ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 2, Juni 2025 Halaman 539-546 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

PENGARUH PERBEDAAN INTENSITAS CAHAYA MATAHARI TERHADAP PANJANG HIPOKOTIL KOPI ROBUSTA (*Coffea robusta*. L)

(The Effect of Differences In Sunlight Intensity on The Length of Hypocotyl of Robusta Coffee)

Roni Ismoyojati[1*], Ika Fitriana Dyah Ratnasari[2]
[1,2]Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Politeknik Lamandau
Jl. Trans Kalimantan, Desa Kujan, Kec. Bulik, Kab. Lamandau, Kalimantan Tengah, Indonesia.
[*]Penulis Koresponden: ismoyojatironi@gmail.com

Naskah Diterima : 05-04-2025
Naskah Disetujui : 21-04-2025
Naskah Diterbitkan: 13-06-2025

This is an open-access article under the CC-BY 4.0 License. Copyright © 2023 by the authors

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the optimal light intensity at the research location on the growth of robusta coffee hypocotyl. This study was conducted at the Lamandau Polytechnic experimental field from January to March 2025. The field experiment was arranged using a Randomized Block Design (RBD) with 5 treatments each treatment was N0 = Treatment without using Paranet as a shade; N1 = Treatment using 1 layer of Paranet; N2 = Treatment using 2 layers of Paranet; N3 = Treatment using 3 layers of Paranet; N4 = Treatment using 4 layers of Paranet. The results showed that the shading treatment using 3 layers of paranet (N3) and 4 layers (N4) with an average light intensity below 30% was able to increase the length of the hypocotyl optimally from observations 50, 60, and 70 days after sowing, compared to other treatments.

Keywords*: Influence of differences, Intensity, Sunlight, Robusta coffee, Hypocotyl length.*

ABSTRAK

Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu untuk mengetahui intensitas cahaya optimal di lokasi penelitian pada pertumbuhan hipokotil kopi robusta. Penelitian ini dilaksanakan di lahan percobaan Politeknik Lamandau pada bulan Januari sampai Maret 2025. Percobaan lapangan disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan, masing-masing perlakuan yaitu N0 = Perlakuan tanpa menggunakan Paranet sebagai penaung; N1 = Perlakuan menggunakan paranet 1 lapis; N2 = Perlakuan menggunakan paranet 2 lapis; N3 = Perlakuan menggunakan paranet 3 lapis; N4 = Perlakuan menggunakan paranet 4 lapis. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan naungan dengan menggunakan paranet 3 lapis (N3) dan 4 lapis (N4) dengan intensitas cahaya rata-rata di bawah 30% mampu meningkatkan panjang hipokotil secara optimal dari pengamatan 50, 60 dan 70 hari setelah semai di bandingkan dengan perlakuan yang lainnya.

Kata Kunci :*Pengaruh perbedaan**,** Intensitas, Cahaya matahari, Kopi robusta, Panjang hipokotil.*

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 2, Juni 2025 Halaman 539-547 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia yang termasuk ke dalam iklim tropis memiliki keanekaragaman hayati yang sangat melimpah sehingga memungkinkan berbagai jenis tanaman pertanian dan perkebunan dapat tumbuh subur (Siboro, 2019). Salah satu jenis tanaman yang banyak dibudidayakan dan termasuk kedalam kategori komoditas unggulan perkebunan nasional serta di gemari oleh masyarakat adalah kopi (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021). Tanaman kopi bisa dibudidayakan di seluruh wilayah Indonesia dari dataran rendah, menengah maupun dataran tinggi tergantung jenis kopi yang digunakan. Proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada stadia awal dimulai dari pemecahan dormansi benih yang kemudian membentuk plumula dan radikula. Pada tanaman kopi, fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman sama halnya dengan tanaman jenis lain dimulai dari fase vegetatif kemudian generatif. Perbedaan terletak pada faktor lingkungan sebagai syarat tumbuh.

Faktor lingkungan yang dapat menjadi pembatas pertumbuhan dan perkembangan bibit kopi salah satunya adalah intensitas cahaya matahari yang diterima (Yustiningsih, 2019). Pada awal mula pertumbuhan bibit sampai masa generatif, tanaman kopi memerlukan intensitas cahaya matahari rendah sampai sedang (Widiyani & Hartono, 2021;Anam et al., 2023). Tanaman kopi yang ternaungi dan mendapatkan intensitas cahaya matahari 10% secara signifikan dapat meningkatkan tinggi tanaman, luas daun dan kandungan klorofil dibandingkan dengan tanaman yang mendapatkan intensitas cahaya matahari 30%, 50% dan 100% (Iskandar et al., 2023). Intensitas cahaya matahari yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan kopi robusta menjadi terhambat (Piato et al., 2020).

Hipokotil merupakan bagian pertama embrio yang muncul dari benih yang telah ditanam di tanah atau media tanam. Cahaya dan suhu merupakan faktor lingkungan yang paling berperan terhadap pertumbuhan hipokotil (Krahmer & Fankhauser, 2024). Perlakuan berbagai pemberian cahaya pada benih kopi arabika menunjukkan perbedaan sangat jelas pada panjang hipokotil, yang apabila benih kopi ditempatkan pada ruang tertutup atau 0% cahaya maka benih akan mengalami etiolasi (Cardoso-magaña et al., 2024).

Penelitian sejenis telah dilakukan sebelumnya mengenai pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap pertumbuhan tanaman kopi seperti pada kopi jenis arabika yang diperlakukan dengan perlakuan intensitas cahaya dan pemupukan NPK (Lumbanraja et al., 2021). Sementara penelitian lainnya lebih banyak fokus pada pengaruh jenis maupun kerapatan tanaman penaung pada tanaman kopi yang sudah menghasilkan (Anam et al., 2023; Soleh et al., 2021). Permasalahan yang muncul yaitu setiap daerah memiliki tingkat pencahayaan dan kondisi lingkungan yang berbeda-beda dan penelitian yang fokus pada pertumbuhan hipokotil masih jarang ditemukan. Sehingga berdasarkan uraian tersebut penulis terarik melakukan penelitian tentang "Pengaruh Perbedaan Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Panjang Hipokotil Kopi Robusta (*Coffea robusta*. L)". Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu untuk mengetahui intensitas cahaya optimal di lokasi penelitian pada pertumbuhan hipokotil kopi robusta. Sehingga dapat memberikan informasi dan manfaat kepada masyarakat sekitar yang akan membudidayakan kopi terutama jenis robusta.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Lahan percobaan kampus Politeknik Lamandau dari bulan Januari-Maret 2025. Ketinggian tempat di lokasi penelitian adalah 90,08 m dpl.

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 2, Juni 2025 Halaman 539-547 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

Alat dan Bahan

Pada penelitian ini, alat yang digunakan yaitu : parang, cangkul dan alat tulis. Bahan yang digunakan yaitu : kertas label, paranet, media tanam, polybag 10x15 dan benih kopi yang digunakan merupakan jenis robusta yang berasal dari klon bagio lampung barat.

Metode Penelitian

Percobaan lapangan disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan, masing-masing perlakuan yaitu

N0 = Perlakuan tanpa menggunakan Paranet sebagai penaung;
N1 = Perlakuan menggunakan paranet 1 lapis;
N2 = Perlakuan menggunakan paranet 2 lapis;
N3 = Perlakuan menggunakan paranet 3 lapis;
N4 = Perlakuan menggunakan paranet 4 lapis.

Pada setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 15 unit kombinasi perlakuan. Pada setiap unit perlakuan terdapat 10 benih, sehingga jumlah keseluruhan benih yang digunakan adalah 150 benih.

Variabel pengamatan

1. Intensitas cahaya matahari

Pengamatan intensitas cahaya matahari dilakukan setiap hari mulai 20 hari setelah semai sampai 70 hari setelah semai menggunakan *lux meter* tipe GM1030C pada pagi (07.00-08.00 wib), siang (11.30-12.30 wib), sore (15.30-16.30 wib) dan direrata untuk mendapatkan nilai intensitas cahaya matahari harian. cara mendapatkan intensitas cahaya yaitu dengan menggunakan persamaan (Saeki, 2012).

$$\text{IC (\%)} = \frac{\text{CB(lux)}}{\text{CA (lux)}} \text{ x } 100$$

Keterangan :
IC =intensitas cahaya;
CB=cahaya di bawah paranet;
CA=cahaya di atas paranet.

2. Waktu munculnya kecambah

Pengamatan waktu muculnya kecambah dilakukan setiap 10 hari sekali, kemudian dihitung menggunakan persamaan (Sutopo.L, 2012).

$$\text{WMB (hari)} = \frac{\text{n1w1 + n2w2+}\cdots\ldots\text{n7w7}}{\text{Total benih berkecambah}}$$

Keterangan :
WMB=waktu munculnya benih
n=jumlah benih yang muncul pada waktu tertentu
w=jumlah waktu pengamatan kemunculan benih dari awal sampai akhir pengamatan.

3. Daya kecambah

Daya kecambah digunakan untuk menghitung persentase kecambah yang dapat tumbuh normal sesuai dengan persamaan (Sutopo.L, 2012).

$$\text{DK (\%)} = \frac{\text{Jumlah kecambah tumbuh normal}}{\text{total benih yang diuji}} x\ 100$$

4. Panjang hipokotil

Pengamatan panjang hipokotil diukur dengan menggunakan penggaris pada saat awal kemuncuan sampai umur 70 hari setelah semai.

Analisis Data

Berdasarkan data lapangan yang diperoleh kemudian dilakukan analisis statistika menggunakan ANOVA dan apabila terdapat perbedaan nyata maka akan dilanjutkan menggunakan uji DMRT 5%. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui hubungan antara intensitas cahaya matahari dengan panjang hipokotil kopi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu dan daya berkecambah

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada variabel pengamatan waktu berkecambah dan daya kecambah (Tabel 1), pada pengamatan waktu berkecambah menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara perlakuan tanpa penaung (N0) dengan perlakuan yang dinaungi (N1,N2,N3 dan N4). Hal yang sama ditunjukkan pada

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 2, Juni 2025 Halaman 539-547 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

variabel pengamatan daya kecambah yang tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuannya. Namun terdapat kecenderungan perlakuan menggunakan paranet 4 lapis (N4) pada variabel pengamatan waktu berkecambah memiliki waktu lebih cepat untuk tumbuh yaitu 26 hari, sedangkan daya kembahnya mencapai 73%.

Cahaya, sebagai faktor lingkungan yang penting bagi pertumbuhan dan perkembangan, reproduksi dan regenerasi serta suksesi populasi tanaman kopi, memiliki dampak besar pada seluruh siklus hidup tanaman dari perkecambahan biji hingga kematian tanaman (Damatta et al., 2008). Periode waktu awal perkecambahan biji kopi hingga pembentukan bibit menandai tahap pertumbuhan tanaman yang paling sensitif, dan pertumbuhan awal bibit kopi memiliki pengaruh langsung terhadap perkembangannya menjadi tanaman muda. Perlakuan naungan yang tepat mendukung perkecambahan biji dan pertumbuhan bibit awal (Bote & Struik, 2011).

Tabel 1. Waktu dan daya berkecambah

Perlakuan	Variabel Pengamatan	
	Waktu Berkecambah (hari)	Daya Kecambah (%)
N0	40,00a	20,00a
N1	28,00a	33,33a
N2	30,00a	40,00a
N3	33,33a	40,00a
N4	26,11a	73,00a

Keterangan : angka-angka pada setiap kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Perlakuan N4 memiliki rerata nilai intensitas cahaya matahari dibawah 20%, hal tersebut memungkinkan memberikan pencahayaan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman kopi sehingga waktu berkecambah akan semakin singkat dan daya kecambahnya semakin tinggi. Selaras dengan penelitian yang dilakukan pada tanaman kopi yang mendapatkan naungan dengan penerimaan intensitas cahaya matahari sebesar 15% mendapatkan dampak yang positif terhadap perkembangan bibit kopi arabika dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya (Rochmah et al., 2015).

Panjang hipokotil

Berdasarkan analisis sidik ragam pada variabel panjang hipokotil umur 40,50,60 dan 70 hari setelah semai (Tabel 2) menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan yang di cobakan pada umur 40 hari setelah semai (hss). Perbedaan nyata ditunjukkan pada umur 50 hari setelah semai pada perlakuan naungan menggunakan paranet 3 lapis (N3) dengan hasil tertinggi panjang hipokotil sebesar 2,67 cm yang berbeda nyata dengan perlakuan tanpa naungan (N0) dengan nilai sebesar 0,37 cm. Pada umur 60 hari setelah semai perbedaan nyata ditunjukkan pada perlakuan naungan menggunakan paranet 3 (N3) dan 4 (N4) lapis yang memiliki nilai sama sebesar 4,17 cm dan berbeda nyata dengan perlakuan tanpa naungan (N0) dengan nilai pertambahan panjang hipokotil yang tidak berubah seperti umur 50 hari setelah semai yaitu sebesar 0,37 cm. Pada umur 70 hari setelah semai nilai tertinggi ditunjukkan pada perlakuan naungan menggunakan paranet 4 lapis (N4) yaitu sebesar 4,83 cm yang berbeda nyata dengan perlakuan tanpa naungan (N0) yaitu sebesar 0,43 cm.

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 2, Juni 2025 Halaman 539-547 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

Tabel 2. Panjang hipokotil

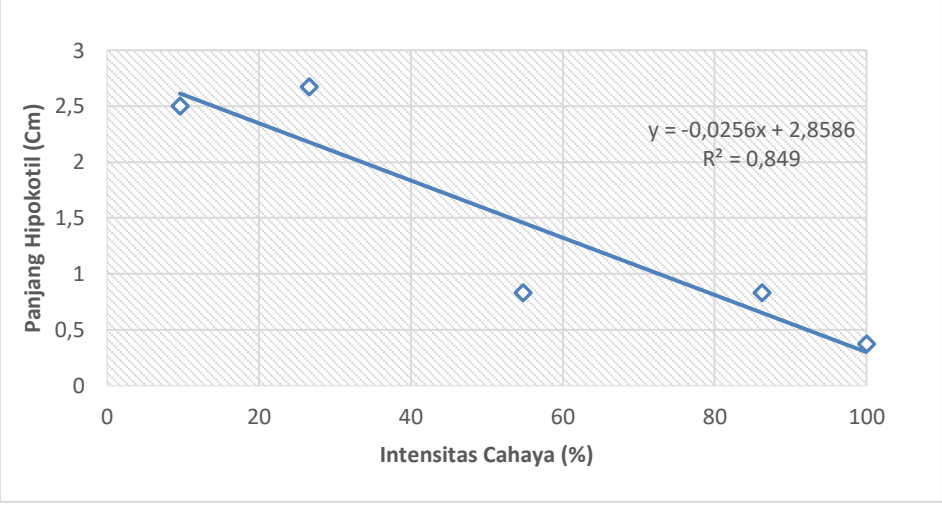
Perlakuan	Panjang Hipokotil			
	40 HSS	50 HSS	60 HSS	70 HSS
N0	0,33a	0,37b	0,37b	0,43b
N1	0,17a	0,83ab	0,97b	1,00b
N2	0,40a	0,83ab	1,33b	2,50ab
N3	1,17a	2,67a	4,17a	4,73a
N4	1,50a	2,50a	4,17a	4,83a

Keterangan : angka-angka pada setiap kolom yang diikuti huruf yang sama menunjukan tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

Keberadaan cahaya memiliki pengaruh yang sangat besar pada proses morfogenesis. Pada perlakuan naungan paranet 3 lapis (N3) dan 4 lapis (N4) dengan intensitas cahaya yang rendah memungkinkan pemanjangan hipokotil menjadi optimal karena tanaman kopi termasuk ke dalam golongan tanaman C3 yang tidak terlalu banyak memerlukan cahaya matahari. Beberapa tanaman golongan C3 hanya memanfaatkan cahaya dibawah 50% untuk memaksimalkan pertumbuhan dan perkembangannya (Xie et al., 2020;Hayder et al., 2019;Lara-estrada et al., 2023).

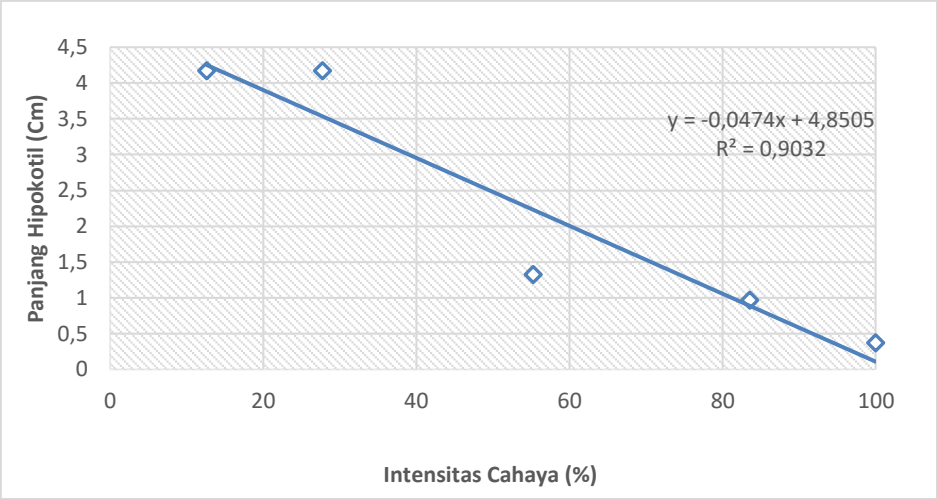
Hubungan intensitas cahaya dengan panjang hipokotil

Pada grafik diperoleh persamaan dengan menggunakan regresi linier antara intensitas cahaya dengan panjang hipokotil umur 50 hari setelah semai (Gambar 1) dengan nilai persamaan determinasi yaitu sebesar 85%. Perlakuan tanpa naungan (N0) dengan intensitas cahaya 100% mendapatkan nilai panjang hipokotil sebesar 0,36 cm, perlakuan naungan menggunakan paranet 1 lapis (N1) dengan intensitas cahaya rata-rata 86,22% mendapatkan nilai panjang hipokotil sebesar 0,83 cm, perlakuan naungan menggunakan paranet 2 lapis (N2) dengan intensitas cahaya rata-rata 54,79% mendapatkan nilai panjang hipokotil yang sama dengan perlakuan N1 yaitu sebesar 0,83 cm, perlakuan naungan menggunakan paranet 3 lapis (N3) dengan intensitas cahaya rata-rata 26,58% mendapatkan nilai panjang hipokotil sebesar 2,67 cm sedangkan perlakuan naungan menggunakan paranet 4 lapis (N4) dengan intensitas cahaya rata-rata 9,60% mendapatkan nilai panjang hipokotil sebesar 2,5 cm.



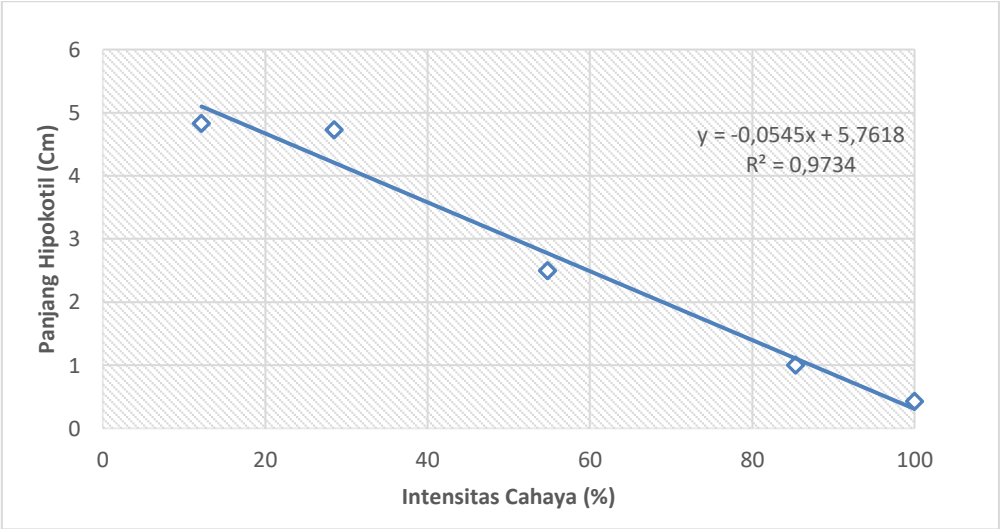
Gambar 1. Hubungan antara intensitas cahaya dengan panjang hipokotil umur 50 hss

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 2, Juni 2025 Halaman 539-547 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545



Gambar 2. Hubungan antara intensitas cahaya dengan panjang hipokotil umur 60 hss

Pada umur 60 hari setelah semai (Gambar 2) persamaan determinasi yang diperoleh yaitu sebesar 90%. Perlakuan tanpa naungan (N0) dengan intensitas cahaya 100% mendapatkan nilai panjang hipokotil sebesar 0,37 cm, perlakuan naungan menggunakan paranet 1 lapis (N1) dengan intensitas cahaya rata-rata 83,57% mendapatkan nilai panjang hipokotil sebesar 0,97 cm, perlakuan naungan menggunakan paranet 2 lapis (N2) dengan intensitas cahaya rata-rata 55,30% mendapatkan nilai panjang hipokotil sebesar 1,33 cm, perlakuan naungan menggunakan paranet 3 lapis (N3) dengan intensitas cahaya rata-rata 27,79% mendapatkan nilai panjang hipokotil sebesar 4,17 cm sedangkan perlakuan naungan menggunakan paranet 4 lapis (N4) dengan intensitas cahaya rata-rata 12,61% mendapatkan nilai panjang hipokotil yang sama dengan perlakuan N3 yaitu sebesar 4,17 cm.



Gambar 3. Hubungan antara intensitas cahaya dengan panjang hipokotil umur 70 hss

Umur 70 hari setelah semai (Gambar 3) persamaan determinasi yang diperoleh yaitu sebesar 97%. Perlakuan tanpa naungan (N0) dengan intensitas cahaya 100% mendapatkan nilai panjang hipokotil sebesar 0,43 cm, perlakuan naungan menggunakan

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 2, Juni 2025 Halaman 539-547 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

paranet 1 lapis (N1) dengan intensitas cahaya rata-rata 85,38% mendapatkan nilai panjang hipokotil sebesar 1,00 cm, perlakuan naungan menggunakan paranet 2 lapis (N2) dengan intensitas cahaya rata-rata 54,82% mendapatkan nilai panjang hipokotil sebesar 2,50 cm, perlakuan naungan menggunakan paranet 3 lapis (N3) dengan intensitas cahaya rata-rata 28,50% mendapatkan nilai panjang hipokotil sebesar 4,73 cm sedangkan perlakuan naungan menggunakan paranet 4 lapis (N4) dengan intensitas cahaya rata-rata 12,17% mendapatkan nilai panjang hipokotil sebesar 4,83 cm.

Berdasarkan hasil analisis regresi pada umur 50, 60 dan 70 hari setelah semai diperoleh kenaikan panjang hipokotil yang signifikan dari semua perlakuan yang dicobakan terutama pada perlakuan naungan menggunakan paranet 3 lapis (N3) dan 4 lapis (N4) yang mendapatkan intensitas cahaya kurang dari 30% menghasilkan panjang hipokotil tertinggi dari perlakuan yang lain. Perlakuan tanpa naungan (N0) menunjukkan pertumbuhan hipokotil melambat dan memiliki panjang hipokotil yang paling rendah diantara perlakuan yang lainnya. Dari perlakuan yang dicobakan mengindikasikan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima benih kopi robusta maka akan memperlambat pertumbuhan hipokotil, dan apabila intensitas cahaya semakin menuruh maka pertumbuhan hipokotil akan semakin optimal (Manullang, 2021).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan diperoleh intensitas cahaya optimal pada perlakuan naungan menggunakan paranet 3 lapis (N3) dan paranet 4 lapis (N4) atau intensitas cahaya dibawah 30% dengan pertumbuhan panjang hipokotil optimum diantara perlakuan yang lainnya.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan pengaruh intensitas cahaya optimum terhadap pertumbuhan bibit kopi robusta di lokasi yang sama.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada Politeknik Lamandau yang telah membantu membiayai penelitian ini melalui skema dana internal tahun 2025 dengan nomor kontrak 002.3/001/PL/PN.PEM/III/2025.

DAFTAR PUSTAKA

Anam, M. I., Maghfiroh, C. N., Puspaningrum, Y., Nasirudin, M., & Faizah, M. (2023). Pengaruh Naungan Lamtoro , Alpukat , Dan Sengon Terhadap Kondisi Iklim Mikro Pada Lahan Agroforestri Kopi Robusta. *Agrosaintifika : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, *6*(1), 25–30. https://doi.org/https://doi.org/10.32764/agrosaintifika.v6i1.4304

Bote, A. D., & Struik, P. C. (2011). Effects of shade on growth , production and quality of coffee (Coffea arabica) in Ethiopia. *Journal of Horticulture and Forestry*, *3*(11), 336–341.

Cardoso-magaña, A. J., Itzcalotzin, M., Qui-zapata, J. A., Moises, A., Mancilla-margalli, N. A., Cesar, J., Farias-cervantes, V. S., Andrade-gonz, I., & Maria, D. (2024). *Effect of Light Quality on the seed Germination and Development of Coffee Seedlings (Coffea arabica)*.

Damatta, F. M., Ronchi, C. P., Maestri, M., & Barros, R. S. (2008). Ecophysiology of coffee growth and production. *Braz. J. Plant Physiol*, *19*(4), 485–510. https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400014

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 2, Juni 2025 Halaman 539-547 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

Direktorat Jenderal Perkebunan. (2021). *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022*. Sekertariat Direktorat Jenderal Perkebunan.

Hayder, M., Khalid, B., Zhang, Y., Iqbal, N., & Raza, M. A. (2019). Effect of shade treatments on morphology , photosynthetic and chlorophyll fluorescence characteristics of soybeans (Glycine max L . Merr .). *Applied Ecology And Environmental Research*, *February*. https://doi.org/10.15666/aeer/1702

Iskandar, R., Damanik, M., Hanum, C., & Sembiring, L. J. (2023). *Response of various growth regulators and shade intensity to the growth of arabica coffee seedlings of Sigarar Utang variety*. *15*(1), 85–89. https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n150110

Krahmer, J., & Fankhauser, C. (2024). *Environmental Control of Hypocotyl Elongation*. 489–519.

Lara-estrada, L., Rasche, L., & Schneider, U. A. (2023). Climate Risk Management Exploring the cooling effect of shading for climate change adaptation in coffee areas. *Climate Risk Management*, *42*, 100562. https://doi.org/10.1016/j.crm.2023.100562

Lumbanraja, P., Pandiangan, S., & Pelawi, K. P. (2021). Intensitas Cahaya Dan Dosis Npk Menentukan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (Coffea arabica L .). *Agrium*, *24*(2), 93–97. https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.30596/agrium. v24i2.8191

Manullang, W. (2021). Efektifitas Penggunaan Naungan Terhadap Perkecambahan Benih Kopi Robusta. *Agrica Ekstensia*, *15*(November), 142–148. https://doi.org/https://doi.org/10.55127/ae.v15i2.102

Piato, K., Lefort, F., Subía, C., Caicedo, C., Calderón, D., Pico, J., & Norgrove, L. (2020). *Effects of shade trees on robusta coffee growth , yield and quality . A meta-analysis*.

Rochmah, H. F., Wachjar, A., & Sulistyono, E. (2015). *The Growth of Arabica Coffee Seedling (Coffea arabica Linn .) on Various Watering Time Intervals and Shade Intensities*. *03*(05), 485–491.

Saeki, T. (2012). Light Relations ln Plant Communities. In L.T. Evans (Ed.), *Environmental Control of Plant Growth* (4 ed., hal. 79). Academic press Inc.

Siboro, T. D. (2019). *Manfaat keanekaragaman hayati terhadap lingkungan*. *3*(1), 3–6.

Soleh, M. A., Sirait, T. ., Ariyanti, M., & Rosniawaty, S. (2021). Respons fisiologis dan agronomis bibit kopi pada kerapatan naungan yang berbeda Physiological and agronomical responses of coffee seedlings under different shade densities. *Jurnal Kultivasi*, *20*(2), 129–134. https://doi.org/https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i2.32882

Sutopo.L. (2012). *Teknologi Benih* (Edisi Revi). Rajawali Pers.

Widiyani, D. P., & Hartono, J. S. . (2021). *Studi Eksplorasi Agroklimat Tanaman Kopi Robusta (Coffea canephora)*. *5*(October 2020), 20–29.

Xie, F., Shi, Z., Zhang, G., Zhang, C., Sun, X., & Yan, Y. (2020). Quantitative leaf anatomy and photophysiology systems

ZIRAA'AH, Volume 50 Nomor 2, Juni 2025 Halaman 539-547 p-ISSN 1412-1468 e-ISSN 2355-3545

of C 3 and C 4 turfgrasses in response to shading. *Scientia Horticulturae*, *274*(March), 109674. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109674

Yustiningsih, M. (2019). *BIO-EDU : Jurnal Pendidikan Biologi Intensitas Cahaya dan Efisiensi Fotosintesis Pada Tanaman Naungan dan*. *4*(2), 44–49.