

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

fdf164a1fbf67e201c650db5b64553cc80d88a429a4d1ca161fcc95f283be8ef

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

**PENGARUH NAUNGAN POHON DAN TEKNIK PEMANGKASAN CABANG TERHADAP
PRODUKTIVITAS BUAH TANAMAN KAYU ULES (*Helicteres isora* Linn.)
DI HABITAT ALAMINYA**

***THE EFFECT OF TREE SHADE AND PRUNING TECHNIQUES ON SCREW TREE
(*Helicteres isora* Linn.) FRUIT PRODUCTIVITY IN THE NATURAL HABITAT***

Dani Pamungkas^{1*} dan Siswadi²

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kupang
Jl. Alfons Nisnoni No. 7 (Belakang) Airnona, Kota Raja, Kupang, Nusa Tenggara Timur

²Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Banjarbaru
Jl. Ahmad Yani, KM. 28, 7, Landasan Ulin, Banjarbaru, Kalimantan Selatan

*Email: dani.mungkas@gmail.com

Diterima: 8 Januari 2020; Direvisi: 21 Februari 2020; Disetujui: 17 Juli 2020

ABSTRAK

Kayu ules (*Helicteres isora* Linn.) merupakan salah satu tumbuhan perdu dengan batang utama sejumlah 5 – 15 batang yang distribusi alaminya dapat dijumpai di kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS), Nusa Tenggara Timur (NTT) dan berpotensi sebagai tanaman obat. Buah kayu ules adalah materi utama yang dimanfaatkan sebagai bahan obat tradisional atau jamu. Hingga saat ini, belum ada informasi produktivitas buah kayu ules di bawah naungan dan terbuka. Kondisi di lapangan menunjukkan ada perbedaan jumlah produksi bunga dan buah di bawah kedua kondisi naungan tersebut serta jumlah batang utamanya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan teknik pemangkasan di dua kondisi naungan yang berbeda terhadap produktivitas buah tanaman kayu ules. Rancangan yang digunakan adalah petak terbagi (*split plot design*) dengan dua faktor perlakuan yaitu dua kondisi naungan (ternaung dan terbuka) sebagai petak utama dan teknik pemangkasan sebagai sub petak. Hasil penelitian menunjukkan naungan memiliki peran penting dalam produksi buah dan teknik pemangkasan cabang berpengaruh terhadap jumlah tunas dan buah, serta terdapat interaksi antar perlakuan yang nyata terhadap jumlah buah. Tumbuhan pada tempat terbuka menghasilkan karakteristik buah yang lebih baik pada panjang buah (46,94 mm), diameter buah (6,41 mm), berat buah paska panen (0,94 g), berat buah kering oven (0,89 g) dan kadar air yang lebih rendah (5,57 %) dibandingkan pada tempat yang ternaung sebesar 44,16 mm; 5,73 mm; 0,87 g; 0,81 g; 6,95 %, berturut-turut untuk panjang buah, diameter buah, berat buah paska panen, berat buah kering oven dan kadar air.

Kata kunci: kayu ules, teknik pemangkasan, naungan pohon, kualitas buah

ABSTRACT

Screw tree (Helicteres isora Linn.) is a shrub species with 5 to 15 main stems where the natural distribution can be found in South Timor Tengah (TTS) regency of East Nusa Tenggara (NTT) province and it is potential as a medicinal plant. The fruits are the main material harnessed for traditional medicine or jamu. Recently, little is known on fruit productivity of screw tree under shaded and open area. At the field showed that there were differences on fruit and flower production under two shade condition and the main stems. The research aimed for gaining information on the effect of pruning on screw tree fruit productivity in the natural habitat under two shade conditions on fruit productivity. Split plot design was employed with two factors which were two shade conditions (shaded under trees and open) as a main plot and the pruning techniques as a sub plot. Pruning techniques had affected significantly on the number of shoots and fruits, and there was an interaction between treatments to the number of fruits. Shade conditions had an important role on fruit production. Plants grew under open space had better fruit characteristics on fruit length (46,94 cm), fruit diameter (6,41 mm), post-harvest fruit weight (0,94 g), oven-dried fruit weight (0,89 g) and lower water content (5,57 %), compared to under shaded space 44,16 mm; 5,73 mm; 0,87 g; 0,81 g and 6,95 %, respectively for fruit length, fruit diameter, post-harvest fruit weight, oven-dried fruit weight and fruit water content.

Keywords: kayu ules, pruning technique, tree shade, fruit quality

PENDAHULUAN

Obat-obatan tradisional atau jamu telah menjadi budaya dan sebagai salah satu bagian dari pemanfaatan biodiversitas Indonesia yang memiliki potensi untuk dikembangkan. Akan tetapi hingga saat ini pemanfaatannya masih mengalami pasang surut, di antara penyebabnya adalah belum semua dokter merekomendasikan jamu dengan alasan tidak adanya bukti ilmiah (Purwaningsih, 2013). Selain itu, permasalahan dalam industri obat-obatan tradisional adalah pemenuhan bahan baku. Sebanyak 42 % pasokan tanaman obat untuk industri obat tradisional di Indonesia diperoleh melalui eksploitasi dari regenerasi alam, sedangkan sisanya dihasilkan dari budidaya, untuk memenuhi permintaan sekitar 1.000 ton/tahun (Pribadi, 2015). Pemanenan secara terus menerus tanpa disertai upaya budidaya dapat menimbulkan resiko kepunahan bagi spesies tumbuhan obat.

Helicteres isora, yang memiliki nama perdagangan kayu ules, adalah salah satu tumbuhan obat yang digunakan sebagai bahan baku jamu di Indonesia. Tumbuhan ini memiliki nilai penting karena buah, akar dan kulit batangnya berpotensi sebagai obat. Penelitian tentang kayu ules telah berkembang dalam konteks potensi obat yang diperoleh melalui kulit batang (Jain *et al.*, 2014; Vikrant & Arya, 2011) dan akarnya (Sharma & Chaudhary, 2016). Di India buah kayu ules dapat digunakan untuk menyembuhkan diare, perut kembung (Kumar & Singh, 2014; Loganayaki *et al.*, 2013) dan pengobatan diabetes (Chandirasegaran *et al.*, 2016). Di Indonesia, bagian tanaman kayu ules yang paling banyak dimanfaatkan adalah buahnya, dan telah dimanfaatkan sebagai salah satu komponen jamu komersial dengan merek “Tolak Angin” yang diproduksi oleh Sidomuncul (Cunningham *et al.*, 2018). Akan tetapi, potensi tanaman kayu ules di Nusa Tenggara Timur (NTT) belum dimanfaatkan dengan baik dalam pengertian peningkatan produktivitas buahnya. Selama ini masyarakat hanya memanen buahnya tanpa melakukan perlakuan khusus.

Secara morfologi, tanaman tanaman kayu ules termasuk dalam perdu dan dapat mencapai tinggi berkisar antara 2 – 4 m. Buah tanaman memanjang memiliki lima folikel yang tersusun secara spiral atau terpuntir, saat muda buahnya berwarna hijau dan saat tua berwarna coklat (Brink & Escobin, 2003). Tumbuhan ini memiliki batang utama yang cukup bervariasi berjumlah 7 – 9 batang dalam satu rumpun,

dan sebaran alaminya dijumpai di Desa Bosen kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS), NTT (Siswadi *et al.*, 2018).

Budidaya tanaman kayu ules untuk pemanfaatan buahnya juga telah dilakukan, namun masih sangat terbatas informasinya seperti penelitian oleh Ferdousi *et al.* (2014) tentang perkecambahan biji kayu ules dan stek batang. Penelitian terbaru oleh Pamungkas *et al.* (2019) mengenai budidaya melalui stek batang menghasilkan rekomendasi bahwa terdapat 6 kelas diameter yang memiliki potensi untuk sumber stek batang. Namun demikian, informasi tersebut belum mencakup topik tentang peningkatan produktivitas tumbuhan kayu ules yang ada di habitat alaminya. Upaya peningkatan produktivitas tanaman kayu ules pernah dilakukan oleh Siswadi *et al.* (2018) melalui penjarangan (*thinning*) batang dalam satu rumpunnya dan pemupukan dengan menggunakan NPK untuk melihat produktivitasnya dalam menghasilkan buah. Penjarangan berat, yaitu meninggalkan 3 batang utama dalam satu rumpun, menunjukkan produktivitas terbaik dibandingkan dengan penjarangan sedang dan kontrol. Penjarangan ditujukan untuk mengurangi kompetisi antar batang dalam memanfaatkan sumberdaya yang ada seperti cahaya, air dan nutrisi. Akan tetapi, teknik peningkatan produktivitas buah pada tanaman kayu ules perlu dilakukan dengan metode lain agar dapat dijadikan pembanding dengan metode penjarangan.

Upaya peningkatan produktivitas suatu tanaman juga dapat dilakukan dengan metode pemangkasan (*pruning*). Pada beberapa penelitian, perlakuan pemangkasan telah mampu meningkatkan produktivitas serta kualitas buah suatu komoditi seperti *Vitis vinifera* (Abdel-Mohsen, 2013), *Punica granatum* (Sharma & Singh, 2018), *Capsicum annum* (Sukmawati & Numba, 2018) dan *Prunus persica* (Lesičar *et al.*, 2016). Akan tetapi, informasi mengenai teknik-teknik peningkatan produktivitas buah kayu ules melalui pemangkasan pada tumbuhan kayu ules di bawah kondisi naungan pohon dan terbuka masih sangat terbatas. Terkait keterbatasan informasi tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh naungan pohon dan perbedaan teknik pemangkasan cabang dalam meningkatkan produktivitas buah kayu ules.

METODE PENELITIAN

Deskripsi Lokasi dan Waktu Penelitian

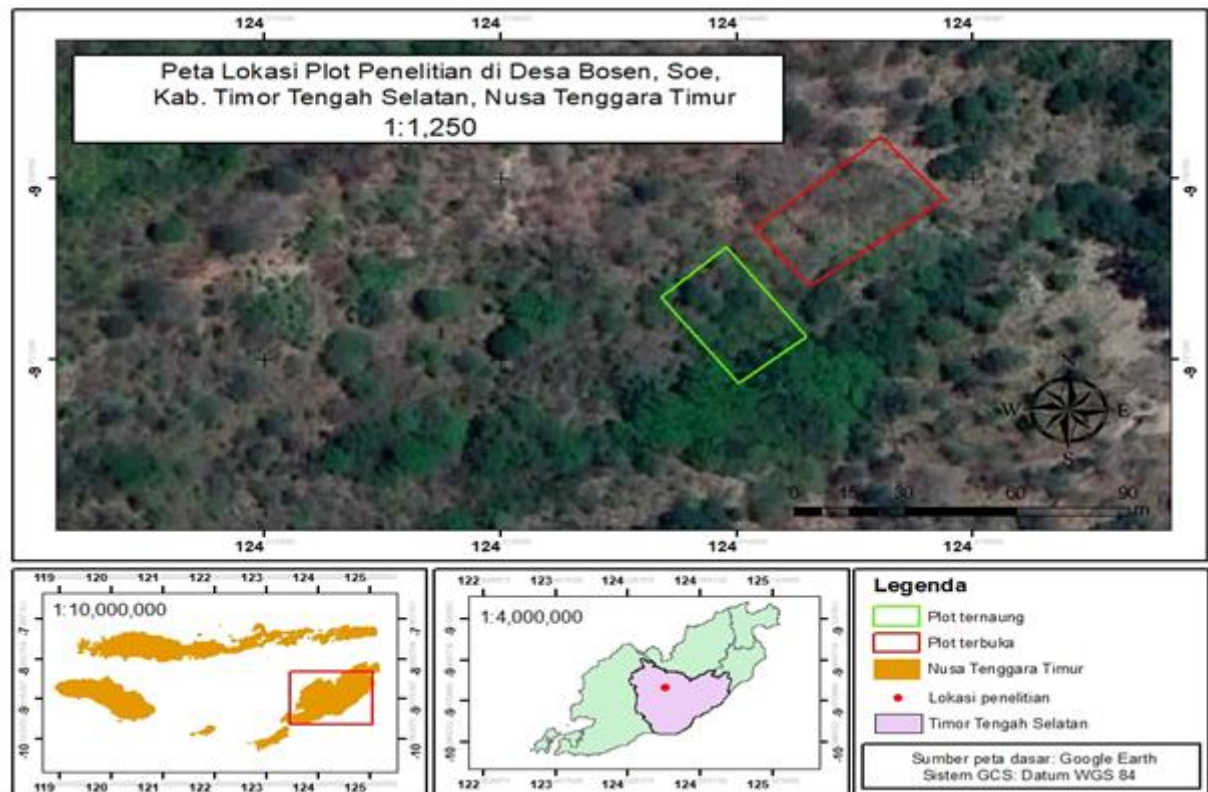
Lokasi penelitian dilakukan di plot habitat alami tumbuhan kayu ules di Dusun Mesak Anen, Desa Bosen, Kecamatan Mollo Utara, Kabupaten Timor

Tengah Selatan (TTS) NTT dengan koordinat lokasi S 09° 42' 34,1" dan E 124° 18' 03,5" dan elevasi ± 691 m diatas permukaan laut, seperti tersaji pada Gambar 1. Berdasarkan informasi dari masyarakat, lokasi penelitian merupakan lokasi perladangan masyarakat yang telah lama ditinggalkan, sehingga pada umumnya kayu ules tumbuh bersamaan. Di lokasi ini, tanaman kayu ules tumbuh alami dan mengelompok dengan luas area ± 0,5 ha.

Sebagian tanaman tumbuh dibawah naungan pohon dan sebagian lainnya di tempat terbuka. Berdasarkan hasil analisis vegetasi yang telah dilakukan oleh Umroni *et al.* (2015), menunjukkan bahwa pohon yang menaungi tanaman kayu ules terdiri dari jenis timo (*Timosius sericeus*), johar (*Cassia siamea*), kabesak (*Acacia leucophloea*),

nanum (Ficus variegata) dan *fokko (Gyrocarpus americanus)* dengan indeks nilai penting (INP) masing-masing 49,7 %, 45,16 %, 28,13 %, 16,99 % dan 11,22 %. Tumbuhan kayu ules yang dijumpai umumnya memiliki tinggi antara 2 – 4 m dengan jumlah batang utama diatas permukaan tanah antara 7 – 12 batang, serta telah mengalami fase pembungaan dan produksi buah, yang telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat untuk dijual.

Suhu udara di lokasi penelitian saat penerapan perlakuan pada tanaman kayu ules, berkisar antara 29° C – 38° C, dengan kelembaban antara 55 % – 69 %. Penelitian dilakukan dari bulan November 2018 hingga September 2019.



Gambar 1. Peta lokasi plot habitat alami tumbuhan kayu ules di Desa Bosen

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini berupa gunting stek, kaliper digital, penggaris, label, plastik klip, spidol permanen, GPS dan lux meter. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa tanaman kayu ules yang tumbuh di habitat alaminya dan buah kayu ules.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua faktor perlakuan yang dirancang dengan rancangan petak terbagi (*split plot design*) dengan petak utama, perlakuan naungan dan sub petak, perlakuan teknik pemangkasan. Perlakuan naungan pada tumbuhan kayu ules yang menjadi sampel adalah tumbuhan yang ternaungi oleh tajuk pohon yang ada disekitar kayu ules;

sedangkan yang tanpa naungan yaitu tumbuhan kayu ules yang tumbuh ditempat terbuka. Perlakuan teknik pemangkasan cabang meliputi 5 teknik; kombinasi dua faktor perlakuan ini disajikan pada Tabel 1.

Perlakuan naungan merupakan naungan pohon dominan dari beberapa jenis yang tumbuh pada lokasi penelitian dengan kerapatan tajuk yang beragam. Intensitas cahaya diukur di bawah naungan pohon pada beberapa kondisi kerapatan, begitu juga

pada lokasi tanpa naungan (Tabel 2). Pada lokasi penelitian, tumbuhan kayu ules merupakan tumbuhan perdu yang memiliki rumpun dengan jumlah batang antara 5 – 15 batang. Pada saat musim berbunga dan berbuah, organ generatif tersebut muncul pada tiap nodus yang umumnya masih terdapat daun yang belum gugur. Setiap nodus dapat memiliki jumlah buah 2 – 4 buah.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan antara kondisi naungan dengan teknik pemangkasan

Faktor Perlakuan 1	Faktor Perlakuan 2
1. Terbuka (N0)	1. Kontrol atau tanpa pemangkasan (P0) 2. Pemangkasan semua cabang hingga meninggalkan batang utama (P1) 3. Pemangkasan ujung cabang sepanjang 30 cm (P2) 4. Pemangkasan setengah batang utama (P3) 5. Pemangkasan semua ujung cabang hingga nodus ketiga (P4)
2. Ternaung (N1)	1. Kontrol atau tanpa pemangkasan (P0) 2. Pemangkasan semua cabang hingga meninggalkan batang utama (P1) 3. Pemangkasan ujung cabang sepanjang 30 cm (P2) 4. Pemangkasan setengah batang utama (P3) 5. Pemangkasan semua ujung cabang hingga nodus ketiga (P4)

Tumbuhan yang digunakan dalam penelitian dipilih secara *purposive*, kemudian tiap batang ditandai dengan label yang menunjukkan teknik pemangkasan. Teknik pemangkasan tersebut dilakukan pada satu individu yang memiliki batang utama lebih dari lima batang, sehingga satu individu kayu ules menerima perlakuan 5 teknik pemangkasan. Pada lokasi ternaung dipilih 20 tumbuhan kayu ules, dan setiap tumbuhan dilakukan

5 teknik pemangkasan. Pemilihan jumlah dan perlakuan yang sama juga diterapkan pada tumbuhan di lokasi terbuka. Total pengamatan sebanyak 200 batang (Gambar 2). Penentuan sampel tumbuhan pada perlakuan ternaung dilakukan pada kisaran intensitas cahaya yang telah diukur sebelumnya agar kisaran intensitas cahaya dibawah naungan dapat terwakili. Penerapan 5 perlakuan pemangkasan berbeda pada satu individu yang sama dimaksudkan agar 5 teknik pemangkasan tersebut diterima oleh individu dengan umur yang sama.



Gambar 2. Pemangkasan cabang kayu ules (*Helicteres isora*)

Pengamatan Karakter Tanaman dan Analisis Data

Pengumpulan data

Karakter pengamatan meliputi jumlah bunga, jumlah tunas, jumlah buah dan dimensi buah. Pengamatan pada dimensi buah mencakup diameter buah yang diukur pada ujung, tengah dan pangkal, panjang buah, berat buah paska panen, berat buah kering oven dan kadar air buah. Data berat buah kering oven diperoleh melalui pengeringan buah yang dilakukan menggunakan oven elektrik (Memmert) pada suhu 60° C (Depkes, 2008), selama 48 jam. Parameter kadar air buah dihitung menurut persamaan umum (Yuliah, 2017):

$$\frac{(\text{Berat awal} - \text{berat akhir})}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Pengumpulan data dilakukan pada waktu yang berbeda. Jumlah tunas dan bunga dilakukan pada bulan Maret 2019, yaitu 4 bulan setelah pemberian perlakuan pemangkasan cabang pada November 2018. Sedangkan jumlah buah serta pengukuran dimensinya dilakukan pada bulan September 2019, yaitu 10 bulan setelah pemberian perlakuan. Untuk pengumpulan data intensitas cahaya dilakukan menggunakan 2 buah luxmeter di tujuh titik pada dua kondisi naungan (di bawah naungan dan terbuka) dengan waktu yang berurutan sejak pukul 06.00 – 10.00. Sensor lux meter ditempatkan pada titik pengukuran selama beberapa detik hingga menunjukkan angka yang konstan.

Analisis data

Data hasil pengamatan pada pemangkasan P3 tidak ikut dianalisis, namun nilai rata-rata tetap ditampilkan hanya untuk di bawah naungan sebagai pembandingan dengan perlakuan lainnya tanpa penggunaan notasi huruf. Analisis keragaman (*Analysis of variance/ ANOVA*) digunakan untuk menguji perbedaan hasil antar perlakuan yang diterapkan. Apabila terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji berganda DUNCAN (*Duncan's Multiple Range Test/DMRT*). Data persentase dilakukan transformasi ke Arcsin sebelum dilakukan analisis statistik. Model linear rancangan split plot dengan rancangan acak lengkap sebagai berikut (Bogidarmanti & Darwo, 2019):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ik} + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan:

- Y_{ijk} : Pengamatan faktor naungan taraf ke-i, faktor pemangkasan taraf ke-j, dan ulangan ke-k.
 μ : Rataan umum.
 α_i : Pengaruh utama naungan taraf ke-i.
 β_j : Pengaruh utama pemangkasan taraf ke-j.
 γ_{ik} : Komponen acak dari faktor naungan.
 $(\alpha\beta)_{ij}$: Pengaruh komponen interaksi antara faktor naungan dan faktor pemangkasan.
 ε_{ijk} : Galat (pengaruh acak) pada faktor naungan ke-i, faktor pemangkasan ke-j, dan ulangan ke-k.

Untuk mengetahui apakah dimensi buah tanaman kayu ules memiliki korelasi terhadap berat buah, maka dilakukan analisis korelasi menurut persamaan berikut (Sumadi & Siahaan, 2011):

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

- Y : Berat buah tanaman kayu ules
 X : Dimensi buah (panjang, diameter ujung, diameter tengah dan diameter pangkal buah)
 a : Konstanta
 b : Koefisien regresi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas Cahaya

Lokasi penelitian tumbuhnya ules secara alami terbagi menjadi dua yaitu lokasi yang terbuka dan ternaungi. Intensitas cahaya pada tegakan alami kayu ules berkisar antara 9,9 % hingga 59,9 %. Hasil pengambilan data intensitas cahaya tersaji pada Tabel 2.

Intensitas cahaya pada lokasi tumbuh kayu ules yang terbuka berkisar antara 9.320 lux – 96.800 lux. Sedangkan pada kondisi ternaung, intensitas cahaya berkisar antara 1.050 lux – 43.100 lux. Kedua kondisi ini memiliki kemiripan dengan intensitas cahaya di bawah tegakan tanaman dengan famili Sapindaceae di Kebun Raya Purwodadi dengan intensitas minimum 20.000 lux dan intensitas maksimum 100.000 lux, dengan suhu lingkungan antara 27 – 34 °C dan kelembaban relatif antara 65 – 75 % (Danarto, 2020). Pohon-pohon di lokasi pengamatan kayu ules memiliki diameter batang lebih dari 20 cm dengan tinggi pohon antara 5 – 12 m. Pohon timo (*Timonius sericeus*), dan Johar (*Cassia siamea*) memiliki tajuk dengan bentuk globular (membulat), sedangkan kabesak (*Acacia leucophloea*), nanum (*Ficus variegata*) dan fokko (*Gyrocarpus*

americanus) memiliki bentuk tajuk menyebar (Booth 1989). Tajuk pohon-pohon tersebut menutupi tegakan kayu ules sehingga mempengaruhi intersepsi

cahaya matahari yang kemudian berpengaruh terhadap intensitas cahaya.

Tabel 2. Intensitas cahaya pada kondisi di bawah naungan pohon dan terbuka menggunakan luxmeter

Range Pengukuran Lux Meter	Kondisi Terbuka (lux)	Kondisi di Bawah Naungan (lux)	Intensitas Cahaya (%)
20.000	1.495 x 10	592 x 10	39,6
20.000	1.412 x 10	517 x 10	36,6
20.000	1.279 x 10	766 x 10	59,9
50.000	955 x 100	180 x 100	18,8
50.000	968 x 100	431 x 100	44,5
20.000	1.065 x 10	105 x 10	9,9
20.000	932 x 10	127 x 10	13,6

Keterangan: Angka pada luxmeter yang dibaca pada kisaran pengukuran 20.000 nilainya x 10 dan 50.000 x 100

Jumlah Tunas, Bunga dan Buah

Hasil analisis keragaman menunjukkan perlakuan naungan hanya berpengaruh nyata terhadap jumlah buah (Tabel 3). Teknik pemangkasan mempengaruhi

secara nyata terhadap jumlah tunas dan buah, serta terdapat interaksi antar perlakuan yang nyata terhadap jumlah buah.



Gambar 3. Buah muda kayu ules (kiri) dan buah kayu ules matang (kanan)

Tabel 3. Analisis sidik ragam untuk jumlah tunas, bunga dan buah

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Tunas		Jumlah Bunga		Jumlah Buah	
		RK	p<0,05	RK	p<0,05	RK	p<0,05
Petak utama							
Naungan	1	6,34 ^{ns}	0,86	148,37 ^{ns}	0,32	1114,13*	0,006
Galat	19	163,53		143,75		117,12	
Anak petak							
Pemangkasan	4	518,90*	0,001	49,51 ^{ns}	0,26	708,83*	0,001
Interaksi	4	45,81 ^{ns}	0,62	17,56 ^{ns}	0,70	439,97*	0,005
Galat	114	78,88		37,10		95,82	

Keterangan: * = berbeda nyata pada taraf 0,05; ns = tidak berbeda nyata pada taraf 0,05.
 RK = Rerata kuadrat.

Batang yang tumbuh di tempat terbuka dengan pemangkasan setengah batang utama (P3), tidak memberikan hasil pada produksi bunga dan buah (Tabel 4), hal ini diperkirakan bahwa batang yang menerima teknik pemangkasan P3 pada tempat terbuka mengalami pemulihan yang lebih lama dalam membentuk cabang baru sehingga berimplikasi terhadap pembentukan bunga dan buah. Teknik pemangkasan P2 pada kondisi ternaung memiliki jumlah buah yang lebih banyak (19,11) dibandingkan

dengan teknik lainnya. Sedangkan pada kondisi intensitas cahaya penuh, teknik pemangkasan P2 menghasilkan jumlah buah yang tidak signifikan terhadap teknik pemangkasan lainnya.

Faktor naungan, dalam hal ini adalah ketersediaan cahaya sebagai sumber energi utama untuk fotosintesis dapat bertindak sebagai faktor pembatas dalam produksi buah. Pemangkasan cabang kayu ules di bawah kondisi terbuka mampu meningkatkan penerimaan cahaya oleh daun kayu ules yang

sebelumnya tertutup, dan dimanfaatkan untuk fotosintesis serta berimplikasi pada meningkatnya produktifitas buah. Hal ini dapat diakibatkan karena adanya peningkatan laju fotosintesis oleh daun yang tersisa setelah pemangkasan. Peningkatan laju fotosintesis pada jenis perdu seiring dengan peningkatan intensitas cahaya hingga level yang optimum juga dilaporkan oleh Xia *et al.* (2014) pada tiga jenis perdu *Zizipus jujube*, *Periploca sepium*, dan *Securinega suffruticosa*. Peningkatan laju fotosintesis biasanya mengikuti peningkatan konduktansi stomata (*stomatal conductance*) yang pada akhirnya berdampak pada efisiensi penggunaan air (*water use efficiency*) (Jutamanee & Onnom, 2016) dan absorpsi karbondioksida. Sedangkan pada kondisi ternaung, pemangkasan mungkin hanya memberikan perbedaan

yang kecil dalam hal penetrasi dan tangkapan cahaya oleh daun kayu ules yang berpengaruh terhadap produksi buah yang pada akhirnya juga berpengaruh terhadap kapasitas fotosntesis tanaman kayu ules.

Penelitian oleh Siswadi *et al.* (2018) pada tumbuhan kayu ules dengan penerapan penjarangan berat menunjukkan peningkatan produksi buah hingga 23 % dibandingkan dengan tumbuhan yang tidak mendapatkan penjarangan. Selain itu, pola pembentukan tunas baru setelah pemangkasan juga ditunjukkan dalam penelitian oleh Hariyadi (2011) yaitu pada tanaman jarak pagar (*Jathropa curcas*) menunjukkan pola yang sama yaitu bahwa pemangkasan mampu menghasilkan tunas primordia lateral selama pertumbuhan jarak pagar.

Tabel 4. Nilai rata-rata jumlah tunas, bunga dan buah

Perlakuan	Jumlah Tunas		Jumlah Bunga		Jumlah Buah	
	Ternaung	Terbuka	Ternaung	Terbuka	Ternaung	Terbuka
P0	18,94 cd	20,95 d	11,86 a	13,11 a	8,78 ab	15,33 bcd
P1	13,40 bc	10,68 ab	10,50 a	12,33 a	1,33 a	16,60 cd
P2	17,50 cd	19,05 cd	12,19 a	16,00 a	19,11 d	16,00 cd
P3	10,61 ab	5,05 a	17,83	-	6,00	-
P4	18,75 cd	19,50 cd	11,94 a	12,75 a	5,33 a	10,00 abc

Keterangan: Hasil yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada α 0,05. Perlakuan untuk jumlah bunga dan buah tidak dimasukkan dalam analisis statistik sehingga tidak menggunakan notasi huruf.

Hilangnya tunas apikal karena pemangkasan menyebabkan dominasi pertumbuhan pada meristem apikal menjadi terhenti sehingga ada peralihan pertumbuhan untuk membentuk tunas lateral (Juarman *et al.*, 2016). Dominasi tunas apikal juga dipengaruhi oleh keseimbangan hormon auksin-sitokinin (*Auxin-cytokinin balance*); auksin tambahan yang diberikan pada tunas apikal yang terpotong dapat menghambat pertumbuhan tunas lateral, namun sitokinin tambahan yang diberikan secara langsung pada tunas lateral mampu memacu pertumbuhan tanaman (Atwell *et al.*, 1999), dengan demikian auksin memiliki peran sebagai inhibitor tunas lateral yang menghambat pertumbuhannya (Hartmann *et al.*, 2010).

Pembentukan bunga tidak dipengaruhi secara nyata oleh dua variabel kondisi naungan dan teknik pemangkasan. Namun demikian, perbedaan pola pembentukan bunga dapat dilihat terutama pada variabel naungan (Tabel 4), yaitu bahwa pada kondisi

terbuka, tumbuhan kayu ules cenderung menghasilkan rata-rata jumlah bunga yang lebih banyak dibandingkan pada kondisi ternaung. Terhambatnya pembentukan bunga karena intensitas cahaya yang rendah juga ditunjukkan pada beberapa jenis tanaman budidaya seperti *Plukenetia volubilis* yang merupakan jenis Amazonia (Cai, 2011). Tanaman jenis ini menunjukkan respon berupa terhambatnya inisiasi pembentukan bunga dan buah yang berakibat pada rendahnya massa buah.

Berat Buah Paska panen, Kering Oven dan Kadar Air Buah

Berdasarkan analisis keragaman pada Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan kondisi naungan (ternaung dan terbuka) menjadi faktor terpenting dalam memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berat buah paska panen, berat buah kering oven dan kadar air buah, namun tidak untuk perlakuan teknik pemangkasan.

Tabel 5. Analisis sidik ragam untuk berat buah paska panen, berat buah kering oven dan kadar air buah

Sumber Variasi	Derajat bebas	Berat Buah Paska Panen		Berat Buah Kering Oven		Kadar Air Buah	
		RK	p<0,05	RK	p<0,05	RK	p<0,05
Petak utama							
Naungan	1	0,12*	0,04	0,14*	0,03	33,88*	0,00
Galat	19	0,02		0,02		0,14	
Anak petak							
Pemangkasan	4	0,05 ^{ns}	0,09	0,05 ^{ns}	0,08	1,03 ^{ns}	0,14
Interaksi	4	0,04 ^{ns}	0,21	0,03 ^{ns}	0,19	0,51 ^{ns}	0,43
Galat	114	1,02		0,02		0,54	

Keterangan: * = berbeda nyata pada taraf 0,05; ns = tidak berbeda nyata pada taraf 0,05
RK = Rerata kuadrat

Kondisi naungan nyata mempengaruhi berat buah paska panen dan kering oven hanya pada perlakuan pemangkasan P0 (kontrol) (tabel 6), namun pola berat buah kayu ules pada tempat terbuka pada teknik pemangkasan lainnya cenderung lebih tinggi dari pada pada tempat ternaung. Kadar air yang terkandung pada buah kayu ules yang dihasilkan di tempat terbuka juga lebih rendah dibandingkan dengan di tempat ternaung, hal ini mengindikasikan bahwa tumbuhan kayu ules yang tumbuh di tempat terbuka mampu menghasilkan biomassa buah yang lebih berat dengan kadar air yang rendah dibandingkan tumbuhan kayu ules yang tumbuh di tempat ternaung. Indikasi ini juga tercatat pada penelitian oleh (Ekawati *et al.*, 2010) yang menunjukkan bahwa produktivitas tanaman sayuran lebih tinggi dengan kadar air yang lebih rendah pada tempat yang terbuka dibandingkan pada tempat ternaung. Hasil tersebut juga diperkuat dengan hasil penelitian oleh (Lobos *et al.*, 2013) pada tanaman *Vaccinium corymbosum* dimana kadar air buah semakin menurun seiring meningkatnya intensitas cahaya. Atwell *et al.* (1999) mengatakan bahwa naungan secara umum dapat menurunkan kualitas buah, sebagai contoh adalah pada tanaman apel dimana naungan yang meneruskan sinar matahari hanya sebesar 8 % dapat menurunkan produktivitas hingga 80 %.

Tingginya kadar air pada buah kayu ules yang dihasilkan oleh tumbuhan kayu ules di tempat yang ternaung dapat juga diakibatkan adanya peningkatan kandungan air melalui xylem menuju buah (*Xylem water contribution to fruit growth*). Hal ini dijelaskan melalui penelitian yang dilakukan oleh Hanssens *et al.* (2015) pada tanaman tomat bahwa aliran masuk xylem (*xylem influx*) menuju buah tercatat berkisar 30,4 % dibandingkan di bawah kondisi dengan intensitas cahaya yang tinggi, *xylem influx* tercatat sebesar 20,7 %. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa *xylem influx* juga akan mempengaruhi kualitas buah tomat menjadi rendah karena kandungan solid total pada buah tomat menjadi rendah. Pola pada penelitian tersebut dapat juga dilihat tabel 6, bahwa buah kayu ules yang tumbuh di bawah naungan cenderung memiliki kadar air yang lebih tinggi dengan berat kering oven yang cenderung lebih rendah jika dibandingkan buah kayu ules yang diproduksi di bawah tempat yang terbuka. Selain itu, kadar air buah kayu ules yang dihasilkan di tempat terbuka dengan metode pemangkasan yang berbeda menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan, yang mungkin dapat diartikan bahwa kadar air buah kayu ules dari tempat terbuka memiliki variasi kadar air yang rendah.

Tabel 6. Nilai rata-rata berat buah paska panen, berat buah kering oven dan kadar air

Perlakuan	Berat buah paska panen (g)		Berat buah kering oven (g)		Kadar air (%)	
	Ternaung	Terbuka	Ternaung	Terbuka	Ternaung	Terbuka
P0	0,83 ± 0,22 ab	0,99 ± 0,15 c	0,77 ± 0,21 ab	0,96 ± 0,14 c	7,25 ± 1,10 c	5,71 ± 0,51 a
P1	0,88 ± 0,14 abc	0,99 ± 0,19 bc	0,82 ± 0,12 abc	0,94 ± 0,18 bc	6,88 ± 0,44 bc	5,72 ± 0,19 a
P2	0,92 ± 0,17 abc	0,90 ± 0,11 abc	0,86 ± 0,15 abc	0,85 ± 0,10 abc	6,43 ± 0,61 b	5,48 ± 0,56 a
P3	0,95 ± 0,05	-	0,88 ± 0,05	-	6,94 ± 0,20	-
P4	0,80 ± 0,28 a	0,84 ± 0,10 ab	0,74 ± 0,26 a	0,79 ± 0,09 ab	7,08 ± 1,34 bc	5,32 ± 0,47 a

Keterangan: Nilai rata – rata ± SD. Hasil yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata. Perlakuan P3 tidak dimasukkan dalam analisis statistik sehingga tidak menggunakan notasi huruf.

Naungan pohon dapat mengurangi tingkat radiasi aktif fotosintesis (*photosynthetically active radiation/ PAR*) yang dibutuhkan oleh tanaman untuk kebutuhan fotosintesis. Rendahnya PAR dapat mengakibatkan laju fotosintesis menjadi rendah yang berakibat pada produksi buah, hal ini yang memungkinkan menjadi penyebab rendahnya bobot buah kayu ules paska panen dan kering oven yang dihasilkan di tempat ternaung. Pengaruh intensitas cahaya yang optimum dapat meningkatkan bobot buah juga dilaporkan oleh Lobos *et al.* (2013) pada tanaman *Vaccinium corymbosum*, tanaman ini merupakan jenis toleran naungan (*shade tolerant*), yaitu masih mampu tumbuh dan memiliki produktivitas meski dibawah naungan. Dengan intensitas cahaya sebesar 74 %, *V. corymbosum* mampu menghasilkan bobot buah 6,83 kg/tanaman dibandingkan di bawah intensitas cahaya yang rendah sebesar 29 % dengan bobot 4,19 kg/tanaman. Selain itu, buah *V. corymbosum* juga menunjukkan kadar air yang lebih rendah pada intensitas cahaya yang tinggi, yang menunjukkan trend yang sama pada buah tanaman kayu ules.

Dalam konteks obat tradisional atau jamu, kadar air merupakan salah satu komponen penting dalam penentuan standar mutu suatu bahan baku dalam menghasilkan suatu produk (Nurhayati & Andayani, 2014). Hasil yang diperoleh dari penelitian ini, diketahui bahwa buah kayu ules dengan kadar air

rendah adalah yang dihasilkan dari tumbuhan kayu ules di tempat terbuka. Meskipun demikian, perlu dilakukan kajian lebih lanjut terkait intensitas cahaya yang optimal dalam menghasilkan buah kayu ules dengan kadar air yang lebih baik. Hingga saat ini belum diketemukan literatur yang membahas tentang pemanfaatan buah kayu ules sebagai bahan baku dengan tujuan komersil, kecuali untuk keperluan penelitian, dimana kayu ules yang digunakan sebagai sampel diolah dalam bentuk bubuk (Muthukumar *et al.*, 2012), yang mengindikasikan bahwa sampel harus dalam keadaan kering agar dapat dimanfaatkan dan diuji.

Dimensi Buah Kayu Ules

Tabel 7 menunjukkan hasil analisis keragaman antara perlakuan naungan dan teknik pemangkasan terhadap dimensi buah kayu ules. Perlakuan naungan memberikan pengaruh yang nyata terhadap diameter ujung buah, diameter tengah buah, diameter pangkal buah dan diameter buah secara keseluruhan. Sedangkan teknik pemangkasan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap dimensi buah. Interaksi antara dua perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata hanya pada panjang buah. Hasil analisis keragaman pada Tabel 7 juga mengindikasikan bahwa faktor naungan memiliki peran yang penting dalam mempengaruhi kategori diameter buah kayu ules.

Tabel 7. Analisis sidik ragam untuk dimensi buah kayu ules

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Panjang Buah		Diameter Ujung Buah		Diameter Tengah Buah		Diameter Pangkal Buah		Rerata Keseluruhan Diameter Buah	
		RK	<i>p</i> <0,05	RK	<i>p</i> <0,05	RK	<i>p</i> <0,05	RK	<i>p</i> <0,05	RK	<i>p</i> <0,05
Petak utama											
Naungan	1	135,41 ^{ns}	0,17	22,99*	0,001	4,39*	0,001	3,05*	0,001	9,86*	0,001
Galat	19	59,19		0,06		0,17		0,11		0,08	
Anak petak											
Pemangkasan	4	95,84 ^{ns}	0,22	0,25 ^{ns}	0,28	0,05 ^{ns}	0,89	0,10 ^{ns}	0,75	0,27 ^{ns}	0,40
Interaksi	4	175,68	0,04*	0,45 ^{ns}	0,08	0,49 ^{ns}	0,13	0,25 ^{ns}	0,41	0,41 ^{ns}	0,22
Galat	114	62,12		0,19		0,25		0,25		0,27	

Keterangan: * = berbeda nyata pada taraf 0,05; ns = tidak berbeda nyata pada taraf 0,05
RK = Rerata kuadrat

Gambar 4 menunjukkan diagram perbandingan dimensi buah dengan berbagai teknik pemangkasan pada dua kondisi naungan. Naungan secara nyata mempengaruhi dimensi buah kayu ules terutama terhadap diameter buah. Tumbuhan kayu ules di tempat ternaung memiliki dimensi buah (diameter ujung, tengah, pangkal dan keseluruhan) yang lebih rendah dibanding buah yang dihasilkan pada tempat

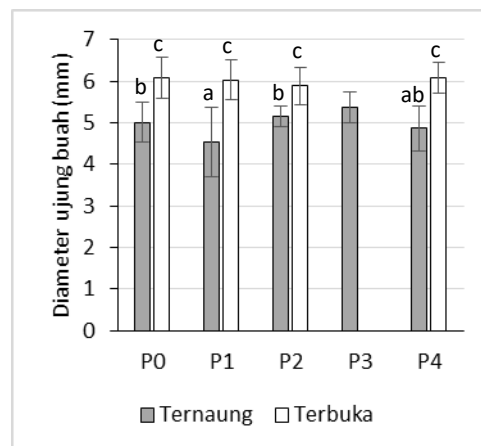
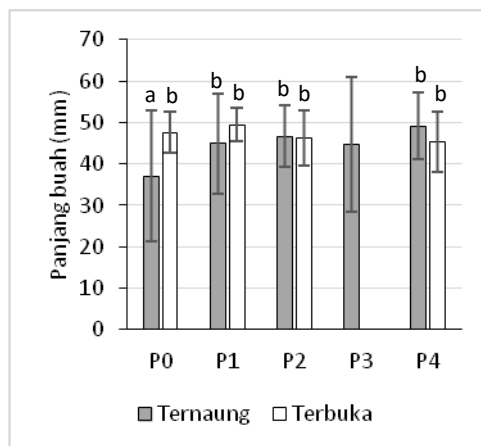
terbuka. Hal ini mengindikasikan bahwa naungan mampu berperan sebagai faktor pembatas dalam penentuan ukuran dimensi buah kayu ules. Hasil tersebut juga mengindikasikan bahwa tumbuhan kayu ules dapat dikategorikan sebagai tumbuhan toleran naungan. Meskipun dengan intensitas cahaya yang rendah, tumbuhan kayu ules masih mampu tumbuh dan memproduksi buah meski dengan kualitas yang

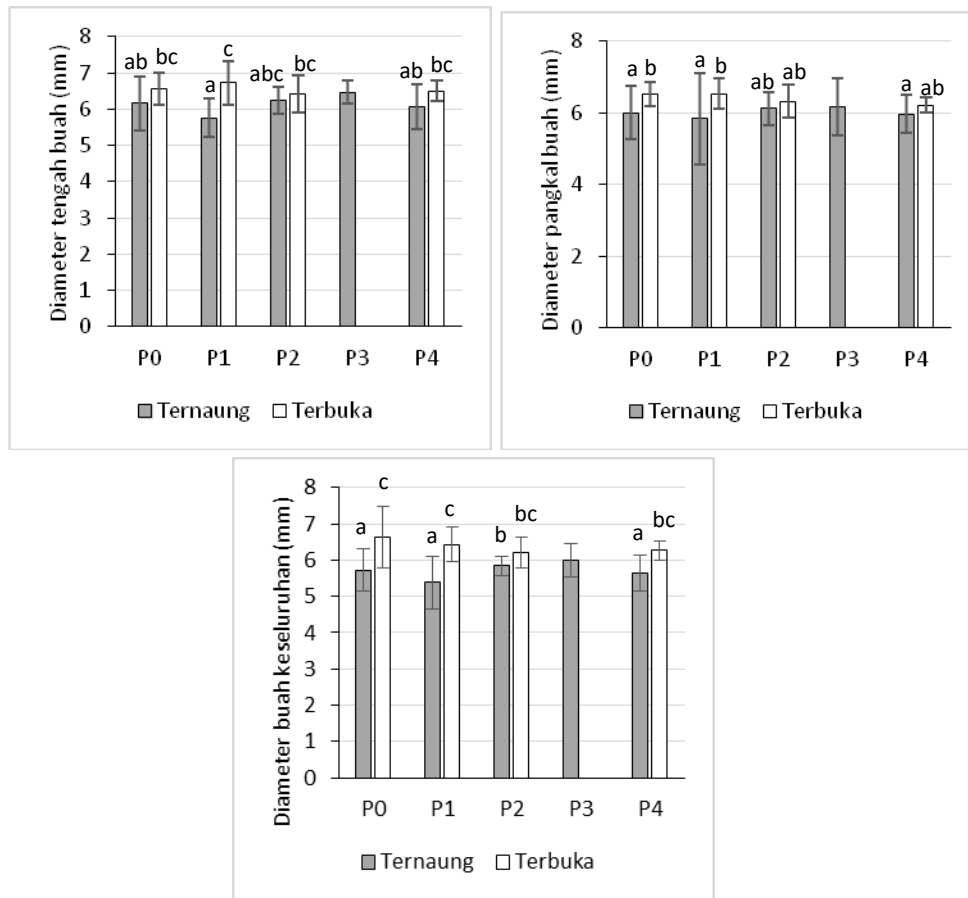
kurang baik. Akan tetapi, belum diketahui secara pasti apakah intensitas cahaya yang masuk memiliki pengaruh secara langsung terhadap diameter buah kayu ules. Pembentukan dan perkembangan buah dapat terjadi melalui pemanfaatan nutrisi oleh tumbuhan yang dihasilkan melalui proses fotosintesis. Menurut Ruan *et al.*, (2012), pembentukan awal bunga sangat bergantung pada nutrisi-nutrisi yang tersimpan pada batang dan akar yang ditransfer melalui xylem, hingga daun-daun yang muncul dari tunas vegetatif berkembang hingga memiliki kemampuan fotosintesis. Setelah itu, proses perkembangan buah memperoleh nutrisi utama dari ketersediaan fotosintat (*photoassimilates*) dan nutrisi lainnya yang dihasilkan melalui proses fotosintesis yang ditransfer melalui floem.

Kondisi naungan menjadi faktor yang penting terhadap dimensi buah kayu ules (Gambar 4), hal ini menunjukkan pola yang sama terhadap parameter lain yang telah dibahas sebelumnya. Pola tersebut juga dilaporkan dari beberapa studi terkait ketersediaan cahaya terhadap dimensi buah seperti pada *Prunus persica* (Lesičar *et al.*, 2016). Intensitas cahaya yang diterima oleh tumbuhan kayu ules dapat dimanfaatkan secara baik sebagai sumber energi untuk memproduksi buah yang berkualitas. Meskipun demikian, tumbuhan kayu ules yang tumbuh pada lokasi ternaung tetap mampu memproduksi buah namun dengan kualitas yang tidak sebaik di tempat terbuka, hal ini dapat menunjukkan bahwa tanaman kayu ules masih mampu tumbuh dengan baik di bawah naungan

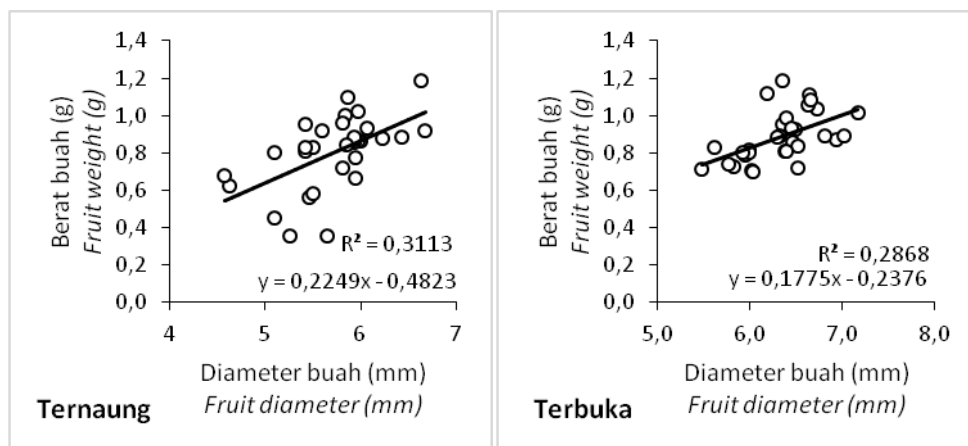
dan masih mampu memproduksi buah, sehingga dapat dikategorikan sebagai tanaman semi toleran.

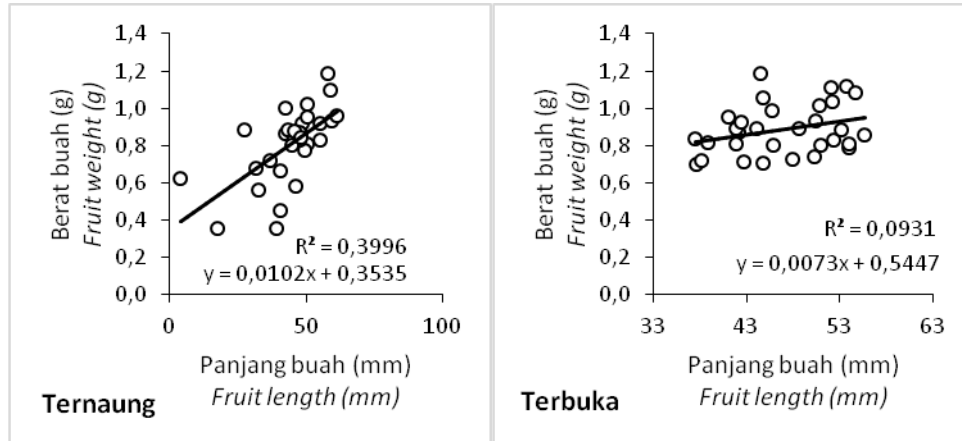
Gambar 5 menunjukkan sebuah pola bahwa panjang buah dan diameter buah keseluruhan hanya memiliki pengaruh yang rendah terhadap peningkatan berat massa buah baik pada tempat yang ternaung maupun tempat yang terbuka, yang ditunjukkan dengan nilai R^2 yang rendah. Pada tempat terbuka dan ternaung, nilai korelasi menunjukkan $R^2 < 0,7$ hal ini menunjukkan terdapat beberapa variabel penting lainnya yang mungkin mempengaruhi berat buah selain dimensi buahnya. Sebagai contoh, dalam konteks fotosintesis, Lobos *et al.* (2012) menjelaskan bahwa peningkatan intensitas cahaya memiliki korelasi yang kuat terhadap parameter laju asimilasi CO_2 dan kandungan klorofil a dan b pada tanaman *V. corymbosum*, namun memiliki hubungan yang tidak kuat dengan konduktansi stomata dan potensi air xylem. Adanya hubungan yang rendah tersebut, Lobos *et al.*, (2012) menduga adanya pengaruh lain dari pengairan yang diberikan sama seperti kontrol sehingga tidak ada pembeda. Oleh karena itu, di masa mendatang perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menentukan variabel penting tersebut yang memiliki potensi pengaruh terhadap bobot buah tanaman kayu ules dengan perlakuan yang belum pernah dilakukan dalam penelitian ini, seperti pengaruh kerapatan tumbuhan kayu ules di habitat alamnya. Jarak tanam pernah dilaporkan memiliki pengaruh terhadap kualitas buah pada jenis *Capsicum annum* pada parameter berat buah, volume buah dan produktivitasnya per tanaman (Aminifard *et al.*, 2012).





Gambar 4. Grafik perbandingan dimensi buah kayu ules yang tumbuh di bawah naungan dan tempat terbuka. Diagram dengan huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Perlakuan P3 tidak dimasukkan dalam analisis statistik sehingga tidak menggunakan notasi huruf





Gambar 5. Grafik korelasi antara diameter buah dan panjang buah terhadap berat buah kering oven kayu ules pada dua kondisi naungan yang berbeda

KESIMPULAN

Kondisi naungan dan teknik pemangkasan cabang pada tanaman kayu ules mempengaruhi jumlah tunas dan produksi buah. Tanaman kayu ules yang tumbuh pada tempat terbuka menghasilkan buah lebih banyak dengan kadar air buah rendah dan ukuran buah lebih baik. Dimensi buah terhadap berat buah kayu ules mempunyai korelasi rendah ($R^2 < 0,7$). Tumbuhan kayu ules dapat dikategorikan ke dalam jenis semi toleran, untuk peningkatan kualitas produksi buah di tempat ternaung pada habitat alaminya, pengurangan kerapatan kanopi pohon penaung perlu dilakukan agar sinar matahari dapat dijangkau oleh tumbuhan kayu ules.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait tingkat intensitas cahaya yang diperlukan secara optimum oleh tumbuhan kayu ules di lokasi yang berbeda sebagai perbandingan dan kerapatan tumbuhan kayu ules di habitat alaminya. Selain itu, apabila tumbuhan kayu ules ini akan dikembangkan, maka kondisi naungan menjadi faktor utama yang perlu diperhatikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada *International Centre for Research in Agroforestry* (ICRAF) yang telah mendukung kegiatan penelitian. Terima kasih disampaikan juga kepada Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BPPLHK) Kupang atas dukungan teknis pada penelitian ini. Secara personal, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Oktofianus Tanopo, Lemuel Toto dan Ibrahim Toto yang telah

membantu kegiatan pengambilan data, serta kepada Aziz Umroni dan Heny Rianawati yang telah memberikan masukan terkait analisis data.

KONTRIBUSI

Dani Pamungkas dan Siswadi berperan sebagai kontributor utama dalam artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Mohsen, M. A. (2013). Application of various pruning treatments for improving productivity and fruit quality of crimson seedless grapevine. *World Journal of Agricultural Sciences*, 9(5), 377–382.
- Aminifard, M. H., Aroiee, H., Ameri, A., & Fatemi, H. (2012). Effect of plant density and nitrogen fertilizer on growth, yield and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 7(6). <https://doi.org/10.5897/ajar10.505>
- Atwell, B. J., Kriedemann, P. E., & Turnbull, C. G. N. (eds.) (1999). *Plants in action: adaptation in nature, performance in cultivation*. South Yarra, Victoria: Macmillan Education Australia.
- Bogidarmani, R., & Darwo. (2019). Application of silviculture techniques to improve productivity of binuang bini plant (*Octomeles sumatrana* Miq.) as an alternative plant in community forest. The 2nd International Conference on Tropical Silviculture: Forest Research and Innovation for Sustainable Development. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, (p 1-10). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/394/1/012022>
- Brink, M., & Escobin, R. P. (2003). *Plant resources of South-East Asia*. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers.
- Cai, Z. Q. (2011). Shade delayed flowering and decreased photosynthesis, growth and yield of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) plants. *Industrial Crops and Products*, 34(1), 1235–1237.
- Chandrasegaran, G., Elanchezhiyan, C., Ghosh, K., & Sethupathy, S. (2016). Determination of antidiabetic

- compounds from *Helicteres isora* fruits by oral glucose tolerance test. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 6(02), 172–174.
- Cunningham, A. B., Ingram, W., Brinckmann, J. A., & Nesbitt, M. (2018). Twists, turns and trade: A new look at the Indian Screw tree (*Helicteres isora*). *Journal of Ethnopharmacology*, 225, 128–135.
- Danarto, S. A. (2020). Penaksiran riap biomassa dan riap karbon pada famili sapindaceae di Kebun Raya Purwodadi. *Jurnal Sylva Lestari*, 8(2), 241–254.
- Depkes, R. I. (2008). *Farmakope Herbal Indonesia*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Ekawati, R., Susila, A. D., & Kartika, J. G. (2010). Pengaruh naungan tegakan pohon terhadap pertumbuhan dan produktivitas beberapa tanaman sayuran indigenous. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 1(1), 46–52.
- Ferdousi, A., Rahman, M. O., & Hassan, M. A. (2014). Seed germination behaviour of six medicinal plants from Bangladesh. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy*, 21(1), 71–76.
- Hanssens, J., De Swaef, T., & Steppe, K. (2015). High light decreases xylem contribution to fruit growth in tomato. *Plant, Cell & Environment*, 38(3), 487–498. <https://doi.org/10.1111/pce.12411>
- Hariyadi, H. (2011). Pengaruh pemangkasan batang dan cabang primer terhadap laju fotosintesis dan produksi jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Indonesian Journal of Agronomy*, 39(3).
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (eds.) (2010). *Hartmann & Kester's Plant Propagation: Principles and Practices*. Prentice Hall.
- Jain, A., Sinha, P., & Desai, N. S. (2014). Estimation of flavonoid, phenol content and antioxidant potential of indian screw tree (*Helicteres isora* L.). *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 5(4), 1320.
- Jutamane, K., & Onnom, S. (2016). Improving photosynthetic performance and some fruit quality traits in mango trees by shading. *Photosynthetica*, 54(4), 542–550.
- Juwarman, J., Astiningrum, M., & Suprpto, A. (2016). Upaya peningkatan kuantitas daun murbei (*Morus alba*) dengan macam pupuk nitrogen dan tinggi pemangkasan. *Vigor: Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika*, 1(1), 23–30.
- Kumar, N., & Singh, A. K. (2014). Plant profile, phytochemistry and pharmacology of Avartani (*Helicteres isora* Linn.): A review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4, S22–S26.
- Lesičar, J., Šindrak, Z., Šic Žlabur, J., Voća, S., & Skendrović Babojelić, M. (2016). Influence of fruit thinning and summer pruning on the yield and fruit quality of peach cultivar 'Royal Gem'. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 81(3), 155–159.
- Lobos, G. A., Retamales, J. B., Hancock, J. F., Flore, J. A., Cobo, N., & Del Pozo, A. (2012). Spectral irradiance, gas exchange characteristics and leaf traits of *Vaccinium corymbosum* L. "Elliott" grown under photo-selective nets. *Experimental and Applied Botany*, 75, 142–149. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.09.006>
- Lobos, G. A., Retamales, J. B., Hancock, J. F., Flore, J. A., Romero-Bravo, S., & Del Pozo, A. (2013). Productivity and fruit quality of *Vaccinium corymbosum* cv. Elliott under photo-selective shading nets. *Scientia Horticulturae*, 153, 143–149.
- Loganayaki, N., Siddhuraju, P., & Manian, S. (2013). Antioxidant activity and free radical scavenging capacity of phenolic extracts from *Helicteres isora* L. and *Ceiba pentandra* L. *Journal of Food Science and Technology*, 50(4), 687–695.
- Muthukumar, T., Christy, A. M. V., Ramya, R., Malaisamy, M., Sivaraj, C., Arjun, P., Raaman, N., & Balasubramanian, K. (2012). Antioxidant and anticancer activity of *Helicteres isora* dried fruit solvent extracts. *Journal of Academia Industrial Research*, 1(3), 148–152.
- Nurhayati, C., & Andayani, O. (2014). Teknologi mutu tepung pisang dengan sistem spray drying untuk biskuit. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 25(1), 31–41.
- Pamungkas, D., Siswadi, S., & Manurung, G. E. S. (2019). Studi propagasi vegetatif tanaman obat kayu ules (*Helicteres isora* Linn.) melalui stek batang. *Jurnal Penelitian Kehutanan Faloak*, 3(1), 29–42.
- Pribadi, E. R. (2015). Pasokan dan permintaan tanaman obat Indonesia serta arah penelitian dan pengembangannya. *Perspektif*, 8(1), 52–64.
- Purwaningsih, E. H. (2013). Jamu, obat tradisional asli Indonesia: pasang surut pemanfaatannya di Indonesia. *EJournal Kedokteran Indonesia*, 85–89.
- Ruan, Y.-L., Patrick, J. W., Bouzayen, M., Osorio, S., & Fernie, A. R. (2012). Molecular regulation of seed and fruit set. *Trends in Plant Science*, 17(11), 656–665. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2012.06.005>
- Sharma, D. P., & Singh, N. (2018). Effect of rejuvenation pruning on the growth, productivity and disease incidence in declining trees of pomegranate (*Punica granatum* L.) cv. Kandhari Kabuli. *Journal of Applied and Natural Science*, 10(1), 358–362.
- Sharma, V., & Chaudhary, U. (2016). Pharmacognostic and phytochemical screening of *Helicteres isora* roots. *Asian Journal Pharmaceutical and Clinical Research*, 9(2), 96–101.
- Siswadi, Umroni, A., Pamungkas, D., & Manurung, G. E. S. (2018). Pengaruh pemupukan dan penjarangan terhadap produktivitas buah kayu ules (*Helicteres isora*) di desa Bosen, Timor Tengah Selatan, Nusa Tenggara Timur. dalam Mindawati, N., Suharti, S., Prameswari, D., Kuntadi, Setio, P (eds) Seminar Hasil Penelitian KANOPPI: Optimalisasi Pengelolaan Hutan Berbasis Agroforestri Untuk Mendukung Peningkatan Produktivitas Kayu Dan HBBK, Serta Pendapatan Petani, 45–54. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan.
- Sukmawati, S., & Numba, S. (2018). Pengaruh Pemangkasan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Berbagai Varietas Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *AGROTEK*, 2(1), 45–53.
- Sumadi, A., & Siahaan, H. (2011). Pengaturan kerapatan tegakan bambang berdasarkan hubungan antara diameter batang dan tajuk. *Jurnal Penelitian Hutan*

Tanaman, 8(5), 259–265.

- Umroni, A., Pamungkas, D., Tanopo, O., & Manurung, G. E. S. (2015). Aspek ekologi kayu ules (*Helicteres Isora* L.) sebagai tanaman obat di desa Bosen: penyangga cagar alam mutis kabupaten Timor Tengah Selatan. dalam Njurumana, G. N. D., Raharjo, S. A. S., Riwu, K. M. L., Kurniawan, H. dan Hidayatullah, M. (eds). Seminar Nasional Biodiversitas Savana Nusa Tenggara, (p 45–57). Kupang: Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Kupang.
- Vikrant, A., & Arya, M. L. (2011). A review on anti-inflammatory plant barks. *International Journal of PharmTech Research*, 3(2), 899–908.
- Xia, J. B., Zhang, G. C., Zhang, S. Y., Sun, J. K., Zhao, Y. Y., Shao, H. B., & Liu, J. T. (2014). Photosynthetic and water use characteristics in three natural secondary shrubs on shell islands, Shandong, China. *Plant Biosystems*, 148(1), 109–117. <https://doi.org/10.1080/11263504.2013.878407>.
- Yuliah, Y., Suryaningsih, S., & Ulfi, K. (2017). Penentuan kadar air hilang dan volatile matter pada bio-briket dari campuran arang sekam padi dan batok kelapa. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 1(1), 51–57.