

Fisiologi dan pertumbuhan bibit rambutan, mangga, durian, dan alpukat terhadap berbagai intensitas cahaya dan pemupukan nitrogen

Physiological and growth of rambutan, mango, durian and avocado seedlings on various light intensity and nitrogen fertilization

TITI JUHAETI[✉], NURIL HIDAYATI

Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI. Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong 16911, Bogor, Jawa Barat. Tel. +62-21-8765066, Fax. +62-21-8765059, ✉e-mail: tihaeti@yahoo.com

Manuskrip diterima: 17 Desember 2014. Revisi disetujui: 17 Februari 2015.

Abstrak. Juhaeti T, Hidayati N. 2015. Fisiologi dan pertumbuhan bibit rambutan, mangga, durian, dan alpukat terhadap berbagai intensitas cahaya dan pemupukan nitrogen. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 947-953*. Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui fisiologi dan pertumbuhan bibit mangga, durian, rambutan, dan alpukat yang ditanam pada intensitas cahaya dan tingkat pemupukan nitrogen yang berbeda di Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Cibinong, Bogor. Bibit ditanam di polibag pada media tanam berupa campuran tanah : pupuk kandang = 2:1. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial. Faktor pertama adalah naungan: 0% (N0), 55% (N1), dan 75% (N2), faktor kedua adalah dosis pupuk N yakni 0 g urea/pot (P0), 5 g urea/pot (P1), dan 10 g urea /pot (P2), dan faktor ketiga adalah jenis tanaman yakni rambutan (T1), mangga (T2), durian (T3), dan alpukat (T4). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa di pembibitan, bibit rambutan, mangga, durian, dan alpukat toleran terhadap cahaya rendah. Pada nilai *Q leaf* yang relatif rendah, fotosintesis masih bisa berlangsung, tetapi apabila nilai *Q leaf* terlalu tinggi maka laju fotosintesis semakin menurun. Masing-masing jenis tanaman memiliki kemampuan yang tidak jauh berbeda untuk berfotosintesis. Laju fotosintesis (A) tertinggi ada pada mangga (10,079) diikuti alpukat, durian, dan rambutan. Nilai transpirasi (E) tertinggi pada alpukat, diikuti durian, rambutan, dan mangga. Pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap serapan CO₂, transpirasi, dan pembukaan stomata (Gs). Sementara itu, perlakuan naungan tidak berpengaruh nyata terhadap laju fotosintesis, tetapi berpengaruh nyata terhadap E dan Gs. Pada umur 11 BST (bulan setelah tanam), pemupukan berpengaruh nyata terhadap ukuran diameter batang (terbesar 1,4 cm pada perlakuan P3) tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Naungan berpengaruh nyata baik terhadap tinggi tanaman (tertinggi 133,2 cm dari perlakuan N₂) maupun terhadap diameter batang (terbesar 1,5 cm dari perlakuan N1). Bibit rambutan, mangga, durian, dan alpukat memberikan respons fisiologis yang hampir sama terhadap cahaya.

Kata kunci: Buah, fisiologi, naungan, pertumbuhan, pupuk

Abstract. Juhaeti T, Hidayati N. 2015. *Physiological and growth of rambutan, mango, durian and avocado seedlings on various light intensity and nitrogen fertilization. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 947-953*. The research has been conducted to find out physiology and growth of mango, durian, rambutan and avocado seedlings on the various light intensity and nitrogen fertilization in Botany Division, Research Center for Biology, Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Cibinong Bogor. Seedlings were grown in polybags in soil: manure = 2:1 planting medium, using Factorial Randomized Completed Block Design. The first factor are shading: 0% (N0), 55% (N1) and 75% (N2), the second are dose of N fertilizer: 0 (P0), 5 (P1) and 10 g of urea/pot (P2) and the third factor are the type of plant: rambutan (T1), mango (T2), durian (T3) and avocado (T4). The result showed that in the nursery, rambutan, durian, mango and avocado seedlings were tolerant to low light intensity. On relatively low Q-leaf value, the photosynthesis can still occur, meanwhile, if it's too high, the rate of leaf photosynthesis was declined. The photosynthesis capabilities were not significantly different on each plant species. The highest rate of photosynthesis (A) was on mango (10,079) followed by avocado, durian, and rambutan. The high rate of transpiration (E) was on avocado followed by durian, rambutan, and mango. The effects of fertilization were not significantly different on CO₂ absorption, transpiration and stomatal opening (Gs). Meanwhile, the effect of shading treatment was significantly different on E and Gs but not on the rate of photosynthesis. On 11 MAP (months after planting) old, nitrogen fertilization were significantly affected stem diameter (the largest is 1.4 cm in P3 treatment), but not at the height of the plant. The shading treatment was significantly different both of stem diameter (the largest 1.5 cm from the treatment of the N1) and plant height (highest 133.2 cm from the N2 treatment). The rambutan, durian, mango and avocado seedlings gave a nearly same physiological response to light intensity.

Keywords: fruit plants, shade, fertilizer, growth, physiology

PENDAHULUAN

Mangga (*Mangifera indica* Linn.), durian (*Durio zibethinus*), rambutan (*Nephelium lappaceum* Linn.), dan

alpukat (avokad) (*Persea Americana* Mill.) merupakan jenis buah tropis Indonesia yang potensial untuk diperdagangkan, baik di pasar domestik maupun pasar internasional. Pembibitan merupakan salah satu kunci

keberhasilan pengembangan tanaman termasuk tanaman buah-buahan. Salah satu upaya yang harus dilakukan untuk mendapatkan bibit yang bermutu adalah dengan memerhatikan kesesuaian kondisi iklim mikro di pembibitan serta ketersediaan haranya. Peningkatan produksi buah bermutu perlu dilakukan bahkan mulai dari penyediaan bibit bermutu dan pemeliharaannya sejak masa pembibitan.

Setiap jenis tanaman pada setiap tahap pertumbuhannya diduga memiliki toleransi terhadap cahaya dan kebutuhan hara yang berbeda untuk menunjang pertumbuhan optimalnya. Tanaman kakao muda dalam pertumbuhannya memerlukan intensitas cahaya rendah, tanaman yang berumur 3-4 bulan membutuhkan sekitar 35-40% intensitas cahaya matahari dan berangsur-angsur meningkat sejalan dengan peningkatan umur tanaman (Nasaruddin 2002).

Cahaya merupakan sumber tenaga penggerak dalam fotosistem yang akan menghasilkan ATP yaitu sumber energi dalam fotosintesis (Lawlor 1987). Rendahnya intensitas cahaya akan menyebabkan berkurangnya ATP yang terbentuk. Berkaitan dengan ketersediaan hara di pembibitan, pemberian pupuk nitrogen perlu diperhatikan. Nitrogen adalah komponen utama dari berbagai substrat penting dalam tanaman, sekitar 40-50% kandungan protoplasma dari sel tumbuhan terdiri atas senyawa nitrogen. Nitrogen digunakan tanaman untuk membentuk asam amino yang akan diubah menjadi protein. Nitrogen juga diperlukan dalam pembentukan klorofil, asam nukleat, dan enzim sehingga nitrogen dibutuhkan dalam jumlah yang besar terutama saat pertumbuhan vegetatif seperti pembentukan tunas, perkembangan batang dan daun (Novizan 2004). Pemberian unsur nitrogen dapat dilakukan melalui pemberian urea pada media tanam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons fisiologi dan pertumbuhan bibit tanaman mangga, durian, rambutan, dan alpukat yang ditanam pada intensitas cahaya dan tingkat pemupukan yang berbeda yang dapat digunakan sebagai dasar pemeliharaan tanaman di pembibitan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Cibinong. Bahan tanaman berupa bibit durian, mangga, rambutan, dan alpukat (tinggi ± 60 cm dan diameter batang $\pm 0,56$ cm) ditanam di polibag (30 cm x 40 cm) pada media tanam berupa campuran tanah : pupuk kandang = 2:1. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial. Faktor pertama adalah naungan: 0% (N0), 55% (N1), dan 75% (N2), faktor kedua adalah dosis pupuk N yakni 0 g urea/pot (P0), 5 g urea/pot (P1), dan 10 g urea/pot (P2), dan faktor ketiga adalah jenis tanaman yakni rambutan (T1), mangga (T2), durian (T3), dan alpukat (T4). Pengaturan intensitas cahaya yang mencapai tanaman menggunakan paranet hitam.

Peubah yang diamati pada penelitian ini adalah pertumbuhan (tinggi tanaman dan diameter batang) dan fisiologi tanaman (laju fotosintesis (A), transpirasi (E),

quantum leaf (Q leaf), konduktivitas stomata (Gs), kandungan karbohidrat daun, dan kandungan klorofil daun). Analisis data dilakukan menggunakan program statistik SAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi tanaman dan diameter batang

Hasil pengamatan terhadap tinggi dan diameter masing-masing jenis tanaman pada umur 11 bulan setelah tanam (BST) tertera pada Tabel 1. Hasilnya menunjukkan sesuai dengan genetisnya, dimana pertumbuhan masing-masing jenis tanaman berbeda nyata. Tanaman yang paling tinggi adalah mangga, diikuti rambutan, alpukat, dan durian. Mangga juga menunjukkan pertumbuhan diameter batang yang paling besar, diikuti rambutan, alpukat, dan durian.

Pertumbuhan tinggi dan diameter masing-masing tanaman pada perlakuan pupuk dan naungan dapat dilihat pada Gambar 1-4. Pada perlakuan pemupukan terlihat bahwa secara umum pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, tanaman yang tertinggi yakni 119,83 cm dicapai pada dosis pemupukan 5g/pot, diikuti 10 g/pot (P2) dan 0 g/pot (P0). Terhadap diameter batang, pemupukan berpengaruh nyata. Diameter batang pada perlakuan P1 dan P2 tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan diameter pada perlakuan P0. Diameter batang terbesar yakni 1,401 cm terdapat pada perlakuan P2 (Tabel 2). Dengan memerhatikan data yang didapat, maka dosis pemupukan yang diberikan masih dapat ditingkatkan.

Naungan berpengaruh nyata baik terhadap tinggi tanaman maupun diameter batang. Tinggi tanaman pada kondisi tanpa naungan (N0) tidak berbeda nyata dengan tinggi tanaman pada kondisi naungan 75%, tetapi berbeda nyata dengan tinggi tanaman pada naungan 50%. Tanaman tertinggi didapat dari perlakuan naungan 55% yakni mencapai 133,16 cm. Diameter batang pada N0 dan N1 tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan diameter batang pada perlakuan N2. Diameter batang terbesar didapat dari perlakuan N1 yakni 1,502 cm (Tabel 3). Hal ini sesuai dengan hasil penelusuran pustaka yang menunjukkan bahwa pada tanaman karet yang ternaungi secara alami, diameter batang dan tinggi tanaman karet umur 15 BST paling tinggi pada perlakuan tanpa naungan, dan menurun seiring meningkatnya naungan, sedangkan pada umur 7 dan 14 BST, bobot kering total tertinggi dicapai pada perlakuan tanpa naungan dan terendah pada naungan 77% (Senevirathna et al. 2003). Sementara itu pada *Vigna radiata*, naungan menurunkan bobot kering total tanaman (Takuya et al. 2014). Bobot kering (*Larix kaempferi* Sarg) yang ternaungi pada umur 12 MST lebih kecil dibanding kontrol yakni tanpa naungan (Qu et al. 2005).

Serapan CO₂, transpirasi, dan pembukaan stomata

Faktor abiotik seperti cahaya matahari, suhu, konsentrasi CO₂, *vapour pressure deficit*, dan status hara memiliki pengaruh yang besar terhadap fotosintesis atau asimilasi CO₂, dan selanjutnya pada pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Kondisi lingkungan tumbuh yang

dapat berakibat pada penurunan fotosintesis atau serapan CO₂ termasuk intensitas cahaya yang kurang, suhu, dan ketersediaan hara yang rendah (Ceulmens dan Sauger 1991). Intensitas cahaya yang optimal akan memengaruhi aktivitas stomata untuk menyerap CO₂, semakin tinggi intensitas cahaya matahari yang diterima oleh permukaan daun tanaman, maka jumlah absorpsi CO₂ relatif semakin tinggi pada kondisi jumlah curah hujan yang cukup, tetapi pada intensitas cahaya matahari di atas 50%, absorpsi CO₂ mulai konstan (Nasaruddin 2002).

Pengaturan intensitas radiasi matahari yang dapat mencapai tanaman dilakukan melalui pemberian naungan, yang akan berpengaruh terhadap iklim mikro dan aktivitas fotosintesis tanaman. Kondisi tersebut dapat menyebabkan terganggunya proses metabolisme dan turunnya laju fotosintesis serta sintesis karbohidrat yang berimplikasi terhadap menurunnya laju pertumbuhan dan produksi tanaman (Chozin et al. 1999).

Hasil pengamatan terhadap serapan CO₂, transpirasi, dan pembukaan stomata pada masing-masing jenis tanaman tertera pada Tabel 4. Hasilnya menunjukkan bahwa masing-masing jenis tanaman memiliki kemampuan yang tidak jauh berbeda untuk berfotosintesis. Laju fotosintesis (A) tertinggi ada pada mangga (10,079) diikuti alpukat, durian, dan rambutan. Pada peubah transpirasi (E) terlihat bahwa nilai transpirasi tertinggi pada alpukat, diikuti durian, rambutan, dan mangga. Adapun nilai konduktivitas stomata (Gs) paling tinggi pada durian, diikuti rambutan, mangga, dan alpukat. Bibit mangga menunjukkan kandungan klorofil paling tinggi, sedangkan kandungan karbohidrat tertinggi pada alpukat. Pada bibit *Pinus canariensis*, laju fotosintesis dan efisiensi pemakaian air meningkat dengan meningkatnya pemupukan (Luis et al. 2010).

Pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap serapan CO₂, transpirasi, dan pembukaan stomata. Sementara itu, perlakuan naungan tidak berpengaruh nyata terhadap laju fotosintesis tetapi berpengaruh nyata terhadap E dan Gs.

Karakter fisiologis rambutan

Karakter fisiologis rambutan dapat dilihat pada Gambar 5-7. Gambar 5 menunjukkan bahwa pada rambutan meningkatnya nilai Gs tidak otomatis akan meningkatkan laju fotosintesis. Adapun meningkatnya nilai Gs pada umumnya akan meningkatkan transpirasi daun (Gambar 6). Pada nilai *Q leaf* yang rendah, rambutan masih dapat berfotosintesis dengan laju yang cukup tinggi, meningkatnya *quantum leaf* juga cenderung meningkatkan nilai laju fotosintesis, tetapi pada nilai *Q leaf* yang tinggi (≥ 1.000), laju fotosintesis menjadi menurun (Gambar 7).

Karakter fisiologis mangga

Karakter fisiologis mangga ditunjukkan pada Gambar 8-10. Pada tanaman mangga terlihat bahwa laju fotosintesis tidak hanya dipengaruhi oleh konduktivitas stomata (Gambar 8). Konduktivitas stomata lebih berpengaruh terhadap nilai respirasi tanaman (Gambar 9). Sementara itu pada nilai *quantum leaf* yang rendah di bawah 200, mangga masih mampu berfotosintesis, tetapi pada nilai *Q leaf* lebih dari 800, nilai laju fotosintesis cenderung menurun (Gambar 10).

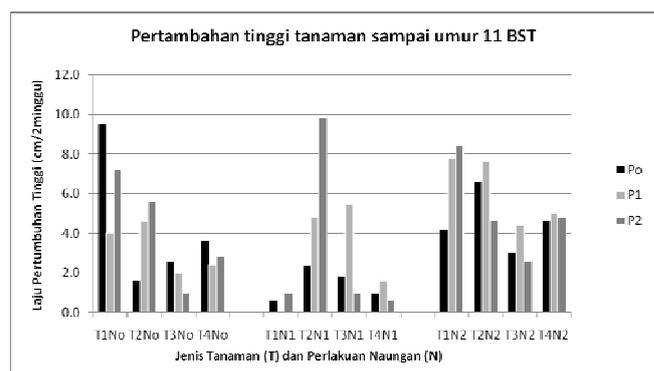
Karakter fisiologis durian

Karakter fisiologis durian tertera pada Gambar 11-13. Pada durian, nilai Gs yang rendah masih mampu membuat durian melakukan fotosintesis dengan baik, tetapi nilai Gs yang terlalu tinggi membuat laju fotosintesis menurun. Laju fotosintesis tertinggi terjadi pada kisaran nilai Gs 0,2-0,4 (Gambar 11). Pada nilai *Q leaf* yang terlalu tinggi, laju fotosintesis menurun, sedangkan pada nilai *Q leaf* yang rendah, reaksi fotosintesis tetap berlangsung. Laju fotosintesis tertinggi terjadi pada kisaran *Q leaf* 400-450 (Gambar 13).

Karakter fisiologis alpukat

Karakter fisiologis alpukat tertera pada Gambar 14-16. Laju fotosintesis pada alpukat tidak hanya dipengaruhi oleh konduktivitas stomata. Pada nilai konduktivitas yang terlalu tinggi ($\geq 0,3$) laju fotosintesis menurun. Bibit alpukat memiliki toleransi yang baik terhadap cahaya, pada nilai *Q leaf* yang cukup rendah yakni pada kisaran 200-400, laju fotosintesis berlangsung dengan nilai yang cukup tinggi hampir sama dengan laju fotosintesis pada nilai *Q leaf* pada kisaran 600 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$. Pada nilai *Q leaf* yang tinggi yakni pada kisaran 1.000-1.200, laju fotosintesis menurun.

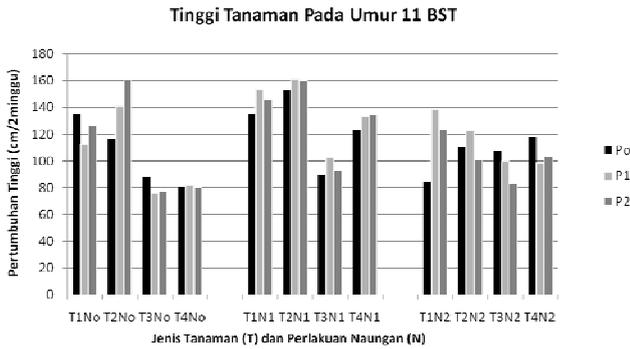
Takuya et al. (2014) menyatakan bahwa pada *Vigna radiata*, laju fotosintesis menurun akibat perlakuan naungan. Naungan juga menurunkan laju fotosintesis tanaman apel (Brunella et al. 2011). Sementara itu, kakao yang ditanam pada naungan ringan menunjukkan laju fotosintesis yang lebih tinggi saat musim hujan, sedangkan saat musim kering terdapat kecenderungan laju fotosintesis lebih tinggi pada tanaman yang lebih ternaungi. Luas area daun umumnya lebih kecil pada tanaman yang ternaungi (Acheampong et al. 2013).



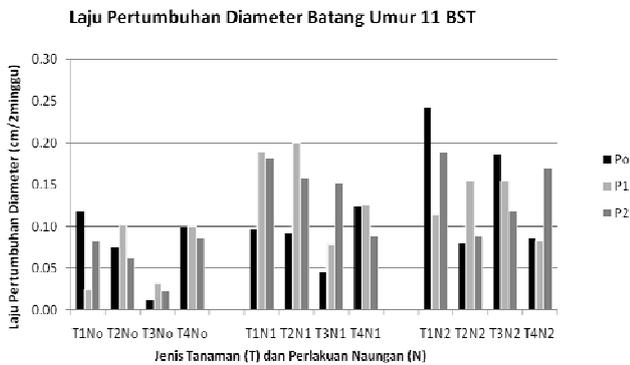
Gambar 1. Pertambahan tinggi tanaman sampai umur 11 bulan setelah tanam (BST)

Tabel 1. Tinggi tanaman dan diameter batang pada umur 11 BST

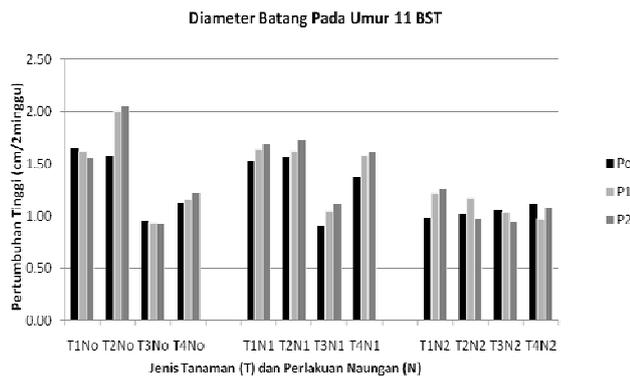
Perlakuan	Tinggi (cm)	Diameter batang (cm)
Rambutan	128,83 ^a	1,506 ^b
Mangga	137,53 ^a	1,589 ^a
Durian	91,13 ^c	1,048 ^d
Alpukat	107,13 ^b	1,302 ^c



Gambar 2. Tinggi tanaman pada umur 11 BST



Gambar 3. Pertambahan diameter batang tanaman sampai umur 11 BST



Gambar 4. Diameter batang tanaman pada umur 11 BST

Tabel 2. Pengaruh pemupukan terhadap tinggi tanaman dan diameter batang 11 BST

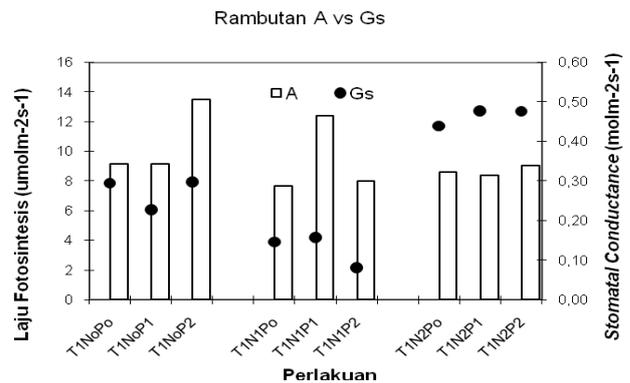
Perlakuan pupuk (g/pot)	Tinggi (cm)	Diameter batang (cm)
0	112,37 ^a	1,294 ^b
5	119,83 ^a	1,389 ^a
10	116,28 ^a	1,401 ^a

Tabel 3. Pengaruh naungan terhadap tinggi tanaman dan diameter batang 11 BST

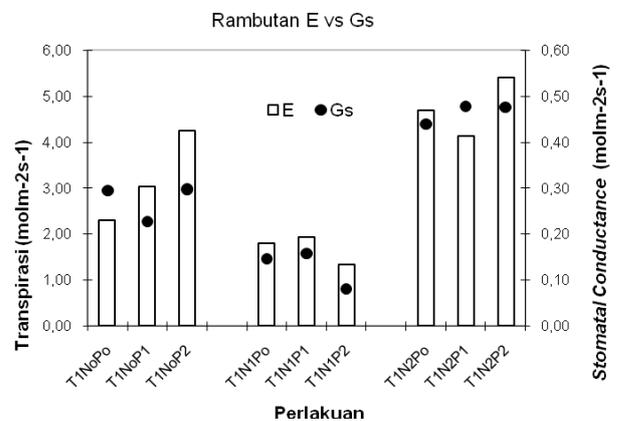
Perlakuan	Tinggi (cm)	Diameter (cm)
0%	106,62 ^b	1,456 ^a
55%	133,16 ^a	1,502 ^a
75%	108,70 ^b	1,126 ^b

Tabel 4. Pengaruh perlakuan terhadap fisiologi tanaman

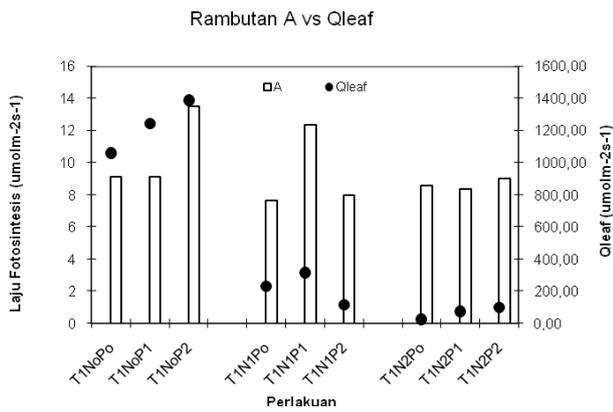
Perlakuan	A ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	E ($\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Gs ($\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)
Rambutan	9,544 ^a	3,206 ^b	0,288 ^b
Mangga	10,079 ^a	2,699 ^c	0,206 ^c
Durian	9,738 ^a	3,840 ^a	0,328 ^a
Alpukat	10,627 ^a	3,877 ^a	0,195 ^c
P0	9,449 ^a	3,298 ^a	0,256 ^a
P1	9,217 ^a	3,446 ^a	0,258 ^a
P2	11,325 ^a	3,473 ^a	0,249 ^a
N0	9,149 ^a	2,075 ^c	0,158 ^c
N1	10,311 ^a	3,678 ^b	0,195 ^b
N2	10,532 ^a	4,465 ^a	0,409 ^a



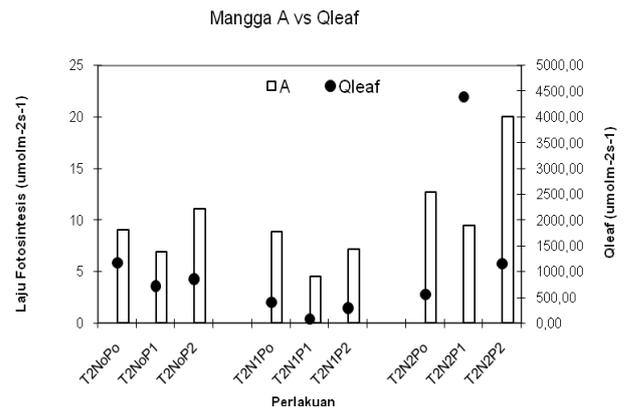
Gambar 5. Hubungan laju fotosintesis dan konduktivitas stomata pada rambutan



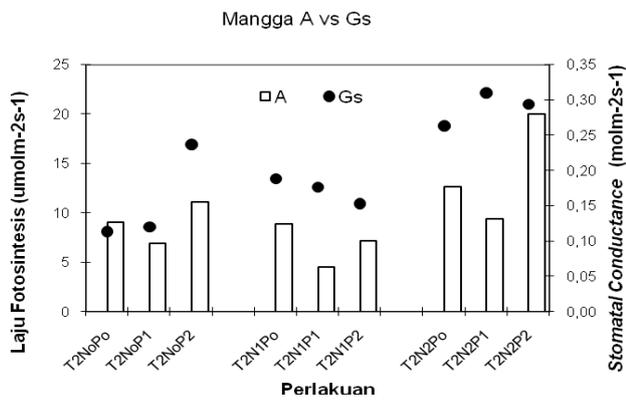
Gambar 6. Hubungan transpirasi dan konduktivitas stomata pada rambutan



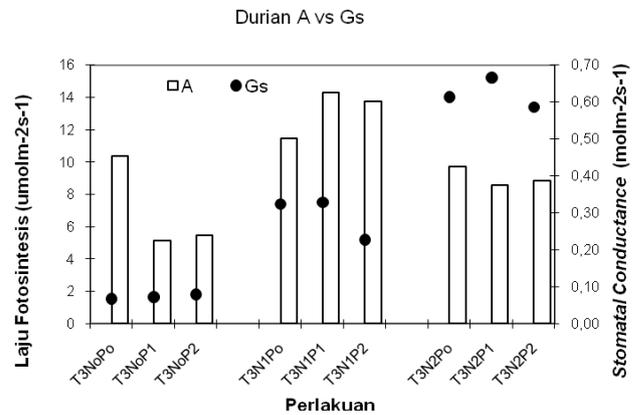
Gambar 7. Hubungan laju fotosintesis dan quantum leaf pada rambutan



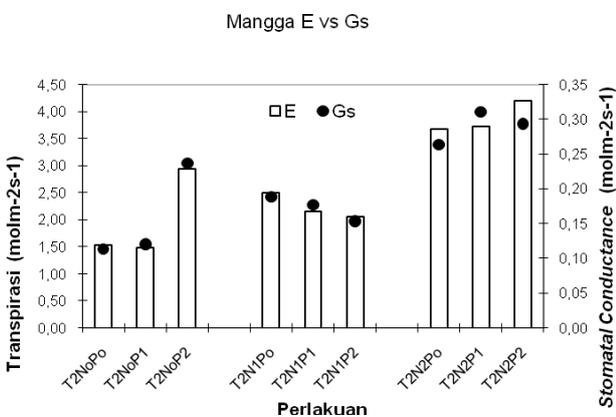
Gambar 10. Hubungan laju fotosintesis dan quantum leaf pada mangga



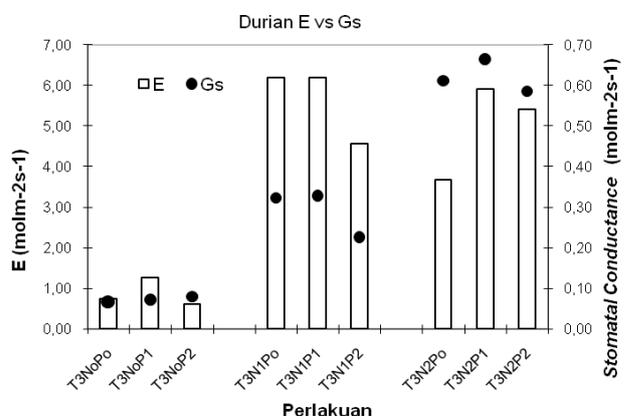
Gambar 8. Hubungan laju fotosintesis dan konduktivitas stomata pada mangga



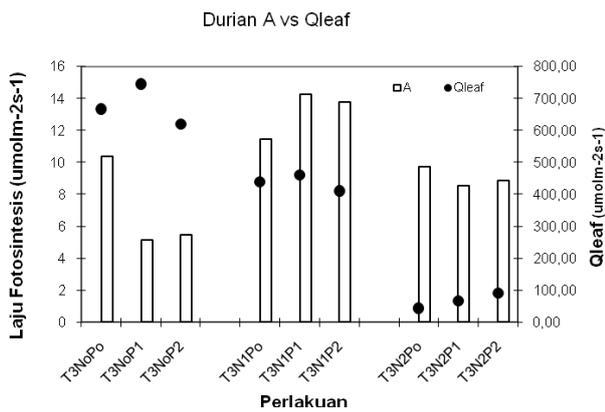
Gambar 11. Hubungan laju fotosintesis dan konduktivitas stomata pada durian



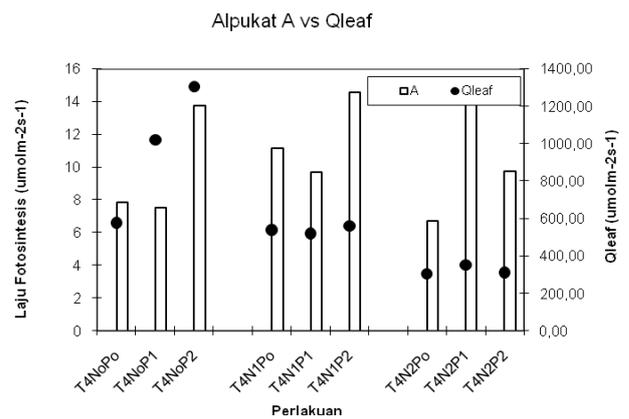
Gambar 9. Hubungan transpirasi dan konduktivitas stomata pada mangga



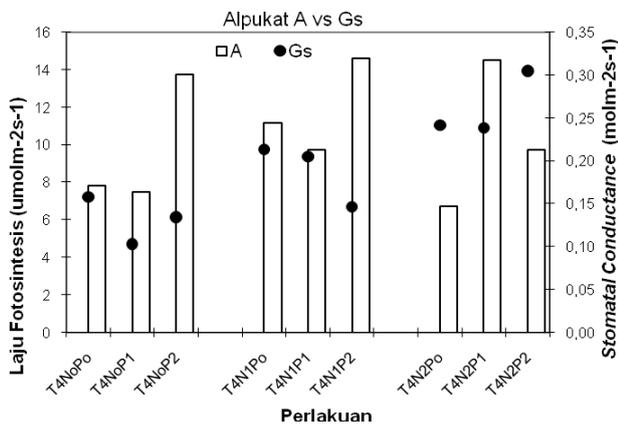
Gambar 12. Hubungan transpirasi dan konduktivitas stomata pada durian



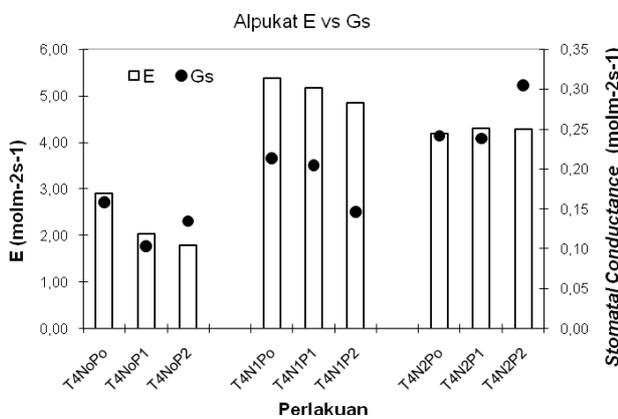
Gambar 13. Hubungan laju fotosintesis dan quantum leaf pada durian



Gambar 16. Hubungan laju fotosintesis dan quantum leaf pada alpukat



Gambar 14. Hubungan laju fotosintesis dan konduktivitas stomata pada alpukat



Gambar 15. Hubungan transpirasi dan konduktivitas stomata pada alpukat

Tabel 5. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan karbohidrat dan klorofil daun

Perlakuan	Karbohidrat (%)	(SPAD)
Rambutan	15,364 ^c	48,405 ^a
Mangga	16,404 ^b	48,529 ^a
Durian	17,120 ^b	40,966 ^b
Alpukat	19,475 ^a	38,494 ^b
P0	16,203 ^b	43,883 ^a
P1	17,479 ^a	43,000 ^a
P2	17,590 ^a	45,413 ^a
N0	22,418 ^a	38,265 ^b
N1	14,961 ^b	43,656 ^b
N2	13,894 ^c	50,375 ^a

Kandungan karbohidrat dan klorofil

Kandungan karbohidrat pada daun alpukat nampak paling tinggi (19,475) dan berbeda nyata dibanding rambutan, mangga, dan durian yang menunjukkan angka paling rendah (15,364). Pemupukan berpengaruh nyata terhadap kandungan karbohidrat daun, perlakuan pemupukan P2 menunjukkan angka tertinggi (17,590) tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1 (17,494), tetapi berbeda nyata dengan kontrol (16,203) yang menunjukkan angka terendah. Naungan juga berpengaruh nyata terhadap kandungan karbohidrat. Kondisi tanpa naungan menunjukkan kandungan karbohidrat tertinggi, berbeda nyata dengan perlakuan naungan lainnya. Semakin tinggi intensitas naungan, kandungan karbohidrat daun semakin menurun, terlihat dari kandungan karbohidrat pada perlakuan N2 yang menunjukkan angka terendah yakni 13,894% (Tabel 5). Hal ini sesuai dengan hasil temuan Rey dan Stephens (1996) bahwa karbohidrat daun tanaman yang diberi naungan menurun, lebih rendah dibandingkan tanaman tanpa naungan.

Sesuai dengan genetisnya, kandungan klorofil setiap tanaman berbeda-beda. Daun mangga menunjukkan kandungan klorofil paling tinggi (48,529 SPAD) dan yang

terendah daun alpukat (38,494 SPAD). Pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil. Sementara itu, naungan berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil. Semakin tinggi tingkat naungan, maka kandungan klorofil semakin meningkat, seperti terlihat pada perlakuan N₂ yang menunjukkan angka tertinggi yakni 50,375 SPAD (Tabel 5).

Semakin tinggi tingkat naungan yang diberikan maka tanaman akan melakukan adaptasi atau penghindaran terhadap cekaman naungan dengan cara meningkatkan efisiensi penangkapan cahaya tiap unit area fotosintetik. Adaptasi yang dilakukan tanaman adalah dengan meningkatkan jumlah klorofil per unit luas daun dan rasio klorofil b/a (Levitt 1980). Hale dan Orcutt (1987) menyatakan bahwa efisiensi penangkapan cahaya tergantung pada jumlah klorofil per unit luas daun. Sementara itu, Dwijoseputro (1980) menyatakan bahwa pembentukan klorofil pada daun yang ternaungi dipengaruhi antara lain oleh cahaya, karbohidrat dalam bentuk gula, serta komponen utama pembentuk klorofil yaitu unsur N dan Mg.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bibit rambutan, mangga, durian, dan alpukat memberikan respons fisiologis yang hampir sama terhadap cahaya. Pada nilai *Q leaf* yang relatif rendah, fotosintesis masih bisa berlangsung, tetapi apabila nilai *Q leaf* terlalu tinggi maka laju fotosintesis semakin menurun. Masing-masing jenis tanaman memiliki kemampuan yang tidak jauh berbeda untuk berfotosintesis. Laju fotosintesis (A) tertinggi ada pada mangga (10,079) diikuti alpukat, durian, dan rambutan. Nilai transpirasi (E) tertinggi pada alpukat, diikuti durian, rambutan, dan mangga. Pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap serapan CO₂, transpirasi, dan pembukaan stomata. Sementara itu, perlakuan naungan tidak berpengaruh nyata terhadap laju fotosintesis tetapi berpengaruh nyata terhadap E dan Gs.

Pada umur 11 BST (bulan setelah tanam), pemupukan berpengaruh nyata terhadap ukuran diameter batang (terbesar 1,4 cm pada perlakuan P3) tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Naungan berpengaruh nyata, baik terhadap tinggi tanaman (tertinggi

133,2 cm dari perlakuan N₂) maupun terhadap diameter batang (terbesar 1,5 cm dari perlakuan N₁).

DAFTAR PUSTAKA

- Acheampong K, Hadley P, Daymond AJ. 2013. Photosynthetic activity and early growth of four cacao genotypes as influenced by different shade regimes under West African dry and wet season conditions. *Exp Agric* 49 (1): 31-42.
- Brunella M, Zibordi M, Losciale P et al. 2011. Shading decreases the growth rate of young apple fruit by reducing their phloem import. *Scientia Horticulturae* 127: 347-352.
- Ceulmens RJ, Sauger B. 1991. Photosynthesis. In: Raghavendra AS (ed). *Physiology of Trees*. Wiley & Sons Publ, New York.
- Chozin MA, Sopandie D, Sastrosumardjo S, Suwarno. 1999. Physiology and Genetic of Upland Rice Adaptability to Shade. Final Report of Graduate Team Research Grant, URGE Project. [Report]. Directorate General of Higher Education, Ministry of National Education, Jakarta.
- Dwijoseputro D. 1980. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. Gramedia, Jakarta.
- Hale MG, Orcutt DM. 1987. *The Physiology of Plant Under Stress*. John Wiley and Sons, Toronto.
- Lawlor DW. 1987. *Photosynthesis: Metabolism, Control and Physiology*. John Wiley and Sons, New York.
- Levitt J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses: Water, Radiation, Salt, and Other Stresses. Vol II. Academic Press, New York.
- Luis VC, Llorca M, Chirino E et al. 2010. Differences in morphology, gas exchange and root hydraulic conductance before planting in *Pinus canariensis* seedlings growing under different fertilization and light regimes. *Trees Structure and Function* 24 (6): 1143-1150.
- Nasaruddin. 2002. Kakao, Budidaya dan Beberapa Aspek Fisiologisnya. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Novizan. 2004. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Qu L, Ji D, Shi F et al. 2005. Growth and photosynthetic performance of seedlings of two larch species grown in shaded conditions. *Eurasian J For Res* 8 (1): 43-51.
- Rey JR, Stephens FC. 1996. Effects of shading and rhizome isolation on soluble carbohydrate levels in blades and rhizome on the seagrass *Syringodium filiforme*. *Gulf of Mexico Sci* 14: 47-54.
- Senevirathna AM, Stirling CM, Rodrigo VH. 2003. Growth, photosynthetic performance and shade adaptation of rubber (*Hevea brasiliensis*) grown in natural shade. *Tree Physiol* 23 (10):705-712.
- Takuya A, Thay OO, Fumitake K. 2014. Effects of shading on growth and photosynthetic potential of greengram (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) cultivars. *Environ Contrib Biol* 52 (4): 227-231.