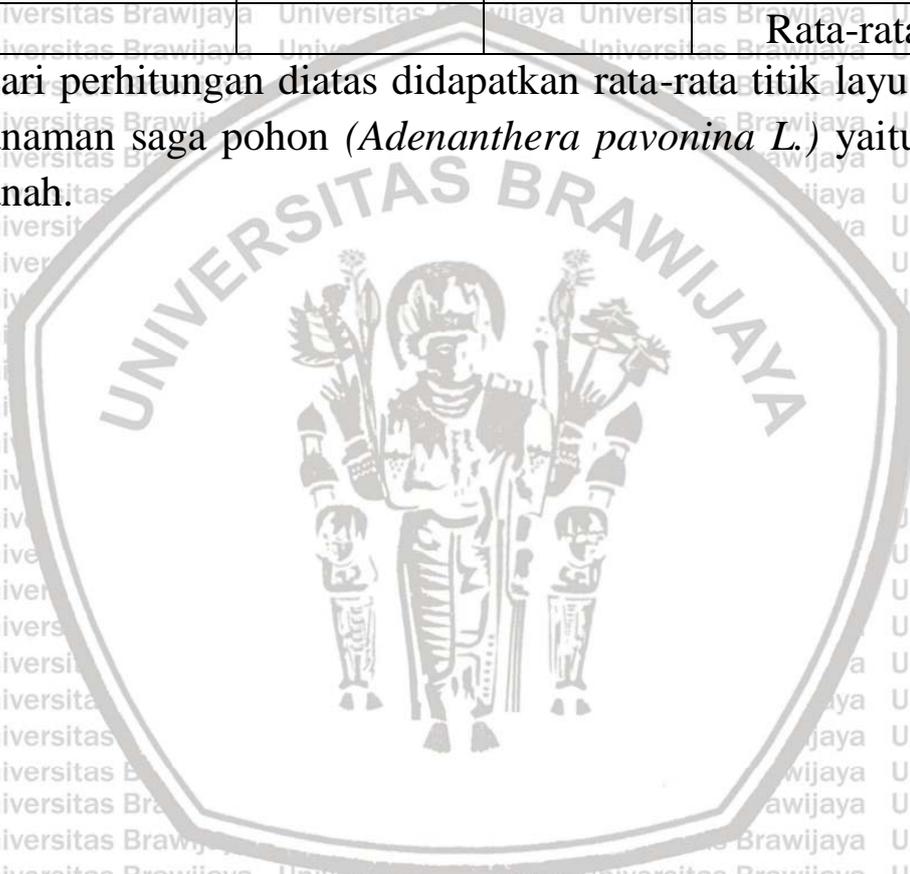
$$\% \text{ BK} = \frac{\text{Berat Sampel dan Cawan Oven 105} - \text{Berat Cawan}}{\text{Berat Sampel sebelum Oven 105}} \times 100\%$$

$$\text{BK Akhir} = \left(\% \frac{\text{BK}}{100} \times \frac{\text{BKpreLab}}{100} \times \frac{\text{BKLapang}}{100} \right) \times 100\%$$

$$\text{KA Akhir (Titik Layu Permanen)} = 100 - \text{BK Akhir}$$

Bklapang	BK pre lab	%BK	BK Akhir	KA akhir
71.91011	93.178	89.7862	60.1607191	39.83928
79.24016	84.964	87.7195	59.05769335	40.94231
76.61972	93.271	90.2992	64.53142535	35.46857
77.01149	94.453	88.6049	64.45091954	35.54908
77.72338	92.75	88.7364	63.96867197	36.03133
74.30093	93.789	90.7900	63.26798668	36.73201
75.18428	89.188	86.2224	57.81670762	42.18329
77.77778	93.264	87.5568	63.51255556	36.48744
74.37252	86.464	89.3840	57.47880449	42.5212
			Rata-rata	38.41717

Dari perhitungan diatas didapatkan rata-rata titik layu permanen pada tanaman saga pohon (*Adenantha pavonina L.*) yaitu 38% kadar air tanah.



Lampiran 4. Prosedur Pengukuran Bahan Kering Menurut AOAC (2005)

- Cawan porselin yang bersih dimasukkan ke dalam oven dan pada suhu 105°C selama 1 jam kemudian didinginkan kedalam desikator selama 1 jam dan ditimbang (a gram)
- Sampel sebanyak ± 1 gram dimasukkan ke dalam cawan porselin dan ditimbang bersama-sama (b gram)
- Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 4 jam dan setelah kering didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali (c gram)

Hasil pengamatan dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Kadar Air} = \frac{b - a}{c - a} \times 100\%$$

Kadar Bahan Kering = 100% - Kadar Air

Keterangan: a = Berat cawan kosong (gram)

b = berat cawan + sampel sebelum dioven (gram)

c = berat cawan + sampel setelah dioven (gram)

Kandungan Biomassa BK pada bibit tanaman saga (*Adenanthera pavonina* L.)

(gram) = % Kadar BK x berat segar bibit awal

Lampiran 5. Analisis Data Laju Pertumbuhan Relatif Bibit Tanaman Saga Pohon (*Adenantha pavonina* L.)

Perlakuan		Ulangan				Total	Rataan A	Total N
N	A	1	2	3	4			
N0	A100	0.1466	0.1933	0.1534	0.1692	0.6625	0.166	2.5193
	A80	0.1644	0.1504	0.1742	0.1618	0.6508	0.163	
	A60	0.1563	0.1515	0.1621	0.1722	0.6420	0.161	
	A40	0.1689	0.1380	0.1218	0.1352	0.5640	0.141	
N40	A100	0.1642	0.1564	0.1798	0.1190	0.6194	0.155	2.2000
	A80	0.1257	0.1612	0.1084	0.1835	0.5788	0.145	
	A60	0.1905	0.1067	0.1281	0.1235	0.5488	0.137	
	A40	0.1848	0.1393	0.1388	0.0901	0.5530	0.138	
N60	A100	0.1500	0.1451	0.1599	0.1564	0.6114	0.153	2.0709
	A80	0.1342	0.0974	0.1608	0.1337	0.5261	0.132	
	A60	0.1426	0.1180	0.1111	0.1102	0.4819	0.120	
	A40	0.1300	0.1197	0.1163	0.0855	0.4515	0.113	
N80	A100	0.1587	0.1529	0.1543	0.1302	0.5962	0.149	2.0326
	A80	0.1416	0.1366	0.1471	0.1286	0.5540	0.138	
	A60	0.1092	0.0717	0.1322	0.1436	0.4567	0.114	
	A40	0.1282	0.1245	0.0785	0.0946	0.4257	0.106	
Total		2.3960	2.1627	2.2266	2.1375			8.9228

Analisis Ragam

• **FK** =
$$\frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{(abr)}$$

=
$$\frac{8.9228^2}{4 \times 4 \times 4}$$

 = 1.244

• **JK_{Total}** =
$$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk}^2 - FK$$

 =
$$0.1466^2 + \dots + 0.0946^2 - FK$$

 = 0.047

• **JK_N** =
$$\frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} - FK$$

$$= \frac{(2.5193^2 + \dots + 2.0326^2)}{4 \times 4} - 1.244$$

$$= 0.010$$

- **JK (A-N0)**

$$= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br}$$

$$= \left(\frac{0.6625^2 + \dots + 0.5640^2}{4} \right) - \left(\frac{2.5193^2}{4 \times 4} \right)$$

$$= 0.001$$
- **JK (A-N40)**

$$= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br}$$

$$= \left(\frac{0.6194^2 + \dots + 0.5530^2}{4} \right) - \left(\frac{2.3000}{4 \times 6} \right)$$

$$= 0.001$$
- **JK (A-N60)**

$$= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br}$$

$$= \left(\frac{0.6114^2 + \dots + 0.4515^2}{4} \right) - \left(\frac{2.0709^2}{4 \times 4} \right)$$

$$= 0.004$$
- **JK (A-N80)**

$$= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br}$$

$$= \left(\frac{0.5962^2 + \dots + 0.4257^2}{4} \right) - \left(\frac{2.0326^2}{4 \times 4} \right)$$

$$= 0.005$$
- **JK (A-N)**

$$= 0.001 + 0.001 + 0.004 + 0.005$$

$$= 0.011$$
- **JK_{galat}**

$$= JK_{\text{Total}} - JK_N - JK_{(A-N)}$$

$$= 0.047 - 0.010 - 0.011$$

$$= 0.026$$

Tabel Anova

SK	db	JK	KT	Fhitung	F0.05	F0.01
N	3	0.010	0.003	5.801	3.49	5.95
(A-N)	12	0.011	0.001	1.630	1.96	2.58
Galat	48	0.026	0.001			
Total	63					



Kesimpulan: $F_{hitung} > F_{0.05}$ menunjukkan bahwa naungan berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap laju pertumbuhan relatif bibit tanaman saga pohon.

Uji Jarak Nyata Duncan

$$SE = \sqrt{\frac{KT_{Galat}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.001}{4}}$$

$$= 0.00586$$

Tabel Nilai Uji Jarak Nyata Duncan

SE	0.005858		
JND 5%	3.08	3.23	3.33
JNT 5%	0.018	0.019	0.020

Tabel Uji JND 5%

Naungan			Air		
Naungan	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
N80	0.1270	a	A40	0.1246	a
N60	0.1294	a	A60	0.1331	ab
N40	0.1437	ab	A80	0.1444	b
N0	0.1575	b	A100	0.1556	b

N0

Air Rataan Notasi

A40	0.1410	a
A60	0.1605	b
A80	0.1627	b
A100	0.1656	b

N40

Air Rataan Notasi

A40	0.1372	a
A60	0.1382	a
A80	0.1447	a
A100	0.1549	a

N60

Air Rataan Notasi

A40	0.1129	a
A60	0.1205	ab
A80	0.1315	b
A100	0.1528	c

N80

Air Rataan Notasi

A40	0.1064	a
A60	0.1142	a
A80	0.1385	b
A100	0.1491	b

A100

Naungan Rataan Notasi

N80	0.149	a
N60	0.153	a
N40	0.155	a
N0	0.166	a

A80

Naungan Rataan Notasi

N80	0.120	a
N60	0.138	b
N40	0.145	b
N0	0.163	c

A60

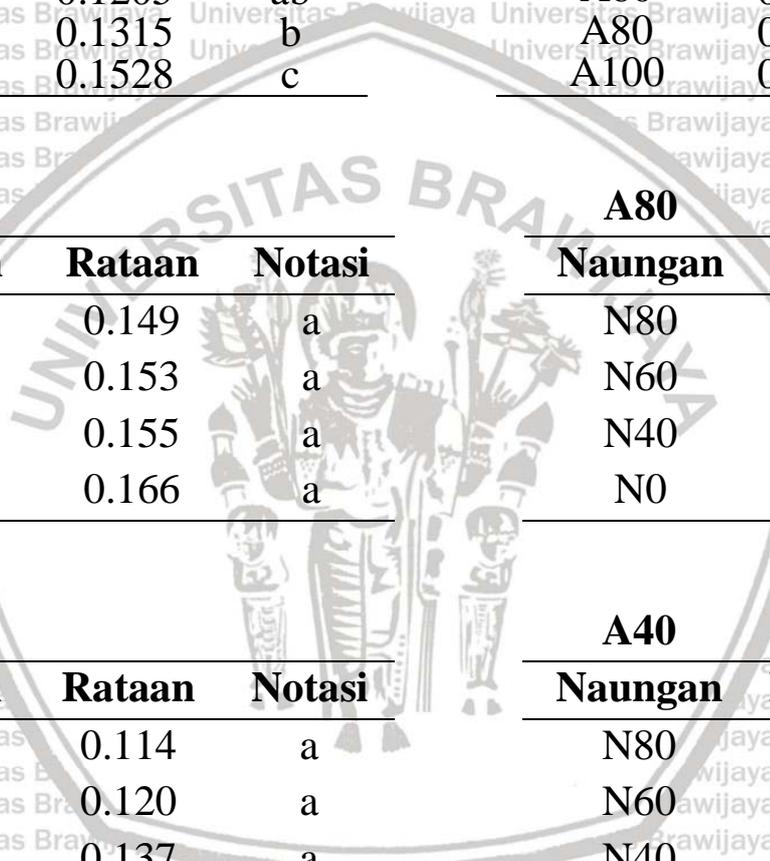
Naungan Rataan Notasi

N80	0.114	a
N60	0.120	a
N40	0.137	a
N0	0.161	b

A40

Naungan Rataan Notasi

N80	0.106	a
N60	0.113	a
N40	0.137	b
N0	0.141	b



Lampiran 6. Analisis Data Biomassa BK Tanaman Saga Pohon (*Adenanthera pavonina* L.)

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan A	Total N	
	N	A	1	2				3	4
N0	A100	0.5833	1.1416	0.7318	0.7817	3.2383	0.8096	11.72435
	A80	0.6354	0.7081	0.9073	0.7926	3.0433	0.7608	
	A60	0.8373	0.5811	0.7087	0.8833	3.0104	0.7526	
	A40	0.7254	0.5496	0.5377	0.6198	2.4324	0.6081	
N40	A100	0.7243	0.7598	0.7918	0.5190	2.7949	0.6987	9.3765
	A80	0.5550	0.7025	0.4665	0.8729	2.5569	0.6392	
	A60	0.7873	0.4896	0.4595	0.4288	2.1652	0.5413	
	A40	0.6893	0.4333	0.3900	0.3471	1.8596	0.4649	
N60	A100	0.7129	0.7035	0.7866	0.7892	2.9922	0.7480	7.82775
	A80	0.4181	0.3566	0.5253	0.4099	1.7099	0.4275	
	A60	0.4378	0.3555	0.3560	0.3967	1.5460	0.3865	
	A40	0.5071	0.4062	0.3497	0.3168	1.5797	0.3949	
N80	A100	0.6762	0.5755	0.7440	0.5160	2.5117	0.6279	7.666
	A80	0.4336	0.6479	0.6104	0.4141	2.1059	0.5265	
	A60	0.3256	0.3256	0.4460	0.4594	1.5567	0.3892	
	A40	0.3794	0.3794	0.3075	0.4255	1.4917	0.3729	
Total		9.4278	9.1156	9.1186	8.9726			36.5947

Analisis Ragam

- $$FK = \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{(abr)}$$

$$= \frac{36.5947^2}{4 \times 4 \times 4}$$

$$= 20.925$$

- $$JK_{Total} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk}^2 - FK$$

$$= 0.5833^2 + \dots + 0.4255^2 - FK$$

$$= 2.128$$

- $$JK_N = \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} - FK$$

$$= \frac{(11.72345 + \dots + 7.666)^2}{4 \times 4} - 20.925$$

$$= 0.664$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ JK (A-N0)} &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\ &= \left(\frac{3.2383^2 + \dots + 2.4324^2}{4} \right) - \left(\frac{11.7244^2}{4 \times 4} \right) \\ &= 0.090 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ JK (A-N40)} &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\ &= \left(\frac{2.7949^2 + \dots + 1.8596^2}{4} \right) - \left(\frac{9.3765^2}{4 \times 4} \right) \\ &= 0.129 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ JK (A-N60)} &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\ &= \left(\frac{2.9922^2 + \dots + 1.5797^2}{4} \right) - \left(\frac{7.82775^2}{4 \times 4} \right) \\ &= 0.361 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ JK (A-N80)} &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\ &= \left(\frac{2.5117^2 + \dots + 1.4917^2}{4} \right) - \left(\frac{7.666^2}{4 \times 4} \right) \\ &= 0.175 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ JK (A-N)} &= 0.090 + 0.129 + 0.361 + 0.175 \\ &= 0.755 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ JK}_{\text{galat}} &= \text{JK}_{\text{Total}} - \text{JK}_{\text{N}} - \text{JK}_{(\text{A-N})} \\ &= 2.128 - 0.664 - 0.755 \\ &= 0.709 \end{aligned}$$

Tabel Anova

SK	db	JK	KT	Fhitung	F0.05	F0.01
N	3	0.664	0.221	14.999	3.49	5.95
(A-N)	12	0.755	0.063	4.263	1.96	2.58
Galat	48	0.709	0.015			
Total	63					

Kesimpulan: $F_{\text{hitung}} > F_{0.01}$ menunjukkan bahwa naungan berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap biomassa BK bibit tanaman saga pohon.

Uji Jarak Nyata Duncan

$$SE = \sqrt{\frac{KT_{Galat}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.15}{4}}$$

$$= 0.03038$$

Tabel Nilai Uji Jarak Nyata Duncan

SE	0.030376		
JND 1%	4.32	4.55	4.68
JNT 1%	0.131	0.138	0.142

Tabel Uji JND 1%

Naungan			Air		
Naungan	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
N80	0.4791	a	A40	0.4602	a
N60	0.4892	a	A60	0.5174	a
N40	0.5860	a	A80	0.5885	ab
N0	0.7328	b	A100	0.7211	b

N0			N40		
Air	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
A40	0.61	a	A40	0.70	c
A60	0.75	b	A60	0.64	bc
A80	0.76	b	A80	0.54	ab
A100	0.81	b	A100	0.46	a

N60			N80		
-----	--	--	-----	--	--

Air	Rataan	Notasi
A40	0.75	b
A60	0.43	a
A80	0.39	a
A100	0.39	a

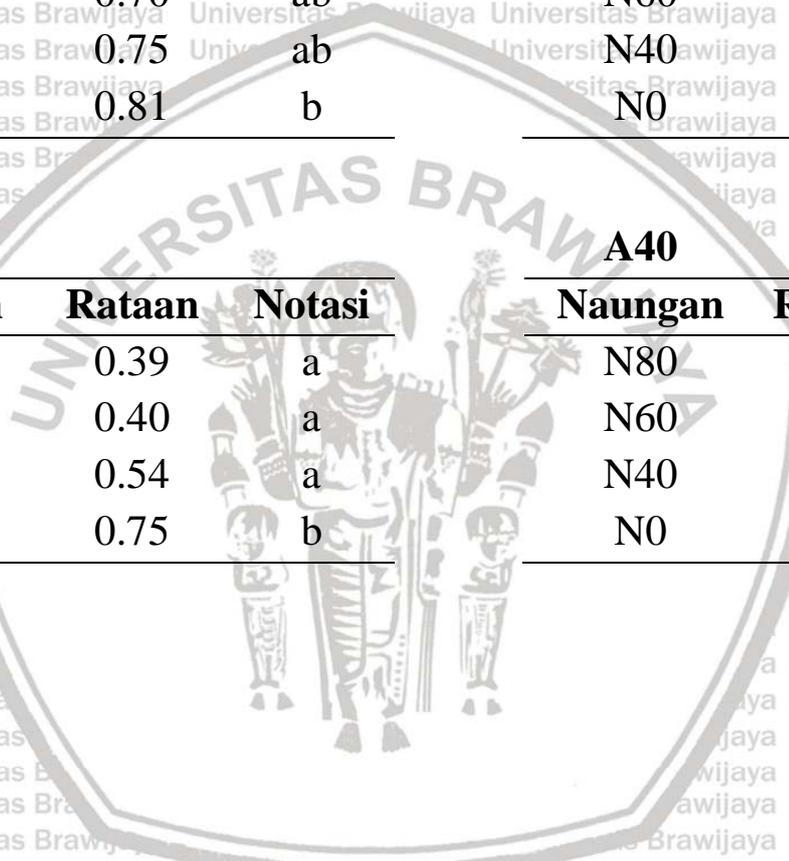
Air	Rataan	Notasi
A40	0.63	b
A60	0.53	ab
A80	0.39	a
A100	0.37	a

A100		
Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.63	a
N60	0.70	ab
N40	0.75	ab
N0	0.81	b

A80		
Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.43	a
N60	0.51	a
N40	0.65	b
N0	0.76	b

A60		
Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.39	a
N60	0.40	a
N40	0.54	a
N0	0.75	b

A40		
Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.37	a
N60	0.39	a
N40	0.46	a
N0	0.61	b



Lampiran 7. Analisis Data Tinggi Bibit Tanaman Saga Pohon (*Adenanthera pavonina* L.)

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan A	Total N		
	N	A	1	2				3	4
N0	A100		39.13	41.05	39.40	40.55	160.13	619.125	
	A80		35.00	40.05	40.10	35.55	150.70		
	A60		45.58	41.30	37.28	37.90	162.05		
	A40		38.75	36.58	35.20	35.73	146.25		
N40	A100		35.05	36.10	36.83	38.80	146.78	562.325	
	A80		35.20	36.13	31.78	38.23	141.33		
	A60		37.50	33.48	32.20	35.35	138.53		
	A40		36.40	34.23	31.53	33.55	135.70		
N60	A100		36.08	36.50	32.48	36.18	141.23	553.575	
	A80		36.93	31.88	35.65	34.55	139.00		
	A60		35.48	34.60	32.08	34.75	136.90		
	A40		35.33	35.10	30.88	35.15	136.45		
N80	A100		37.75	31.15	32.53	35.18	136.60	535.35	
	A80		33.70	34.70	33.23	32.23	133.85		
	A60		31.53	35.15	34.60	33.90	135.18		
	A40		31.95	31.68	31.40	34.70	129.73		
Total			2.3960	581.33	569.65	547.13	572.28	2270.38	2270.375

Analisis Ragam

- $$FK = \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{(abr)}$$

$$= \frac{2270,375^2}{4 \times 4 \times 4}$$

$$= 80540,666$$
- $$JK_{Total} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk}^2 - FK$$

$$= 39,13^2 + \dots + 34,70^2 - FK$$

$$= 537.226$$
- $$JK_N = \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} - FK$$

$$= \frac{(619.125 + \dots + 535.35)^2}{4 \times 4} - 80540,666$$

$$= 244.963$$

• **JK (A-N0)**

$$= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br}$$

$$= \left(\frac{160.13 + \dots + 146.25^2}{4} \right) - \left(\frac{619.125^2}{4 \times 4} \right)$$

$$= 42.707$$

• **JK (A-N40)**

$$= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br}$$

$$= \left(\frac{146.78^2 + \dots + 135.70^2}{4} \right) - \left(\frac{562.325}{4 \times 4} \right)$$

$$= 16.743$$

• **JK (A-N60)**

$$= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br}$$

$$= \left(\frac{141.23^2 + \dots + 136.45^2}{4} \right) - \left(\frac{553.575^2}{4 \times 4} \right)$$

$$= 3.598$$

• **JK (A-N80)**

$$= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br}$$

$$= \left(\frac{136.60^2 + \dots + 129.73^2}{4} \right) - \left(\frac{535.350^2}{4 \times 4} \right)$$

$$= 6.583$$

• **JK (A-N)**

$$= 42.707 + 16.743 + 3.598 + 6.583$$

$$= 69.631$$

• **JK_{galat}**

$$= JK_{Total} - JK_N - JK_{(A-N)}$$

$$= 537.225 - 244.963 - 69.631$$

$$= 222.651$$

Tabel Anova

SK	db	JK	KT	Fhitung	F0.05	F0.01
N	3	244.963	81.654	17.605	3.49	5.95
(A-N)	12	69.631	5.803	1.251	1.96	2.58
Galat	48	222.631	4.638			
Total	63					



Kesimpulan: $F_{hitung} > F_{0.01}$ menunjukkan bahwa naungan berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap tinggi bibit tanaman saga pohon.

Uji Jarak Nyata Duncan

$$SE = \sqrt{\frac{KT_{Galat}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{4.638}{4}}$$

$$= 0.5384$$

Tabel Nilai Uji Jarak Nyata Duncan

SE	0.5384		
JND 1%	4.32	4.55	4.68
JNT 1%	2.326	2.450	2.520

Tabel Uji JND 1%

Naungan			Air		
Naungan	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
N80	33.46	a	A40	34.26	a
N60	34.60	a	A60	35.79	a
N40	35.15	a	A80	35.30	ab
N0	38.70	b	A100	36.55	b

N0

N40

Air	Rataan	Notasi
A40	36.56	a
A60	40.51	b
A80	37.68	b
A100	40.03	b

Air	Rataan	Notasi
A40	33.93	c
A60	34.63	bc
A80	35.33	ab
A100	33.69	a

N60		
Air	Rataan	Notasi
A40	34.11	b
A60	34.23	a
A80	34.75	a
A100	35.31	a

N80		
Air	Rataan	Notasi
A40	32.43	b
A60	33.79	ab
A80	33.46	a
A100	34.15	a

A100		
Naungan	Rataan	Notasi
N80	34.15	a
N60	35.31	ab
N40	36.69	ab
N0	40.03	b

A80		
Naungan	Rataan	Notasi
N80	33.46	a
N60	34.75	a
N40	35.33	b
N0	37.68	b

A60		
Naungan	Rataan	Notasi
N80	33.79	a
N60	34.23	a
N40	34.63	a
N0	40.51	b

A40		
Naungan	Rataan	Notasi
N80	32.43	a
N60	34.11	a
N40	33.93	a
N0	36.56	b

Lampiran 8. Analisis Data Biomassa Fraksi Akar Bibit Tanaman Saga Pohon (*Adenantha pavonina* L.)

Perlakuan		Ulangan				Total	Rataan A	Total N
N	A	1	2	3	4			
N0	A100	0.231	0.209	0.174	0.228	0.841	0.210	3.4152
	A80	0.226	0.207	0.199	0.201	0.833	0.208	
	A60	0.202	0.225	0.209	0.216	0.851	0.213	
	A40	0.216	0.229	0.225	0.220	0.890	0.223	
N40	A100	0.199	0.187	0.185	0.196	0.767	0.192	3.3091
	A80	0.195	0.200	0.201	0.225	0.821	0.205	
	A60	0.212	0.210	0.202	0.207	0.831	0.208	
	A40	0.221	0.217	0.216	0.237	0.890	0.223	
N60	A100	0.182	0.192	0.196	0.195	0.764	0.191	3.2465
	A80	0.200	0.200	0.199	0.209	0.808	0.202	
	A60	0.211	0.210	0.201	0.203	0.825	0.206	
	A40	0.213	0.218	0.214	0.204	0.849	0.212	
N80	A100	0.188	0.173	0.197	0.200	0.759	0.190	3.1520
	A80	0.194	0.195	0.196	0.196	0.780	0.195	
	A60	0.207	0.197	0.204	0.200	0.808	0.202	
	A40	0.204	0.201	0.201	0.199	0.805	0.201	
Total		3.300	3.269	3.219	3.334	13.123		13.123

Analisis Ragam

$$\bullet \text{ FK} = \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{(abr)}$$

$$= \frac{8.9228^2}{4 \times 4 \times 4}$$

$$= 2.691$$

$$\bullet \text{ JK}_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk}^2 - FK$$

$$= 0.231^2 + \dots + 0.199^2 - FK$$

$$= 0.011$$

$$\bullet \text{ JK}_N = \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} - FK$$

$$= \frac{(3.4152^2 + \dots + 3.1520^2)}{4 \times 4} - 2.691$$

$$= 0.002$$

• **JK (A-N0)**

$$= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br}$$

$$= \left(\frac{0.841^2 + \dots + 0.890^2}{4} \right) - \left(\frac{3.4152^2}{4 \times 4} \right)$$

$$= 0.0005$$

• **JK (A-N40)**

$$= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br}$$

$$= \left(\frac{0.767^2 + \dots + 0.890^2}{4} \right) - \left(\frac{3.3091}{4 \times 6} \right)$$

$$= 0.002$$

• **JK (A-N60)**

$$= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br}$$

$$= \left(\frac{0.764^2 + \dots + 0.849^2}{4} \right) - \left(\frac{3.2465^2}{4 \times 4} \right)$$

$$= 0.001$$

• **JK (A-N80)**

$$= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br}$$

$$= \left(\frac{0.759^2 + \dots + 0.805^2}{4} \right) - \left(\frac{3.1520^2}{4 \times 4} \right)$$

$$= 0.0004$$

• **JK (A-N)**

$$= 0.0005 + 0.002 + 0.001 + 0.0004$$

$$= 0.004$$

• **JK_{galat}**

$$= JK_{\text{Total}} - JK_N - JK_{(A-N)}$$

$$= 0.011 - 0.002 - 0.004$$

$$= 0.005$$

Tabel Anova

SK	db	JK	KT	Fhitung	F0.05	F0.01
N	3	0.002	0.0008	7.653	3.49	5.95
(A-N)	12	0.004	0.0003	3.147	1.96	2.58
Galat	48	0.005	0.0001			
Total	63					

Kesimpulan: $F_{hitung} > F_{0.01}$ menunjukkan bahwa naungan berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap biomassa akar tanaman saga pohon.

Uji Jarak Nyata Duncan

$$SE = \sqrt{\frac{KT_{Galat}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.0001}{4}}$$

$$= 0.0025$$

Tabel Nilai Uji Jarak Nyata Duncan

SE	0.0025		
JND 1%	4.32	4.55	4.68
JNT 1%	0.011	0.011	0.012

Tabel Uji JND 1%

Naungan			Air		
Naungan	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
N80	0.197	a	A40	0.196	a
N60	0.203	ab	A60	0.203	ab
N40	0.207	ab	A80	0.207	ab
N0	0.213	b	A100	0.215	b

N0			N40		
Air	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
A80	0.208	a	A100	0.192	a
A100	0.210	a	A80	0.205	B
A60	0.213	ab	A60	0.208	B
A40	0.223	b	A40	0.223	c

N60

Air	Rataan	Notasi
A100	0.191	a
A80	0.202	b
A60	0.206	b
A40	0.212	b

N80

Air	Rataan	Notasi
A100	0.191	a
A80	0.202	a
A60	0.206	b
A40	0.212	b

A100

Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.190	a
N60	0.191	ab
N40	0.192	ab
N0	0.210	b

A80

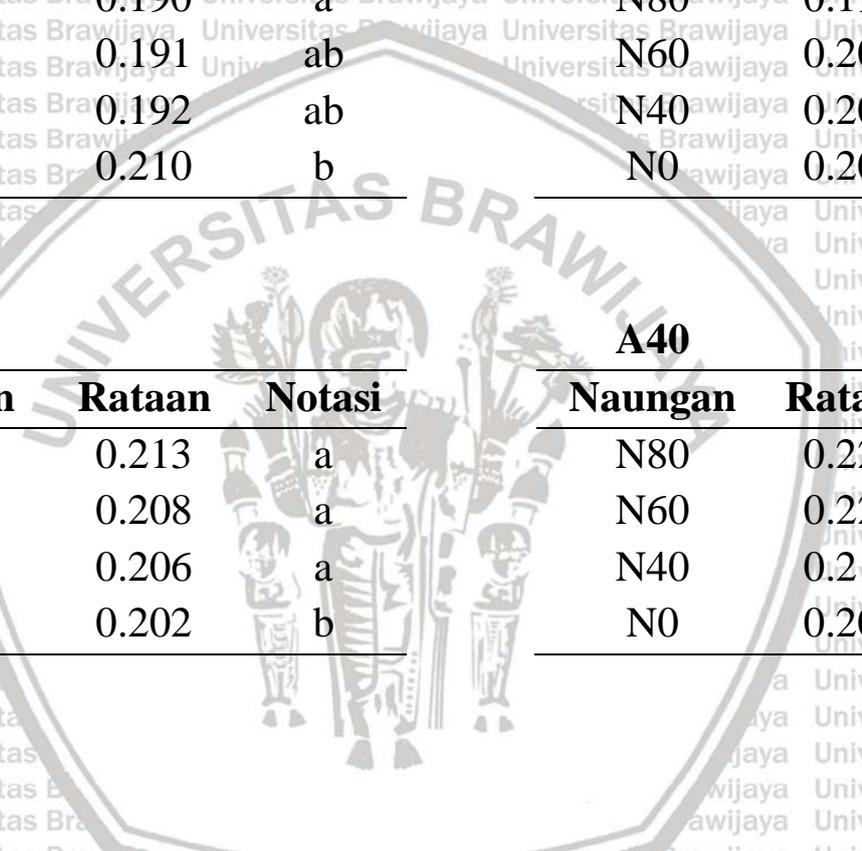
Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.195	a
N60	0.202	a
N40	0.205	b
N0	0.208	b

A60

Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.213	a
N60	0.208	a
N40	0.206	a
N0	0.202	b

A40

Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.223	a
N60	0.223	a
N40	0.212	a
N0	0.201	b



Lampiran 9. Analisis Data Biomassa Fraksi Tajuk Bibit Tanaman Saga Pohon (*Adenantha pavonina* L.)

Perlakuan	Ulangan				Total	Rataan A	Total N	
	N	A	1	2				3	4
N0	A100	0.7695	0.7912	0.8261	0.7723	3.1591	0.7898	12.585
	A80	0.7744	0.7934	0.8008	0.7989	3.1675	0.7919	
	A60	0.7984	0.7752	0.7914	0.7835	3.1486	0.7871	
	A40	0.7842	0.7710	0.7745	0.7800	3.1097	0.7774	
N40	A100	0.8012	0.8132	0.8146	0.8040	3.2330	0.8083	12.691
	A80	0.8047	0.7998	0.7993	0.7749	3.1787	0.7947	
	A60	0.7879	0.7901	0.7981	0.7933	3.1694	0.7923	
	A40	0.7794	0.7835	0.7839	0.7630	3.1099	0.7775	
N60	A100	0.8183	0.8079	0.8043	0.8051	3.2357	0.8089	12.754
	A80	0.7995	0.7999	0.8013	0.7914	3.1922	0.7980	
	A60	0.7888	0.7899	0.7990	0.7973	3.1750	0.7937	
	A40	0.7865	0.7822	0.7855	0.7965	3.1508	0.7877	
N80	A100	0.8123	0.8266	0.8027	0.7998	3.2413	0.8103	12.848
	A80	0.8057	0.8053	0.8044	0.8044	3.2198	0.8050	
	A60	0.7932	0.8025	0.7957	0.8002	3.1916	0.7979	
	A40	0.7959	0.7993	0.7990	0.8010	3.1951	0.7988	
Total		12.6999	12.7311	12.7807	12.6656			50.8773

Analisis Ragam

- $$FK = \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{(abr)}$$

$$= \frac{50.8773^2}{4 \times 4 \times 4}$$

$$= 40.445$$
- $$JK_{Total} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk}^2 - FK$$

$$= 0.7695^2 + \dots + 0.8010^2 - FK$$

$$= 0.011$$
- $$JK_N = \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} - FK$$

$$= \frac{(12.85483 + \dots + 12.84795)^2}{4 \times 4} - 40.445$$

$$= 0.002$$
- $$JK(A-N0) = \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br}$$

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{3.1591^2 + \dots + 3.1097^2}{4} \right) - \left(\frac{12.58483^2}{4 \times 4} \right) \\
 &= 0.0005 \\
 \bullet \text{ JK (A-N40)} &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\
 &= \left(\frac{3.2330^2 + \dots + 3.1099^2}{4} \right) - \left(\frac{12.69094^2}{4 \times 4} \right) \\
 &= 0.002 \\
 \bullet \text{ JK (A-N60)} &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\
 &= \left(\frac{3.2357^2 + \dots + 3.1508^2}{4} \right) - \left(\frac{12.75354^2}{4 \times 4} \right) \\
 &= 0.001 \\
 \bullet \text{ JK (A-N80)} &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\
 &= \left(\frac{3.2413^2 + \dots + 3.1951^2}{4} \right) - \left(\frac{12.84795^2}{4 \times 4} \right) \\
 &= 0.0004 \\
 \bullet \text{ JK (A-N)} &= 0.0005 + 0.002 + 0.001 + 0.0004 \\
 &= 0.004 \\
 \bullet \text{ JK}_{\text{galat}} &= \text{JK}_{\text{Total}} - \text{JK}_N - \text{JK}_{(A-N)} \\
 &= 0.011 - 0.002 - 0.004 \\
 &= 0.005
 \end{aligned}$$

Tabel Anova

SK	db	JK	KT	Fhitung	F0.05	F0.01
N	3	0.002	0.001	7.653	3.49	5.95
(A-N)	12	0.004	0.0003	3.147	1.96	2.58
Galat	48	0.005	0.0001			
Total	63					

Kesimpulan: $F_{\text{hitung}} > F_{0.01}$ menunjukkan bahwa naungan berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap biomassa Bkfraksi tajuk bibit tanaman saga pohon.

Uji Jarak Nyata Duncan

$$SE = \sqrt{\frac{KT_{Galat}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.0001}{4}}$$

$$= 0.002496$$

Tabel Nilai Uji Jarak Nyata Duncan

SE	0.002496		
JND 1%	4.32	4.55	4.68
JNT 1%	0.011	0.011	0.012

Tabel Uji JND 1%

Naungan			Air		
Naungan	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
N80	0.787	a	A40	0.785	a
N60	0.793	ab	A60	0.793	ab
N40	0.797	ab	A80	0.797	ab
N0	0.803	b	A100	0.804	b

N0			N40		
Air	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
A40	0.777	a	A40	0.777	c
A60	0.787	ab	A60	0.792	b
A80	0.792	b	A80	0.798	b
A100	0.790	b	A100	0.809	c

N60			N80		

Air	Rataan	Notasi
A40	0.788	a
A60	0.794	b
A80	0.798	b
A100	0.810	c

Air	Rataan	Notasi
A40	0.799	a
A60	0.798	a
A80	0.805	ab
A100	0.810	b

A100

Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.810	a
N60	0.809	ab
N40	0.808	ab
N0	0.790	b

A80

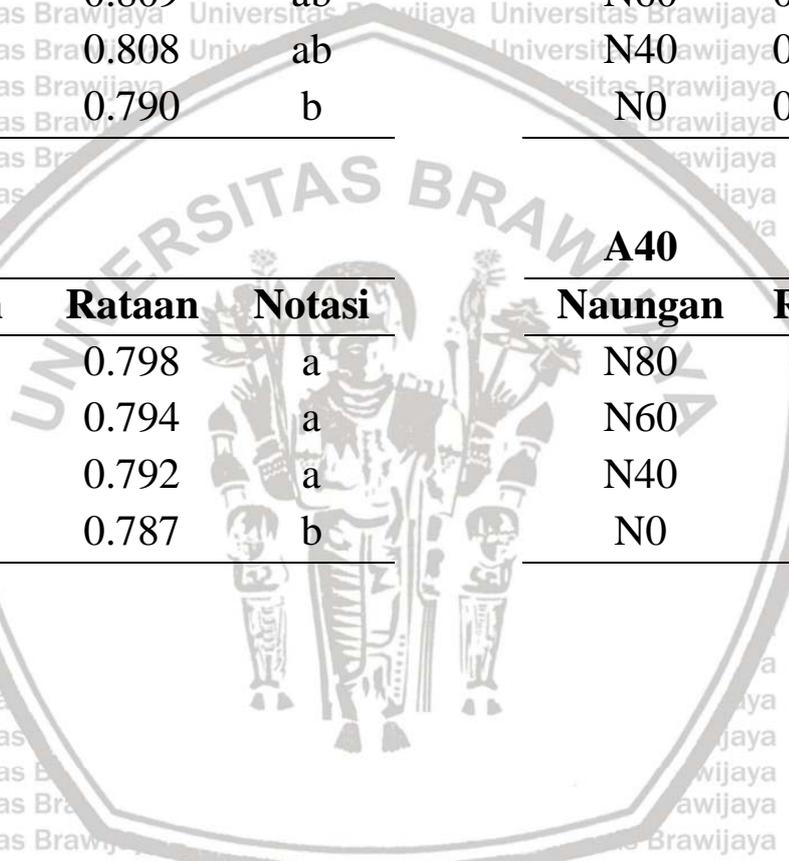
Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.792	a
N60	0.795	a
N40	0.798	b
N0	0.805	b

A60

Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.798	a
N60	0.794	a
N40	0.792	a
N0	0.787	b

A40

Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.799	a
N60	0.788	a
N40	0.777	a
N0	0.777	b



Lampiran 10. Analisis Data Rasio Akar : Tajuk Bibit Tanaman Saga Pohon (*Adenantha pavonina* L.)

Perlakuan		Ulangan				Total	Rataan A	Total N
N	A	1	2	3	4			
N0	A100	0.2996	0.2638	0.2105	0.2949	1.0689	0.267	4.3487
	A80	0.2913	0.2604	0.2487	0.2518	1.0522	0.263	
	A60	0.2525	0.2900	0.2635	0.2763	1.0823	0.271	
	A40	0.2752	0.2970	0.2911	0.2821	1.1454	0.286	
N40	A100	0.2482	0.2296	0.2276	0.2437	0.9492	0.237	4.1778
	A80	0.2427	0.2502	0.2512	0.2905	1.0346	0.259	
	A60	0.2693	0.2657	0.2529	0.2605	1.0484	0.262	
	A40	0.2830	0.2763	0.2757	0.3106	1.1456	0.286	
N60	A100	0.2220	0.2378	0.2432	0.2421	0.9451	0.236	4.0755
	A80	0.2508	0.2501	0.2480	0.2636	1.0124	0.253	
	A60	0.2677	0.2660	0.2516	0.2543	1.0396	0.260	
	A40	0.2714	0.2784	0.2731	0.2555	1.0784	0.270	
N80	A100	0.2311	0.2098	0.2458	0.2503	0.9370	0.234	3.9271
	A80	0.2412	0.2417	0.2431	0.2432	0.9692	0.242	
	A60	0.2607	0.2460	0.2567	0.2498	1.0132	0.253	
	A40	0.2565	0.2511	0.2516	0.2484	1.0076	0.252	
Total		7.4832	4.1630	4.1142	4.0344	4.2174	16.5291	

Analisis Ragam

- $$FK = \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{(abr)}$$

$$= \frac{8.9228^2}{4 \times 4 \times 4}$$

$$= 2.691$$
- $$JK_{Total} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk}^2 - FK$$

$$= 0.2996^2 + \dots + 0.2484^2 - FK$$

$$= 0.011$$
- $$JK_N = \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} - FK$$

$$= \frac{(4.3487^2 + \dots + 3.9271^2)}{4 \times 4} - 2.691$$

$$= 0.002$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ JK (A-N}_0) &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\
 &= \left(\frac{1.0689^2 + \dots + 1.1454^2}{4} \right) - \left(\frac{4.3487^2}{4 \times 4} \right) \\
 &= 0.0005
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ JK (A-N}_{40}) &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\
 &= \left(\frac{0.9492^2 + \dots + 1.1456^2}{4} \right) - \left(\frac{4.1778^2}{4 \times 4} \right) \\
 &= 0.002
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ JK (A-N}_{60}) &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\
 &= \left(\frac{0.9451^2 + \dots + 1.0784^2}{4} \right) - \left(\frac{4.0755^2}{4 \times 4} \right) \\
 &= 0.001
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ JK (A-N}_{80}) &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\
 &= \left(\frac{0.9370^2 + \dots + 1.0076^2}{4} \right) - \left(\frac{3.9271^2}{4 \times 4} \right) \\
 &= 0.0004
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ JK (A-N)} &= 0.0005 + 0.002 + 0.001 + 0.0004 \\
 &= 0.004
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ JK}_{\text{galat}} &= \text{JK}_{\text{Total}} - \text{JK}_N - \text{JK}_{(\text{A-N})} \\
 &= 0.011 - 0.002 - 0.004 \\
 &= 0.005
 \end{aligned}$$

Tabel Anova

SK	db	JK	KT	Fhitung	F0.05	F0.01
N	3	0.002	0.0008	7.653	3.49	5.95
(A-N)	12	0.004	0.0003	3.147	1.96	2.58
Galat	48	0.005	0.0001			
Total	63					

Kesimpulan: $F_{\text{hitung}} > F_{0.01}$ menunjukkan bahwa naungan berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap biomassa akar tanaman saga pohon.

Uji Jarak Nyata Duncan

$$SE = \sqrt{\frac{KT_{Galat}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.0001}{4}}$$

$$= 0.0025$$

Tabel Nilai Uji Jarak Nyata Duncan

SE	0.0025		
JND 1%	4.32	4.55	4.68
JNT 1%	0.011	0.011	0.012

Tabel Uji JND 1%

Naungan			Air		
Naungan	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
N80	0.197	a	A40	0.196	a
N60	0.203	ab	A60	0.203	ab
N40	0.207	ab	A80	0.207	ab
N0	0.213	b	A100	0.215	b
N0			N40		
Air	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
A80	0.208	a	A100	0.192	a
A100	0.210	a	A80	0.205	b
A60	0.213	ab	A60	0.208	b
A40	0.223	b	A40	0.223	c
N60			N80		

Air	Rataan	Notasi
A100	0.191	a
A80	0.202	b
A60	0.206	b
A40	0.212	b

Air	Rataan	Notasi
A100	0.191	a
A80	0.202	a
A60	0.206	b
A40	0.212	b

A100

Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.190	a
N60	0.191	ab
N40	0.192	ab
N0	0.210	b

A80

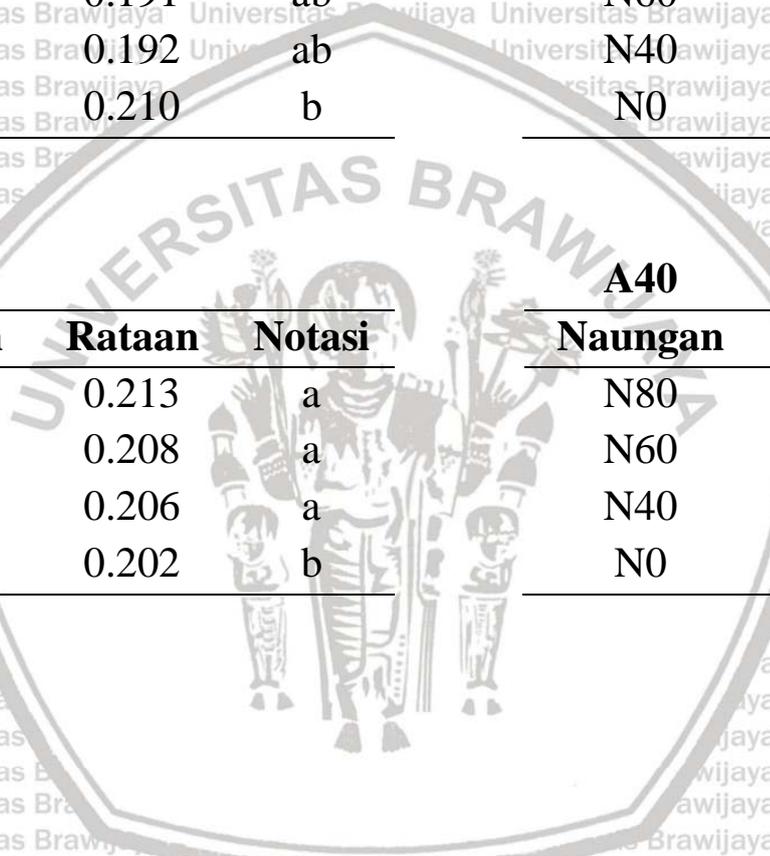
Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.195	a
N60	0.202	a
N40	0.205	b
N0	0.208	b

A60

Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.213	a
N60	0.208	a
N40	0.206	a
N0	0.202	b

A40

Naungan	Rataan	Notasi
N80	0.223	a
N60	0.223	a
N40	0.212	a
N0	0.201	b



Lampiran 11. Analisis Data Panjang Akar Spesifik Bibit Tanaman Saga Pohon (*Adenantha pavonina* L.)

Perlakuan	Ulangan				Total	Rata-ran A	Total N	
	N	A	1	2				3	4
N0	A100	152.14	163.63	159.64	158.83	634.24	158.56	2689.17
	A80	155.94	169.65	173.65	158.40	657.63	164.41	
	A60	177.63	169.85	180.44	159.55	687.47	171.87	
	A40	177.00	181.65	181.65	169.54	709.83	177.46	
N40	A100	166.43	159.75	169.12	161.65	656.95	164.24	2754.481
	A80	175.34	157.85	168.94	171.67	673.78	168.45	
	A60	186.65	174.84	174.73	180.01	716.22	179.05	
	A40	174.94	182.75	170.00	179.86	707.54	176.88	
N60	A100	174.75	168.59	170.95	165.75	680.03	170.01	2815.537
	A80	168.00	183.93	169.89	186.37	708.17	177.04	
	A60	165.96	180.46	179.96	186.74	713.11	178.28	
	A40	181.89	170.00	178.89	183.45	714.22	178.56	
N80	A100	174.78	182.00	165.37	172.98	695.12	173.78	2817.754
	A80	159.77	182.50	175.96	177.49	695.72	173.93	
	A60	185.28	173.83	179.64	173.12	711.85	177.96	
	A40	169.67	187.37	176.37	181.67	715.06	178.77	
Total		2746.13	2788.61	2775.17	2767.03			11076.94

Analisis Ragam

$$\bullet \text{ FK} = \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{(abr)}$$

$$= \frac{2270,375^2}{4 \times 4 \times 4}$$

$$= 80540,666$$

$$\bullet \text{ JK}_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk}^2 - FK$$

$$= 152.14^2 + \dots + 181.67^2 - FK$$

$$= 537.226$$

$$\bullet \text{ JK}_N = \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} - FK$$

$$= \frac{(2689.165 + \dots + 2817.754)^2}{4 \times 4} - 80540,666$$

$$\begin{aligned}
 &= 244.963 \\
 \bullet \text{ JK (A-N0)} &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\
 &= \left(\frac{634.24 + \dots + 709.83^2}{4} \right) - \left(\frac{2689.165^2}{4 \times 4} \right) \\
 &= 42.707 \\
 \bullet \text{ JK (A-N40)} &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\
 &= \left(\frac{656.95^2 + \dots + 707.54^2}{4} \right) - \left(\frac{2754.481}{4 \times 4} \right) \\
 &= 16.743 \\
 \bullet \text{ JK (A-N60)} &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\
 &= \left(\frac{680.03^2 + \dots + 714.22^2}{4} \right) - \left(\frac{2815.537^2}{4 \times 4} \right) \\
 &= 3.598 \\
 \bullet \text{ JK (A-N80)} &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\
 &= \left(\frac{695.12^2 + \dots + 715.06^2}{4} \right) - \left(\frac{2817.754^2}{4 \times 4} \right) \\
 &= 6.583 \\
 \bullet \text{ JK (A-N)} &= 42.707 + 16.743 + 3.598 + 6.583 \\
 &= 69.631 \\
 \bullet \text{ JK}_{\text{galat}} &= \text{JK}_{\text{Total}} - \text{JK}_{\text{N}} - \text{JK}_{(\text{A-N})} \\
 &= 537.225 - 244.963 - 69.631 \\
 &= 222.651
 \end{aligned}$$

Tabel Anova

SK	db	JK	KT	Fhitun		
				F0.05	F0.01	
N	3	244.96	81.654	17.605	3.49	5.95
(A-N)	12	69.631	5.803	1.251	1.96	2.58
		222.63				
Galat	48	1	4.638			
Total	63					

Kesimpulan: $F_{hitung} > F_{0.01}$ menunjukkan bahwa naungan berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap tinggi bibit tanaman saga pohon.

Uji Jarak Nyata Duncan

$$SE = \sqrt{\frac{KT_{Galat}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{4.638}{4}}$$

$$= 0.5384$$

Tabel Nilai Uji Jarak Nyata Duncan

SE	0.5384		
JND 1%	4.32	4.55	4.68
JNT 1%	2.326	2.450	2.520

Tabel Uji JND 1%

Naungan			Air		
Naungan	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
N80	176.110	a	A100	166.646	a
N60	175.971	a	A80	170.957	a
N40	172.155	ab	A60	176.790	ab
N0	168.073	b	A40	177.915	b
N0			N40		
Air	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
A100	158.56	a	A100	164.24	a
A80	164.41	ab	A80	168.45	ab
A60	171.87	bc	A60	179.05	bc
A40	177.46	c	A40	176.88	c

N60		
Air	Rataan	Notasi
A100	170.01	a
A80	177.04	ab
A60	178.28	b
A40	178.56	b

N80		
Air	Rataan	Notasi
A100	173.78	a
A80	173.93	a
A60	177.96	a
A40	178.77	a

A100		
Naungan	Rataan	Notasi
N0	158.56	a
N40	164.24	ab
N60	170.01	ab
N80	173.78	b

A80		
Naungan	Rataan	Notasi
N0	164.41	a
N40	168.45	a
N60	177.04	b
N80	173.93	b

A60		
Naungan	Rataan	Notasi
N0	171.87	a
N40	179.05	a
N60	178.28	a
N80	177.96	a

A40		
Naungan	Rataan	Notasi
N0	177.46	a
N40	176.88	a
N60	178.56	a
N80	178.77	a

Lampiran 12. Analisis Data Panjang Batang Spesifik Bibit Tanaman Saga Pohon (*Adenanthera pavonina* L.)

Perlakuan		Ulangan				Total	Rataan	Total
N	A	1	2	3	4		A	N
N0	A100	194.3730	98.9723	130.3447	154.3382	578.0282	144.5070	2324.875
	A80	150.9359	152.9849	112.5121	113.2565	529.6894	132.4224	
	A60	140.3655	183.5694	137.6339	111.5033	573.0721	143.2680	
	A40	144.4913	169.9740	164.2024	165.4178	644.0856	161.0214	
N40	A100	134.0746	126.6796	113.7274	212.6629	587.1446	146.7861	2694.119
	A80	166.5325	137.3754	173.0274	118.9959	595.9312	148.9828	
	A60	123.9732	172.5965	181.0512	210.7216	688.3425	172.0856	
	A40	143.1127	197.7534	199.5552	282.2791	822.7003	205.6751	
N60	A100	110.7242	138.3133	113.0633	108.5650	470.6657	117.6664	3165.191
	A80	233.5694	239.9333	191.3319	227.3682	892.2028	223.0507	
	A60	219.8546	229.9040	242.2297	220.8215	912.8098	228.2024	
	A40	190.1496	207.7079	227.3778	264.2777	889.5130	222.3783	
N80	A100	130.8653	130.5421	95.1488	172.2894	528.8456	132.2114	2942.947
	A80	185.9878	125.5294	128.6372	200.3110	640.4653	160.1163	
	A60	235.8325	261.5681	212.3984	195.4670	905.2659	226.3165	
	A40	204.1979	206.0296	254.7581	203.3847	868.3702	217.0925	
Total		2709.0399	2779.4331	2676.9995	2961.6598			11127.132

Analisis Ragam

- $$FK = \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{(abr)}$$

$$= \frac{11127,123^2}{4 \times 4 \times 4}$$

$$= 1934579.265$$
- $$JK_{Total} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk}^2 - FK$$

$$= 194.373^2 + \dots + 203.385^2 - FK$$

$$= 142221.187$$
- $$JK_N = \frac{(\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} - FK$$

$$= \frac{(2324.875 + \dots + 2942.947)^2}{4 \times 4} - 1934579.265$$

$$= 24339.096$$
- $$JK(A-N0) = \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br}$$

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{578.0282 + \dots + 644.0856^2}{4} \right) - \left(\frac{2324.875^2}{4 \times 4} \right) \\
 &= 1671.014 \\
 \bullet \text{ JK (A-N40)} &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\
 &= \left(\frac{587.1446^2 + \dots + 822.7003^2}{4} \right) - \left(\frac{2694.119}{4 \times 4} \right) \\
 &= 1671.014 \\
 \bullet \text{ JK (A-N60)} &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\
 &= \left(\frac{470.6657^2 + \dots + 8889.5130^2}{4} \right) - \left(\frac{3165.191^2}{4 \times 4} \right) \\
 &= 34349.531 \\
 \bullet \text{ JK (A-N80)} &= \frac{\sum_{j=1}^b (\sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{r} - \frac{(\sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r Y_{ijk})^2}{br} \\
 &= \left(\frac{528.8456^2 + \dots + 868.3702^2}{4} \right) - \left(\frac{2942.947^2}{4 \times 4} \right) \\
 &= 24553.085 \\
 \bullet \text{ JK (A-N)} &= 1671.014 + 8988.801 + 34349.531 + 24553.085 \\
 &= 69562.431 \\
 \bullet \text{ JK}_{\text{galat}} &= \text{JK}_{\text{Total}} - \text{JK}_{\text{N}} - \text{JK}_{\text{(A-N)}} \\
 &= 142221.187 - 24339.096 - 69562.431 \\
 &= 48319.661
 \end{aligned}$$

Tabel Anova

SK	Db	JK	KT	Fhitung		
				g	F0.05	F0.01
N	3	24339.096	8113.032	8.059	3.49	5.95
(A-N)	12	69562.431	5796.869	5.759	1.96	2.58
		48319.66	1006.6596			
Galat	48	1	0			
Total	63					

Kesimpulan: $F_{\text{hitung}} > F_{0.01}$ menunjukkan bahwa naungan berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap panjang tajuk spesifik bibit tanaman saga pohon.

Uji Jarak Nyata Duncan

$$SE = \sqrt{\frac{KT_{Galat}}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{1006.6596}{4}}$$

$$= 7.9320$$

Tabel Nilai Uji Jarak Nyata Duncan

SE	7.9320		
JND 1%	4.32	4.55	4.68
JNT 1%	34.266	39.090	37.122

Tabel Uji JND 1%

Naungan			Air		
Naungan	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
N80	183.934	b	A40	201.54	a
N60	168.382	ab	A60	192.47	a
N40	197.824	b	A80	166.14	ab
N0	145.305	a	A100	135.29	b
N0			N40		
Air	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
A40	161.02	a	A40	205.68	b
A60	143.27	a	A60	172.09	ab
A80	132.42	a	A80	148.98	a
A100	144.51	a	A100	146.79	a
N60			N80		
Air	Rataan	Notasi	Air	Rataan	Notasi
A40	222.38	c	A40	226.32	b

A60	228.20	bc	A60	217.09	b
A80	223.05	b	A80	160.12	a
A100	117.67	a	A100	132.21	a

A100

A80

Naungan Rataan Notasi

Naungan Rataan Notasi

N80	132.21	ab
N60	117.67	a
N40	146.79	b
N0	144.51	b

N80	160.12	b
N60	223.05	c
N40	148.98	ab
N0	132.42	a

A60

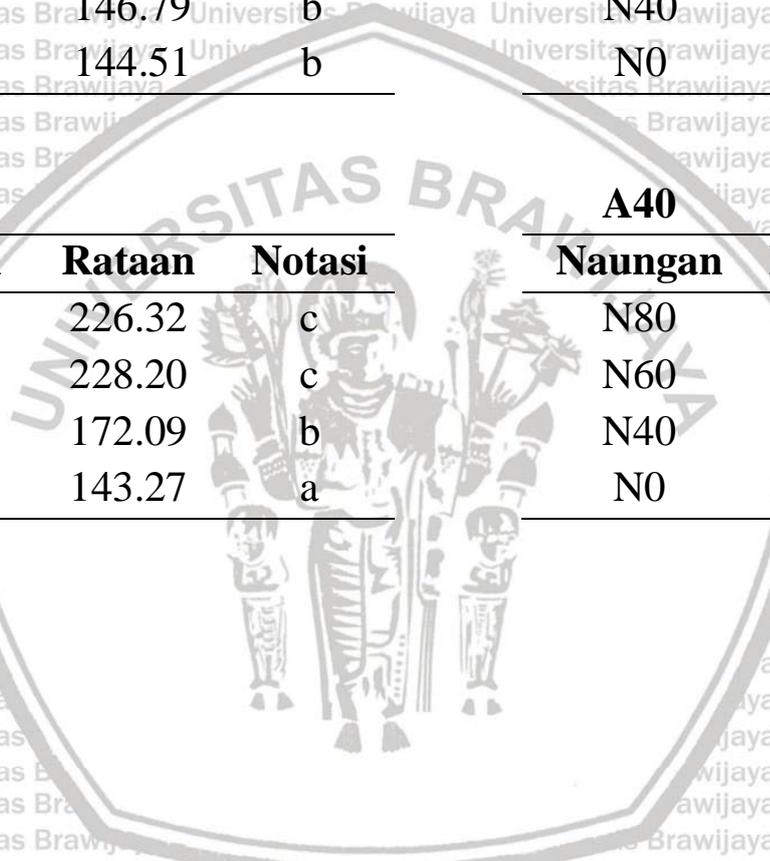
A40

Naungan Rataan Notasi

Naungan Rataan Notasi

N80	226.32	c
N60	228.20	c
N40	172.09	b
N0	143.27	a

N80	217.09	b
N60	222.38	b
N40	205.68	b
N0	161.02	a



Lampiran 13. Dokumentasi Penelitian



Alat ukur air



Termometer



Tanaman 2 minggu setelah tanam



Paranet bagian atas



Tanpa naungan



Paranet bagian sisi



Pengukuran tinggi tanaman



Sampel segar



Sampel kering



Timbangan analitik



Sampel bahan kering