

OPTIMASI INTENSITAS NAUNGAN PADA PERTUMBUHAN BIBIT KOPI ARABIKA (*COFFEA ARABICA* L.)

Ade Astri Muliasari^{1*}, Ade Wachjar², Supijatno³

¹PK Teknologi dan Manajemen Produksi Perkebunan, Program Diploma, IPB

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB

³Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB

*Korespondensi: adeastri07@gmail.com Telp. (0251) 8329101

ABSTRACT

The objective of this research is to find out the optimum shade intensity for Arabica seedling growth. The research was conducted in Bogor Agricultural University Experimental Station, Cikabayan, Darmaga-Bogor, from May 2013 to February 2014. The experiment was arranged in a split plot design with three replications. The main plots were four shading levels, i.e. 25%, 50%, 75% and 95%, while subplots were five combinations of inorganic-organic fertilizers. There were 20 treatment combinations and each combination consisted of 3 replicates. Therefore, there were 60 units of trial. Each unit of trial consisted of 11 seedlings of coffee. They were arranged 30cm x 30cm away among the polybags. Three seedlings out of eleven were set as samplings. Shade intensity significantly affected to plant height, leaf number, stem diameter of 2-7 age MAT, the wet weight of the canopy and root length 4 MAT, wet weight and dry root weight, dry and wet weight canopy seedling age 7 MAT, thickness and leaf area of Arabica coffee seedling, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, SPAD value, stomatal number, closed stomatal, stomatal density, the content of N, P, and nutrient uptake of N, P. Variables that showed quadratic response that plant height (7 MAT), leaf number (5 MAT), stem diameter (6 MAT), leaf area (7 MAT), wet root weight, wet leaf weight, dry root weight, root volume, leaf area and uptake of P. The optimum shade obtained from this study is 65.58 %.

Keywords: shade intensity, chlorophyll, arabica coffee

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara penghasil kopi ketiga di dunia setelah Brazil dan Vietnam. Produksi kopi di Indonesia mengalami penurunan, yaitu dari 698 016 ton pada tahun 2008 menjadi 685 089 ton pada tahun 2014. Produktivitas kopi Arabika pada tahun 2008 sekitar 783kg/ha/tahun meningkat menjadi 920 kg ha/tahun pada tahun 2014. Produktivitas tersebut masih tergolong rendah dibandingkan dengan potensi hasil yang mampu dicapai yaitu di atas 1 500 kg/ha/tahun (Ditjenbun 2014). Potensi produktivitas dapat dicapai apabila sejak bibit kopi di pembibitan mendapatkan cahaya matahari, keseimbangan unsur hara, dan air yang cukup (Pujiyanto *et al.* 1998).

Salah satu yang harus diperhatikan dalam usaha perkebunan kopi adalah saat menyiapkan bibit kopi. Pembibitan merupakan langkah awal dari seluruh rangkaian kegiatan budidaya kopi yang sangat berpengaruh terhadap produktivitas tanaman dan umur produktif.

Intensitas naungan berpengaruh terhadap tanaman kopi selama fase pertumbuhannya terutama pada fase pembibitan. Fase pembibitan lebih banyak membutuhkan intensitas naungan yang tinggi dibandingkan fase dewasa. Di perkebunan kopi, pembibitan dilakukan dengan memanfaatkan pohon penaung sementara sehingga tingkat intensitas cahaya matahari yang diterima tidak selalu memenuhi standar kebutuhan bibit kopi. Bagi tanaman kopi, intensitas naungan diperlukan untuk mengurangi pengaruh buruk sinar matahari yang terlalu terik dan suhu yang ekstrim (Beer *et al.* 1998).

Pembibitan tanpa naungan atau dalam keadaan intensitas cahaya matahari yang kuat menyebabkan daun-daun layu bahkan terbakar terutama daun-daun muda. Sistem perakaran bibit kopi juga belum berkembang dengan baik sehingga tidak mampu menyerap air dalam jumlah yang memadai dalam mengimbangi evapotranspirasi. Naungan diperlukan untuk mengurangi pengaruh buruk akibat cahaya matahari yang terik dan panas sehingga dengan memberikan naungan dengan intensitas tertentu akan tercipta kondisi optimum bagi pertumbuhan kopi. Informasi mengenai intensitas naungan optimum pada pembibitan kopi Arabika dapat bermanfaat bagi usaha perkebunan kopi rakyat.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan intensitas naungan optimum untuk pertumbuhan bibit kopi Arabika.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Percobaan

Penelitian dilaksanakan selama 10 bulan mulai bulan Mei 2013 sampai dengan Februari 2014 di Kebun Percobaan IPB Cikabayan Dramaga, Bogor. Analisis jaringan tanaman dilaksanakan di Laboratorium Departemen Agronomi dan Hortikultura dan Laboratorium Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB, Institut Pertanian Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan tanam yang digunakan adalah benih kopi Arabika varietas Catimor hasil persilangan Catura vs Hibrido De Timor asal dari Pangalengan dengan ketinggian tempat 1800 m di atas permukaan laut (dpl). Pupuk anorganik terdiri atas Urea, SP 36, dan KCl. Pengendalian hama dan penyakit menggunakan insektisida dengan bahan aktif Endosulfan

konsentrasi 0.2% dan Mankozeb 80% dengan konsentrasi 2g l⁻¹. Bahan naungan yang digunakan yaitu paranet 25%, 50%, 75% dan 95%. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi penggaris, oven, *Chlorophyll meter* (SPAD), *luxmeter*, *licor*, mikroskop, timbangan analitik, dan alat-alat pertanian lainnya.

Metode Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan petak terpisah (*Split Plot Design*) dengan 2 faktor perlakuan. Intensitas naungan ditempatkan sebagai petak utama terdiri atas 4 taraf, yaitu intensitas naungan 25% (N1), intensitas naungan 50% (N2), intensitas naungan 75% (N3) dan intensitas naungan 95% (N4). Kombinasi pupuk anorganik-organik ditempatkan sebagai anak petak, terdiri atas 5 jenis. Dengan demikian terdapat 20 kombinasi perlakuan dan masing-masing terdiri atas 3 ulangan sehingga terdapat 60 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 11 bibit kopi yang diatur dengan jarak antar polybag 30 cm x 30 cm. Dari 11 bibit kopi ditetapkan 3 bibit sampel.

Benih kopi ditanam di bedengan persemaian selama dua bulan, lalu dipindahkan ke polybag hitam berukuran 40 cm x 30 cm yang telah berisi media tumbuh campuran *top soil* dan berbagai perlakuan kombinasi pupuk anorganik-organik. Pupuk anorganik diberikan pada saat bibit kopi dipindahtanamkan ke dalam polybag. Aplikasi pemupukan selanjutnya dilakukan setiap delapan minggu sampai bibit berumur 24 minggu dan mencapai kriteria bibit siap salur. Aplikasi pupuk anorganik dilakukan dengan cara menabur pupuk secara melingkar sekitar bibit di dalam polybag. Dosis dan waktu aplikasi pupuk anorganik tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Dosis dan waktu aplikasi pupuk anorganik

Umur Bibit (MST)	Urea	SP-36	KCl
	(g/bibit).....		
0	0.50	0.25	0.25
8	1.00	0.50	0.50
16	2.00	1.00	1.00
24	2.50	1.50	1.50
Jumlah	6.00	3.25	3.25

Keterangan : MST=Minggu setelah Tanam

Sumber :Puslitkoka (2006)

Pengamatan dimulai saat tanaman berumur 1 bulan setelah perlakuan (BSP). Jumlah bibit tanaman sampel yang diamati sebanyak 3 bibit tanaman tiap perlakuan. Peubah yang diamati yaitu tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun yang dilakukan setiap bulan hingga umur bibit 7 bulan. Pada akhir percobaan dilakukan pengamatan terhadap peubah-peubah: kerapatan stomata, ketebalan daun, bobot basah dan bobot kering tajuk, bobot basah dan bobot kering akar, kadar klorofil, kadar unsur hara dan serapan N, P, dan K daun.

Analisis statistik yang digunakan adalah sidik ragam dengan model rancangan petak terpisah. Apabila hasil sidik ragam memberikan pengaruh nyata pada uji taraf 5% dilakukan uji lanjut Kontras Polinomial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum

Hasil analisis tanah awal sebelum percobaan menunjukkan bahwa tekstur tanah terdiri dari pasir 6.52%, debu 6.56% dan liat 86.92%. Reaksi tanah tergolong masam dengan pH (H_2O) 4.60, kandungan C organik sedang (2.39%), N total sedang (0.21%), P (Bray I) sangat rendah (7.10 ppm), dan K sangat rendah ($0.08\ me\ 100g^{-1}$). Kandungan unsur hara lainnya yaitu Ca ($1.43\ me\ 100g^{-1}$) tergolong sangat rendah, Mg ($0.43\ me\ 100g^{-1}$) dan Na ($0.16\ me\ 100g^{-1}$) tergolong rendah. Kapasitas tukar kation tanah tergolong sedang ($21.55\ me\ 100g^{-1}$) dan kejenuhan basa tergolong sangat rendah (9.74%). Kondisi media tanam sesuai dengan syarat tumbuh bibit kopi Arabika. Menurut Ditjenbun (2012), tekstur tanah yang paling baik untuk kopi Arabika yaitu lempung berpasir, lempung berliat, lempung berdebu, dan lempung liat berdebu. Derajat keasaman tanah yang optimum 5.5-6 dengan derajat kemasaman tanah maksimum 8 dan minimum 4. Sedangkan kandungan hara N, P, K tanah sebelum penelitian masih kurang sesuai dengan syarat tumbuh kopi Arabika. Tanaman kopi Arabika menghendaki kadar N tanah lebih dari 0.21%, P (Bray⁻¹) lebih dari 16 ppm dan K lebih dari $0.51\ me\ 100\ g^{-1}$. Kekurangan hara pada media tanam dipenuhi dengan pemupukan.

Respon pertumbuhan bibit kopi Arabika terhadap intensitas naungan

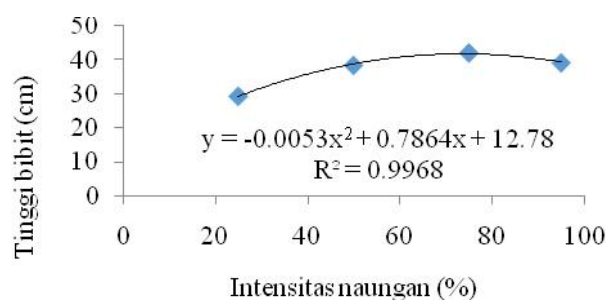
Tinggi bibit. Intensitas naungan sangat berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit kopi berumur 1-7 BSP. Pengaruh intensitas naungan terhadap tinggi bibit dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh intensitas naungan terhadap tinggi bibit kopi Arabika

Intensitas Naungan(%)	Umur (bulan setelah pindah tanam)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
	(cm).....							
25	5.53	6.79b	9.24b	11.10b	15.53c	20.08b	27.64b	29.21b
50	5.33	7.02ab	10.02ab	13.46a	18.97b	29.01a	37.12a	38.41a
75	5.44	7.33a	10.31a	14.98a	23.10a	30.13a	40.22a	42.10a
95	5.64	7.38a	10.49a	13.84a	19.95b	28.53a	37.87a	39.14a
Pr> F	tn	*	*	**	**	**	**	**
Pola Respon ^φ	tn	*L	tn	tn	tn	tn	*L	*Q

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Pengaruh secara kuadratik intensitas naungan terhadap tinggi bibit umur 7 BSP digambarkan dengan persamaan garis $Y = -0.0053x^2 + 0.7864x + 12.78R^2$ yaitu 0.9968% (Gambar 1). Pola hubungan kuadratik tinggi bibit menunjukkan bahwa bibit kopi Arabika akan semakin tinggi hingga intensitas naungan optimum 74.19% kemudian akan menurun. Intensitas naungan yang lebih rendah menghasilkan tinggi yang lebih rendah, menurut Gardner *et al.* (1991) intensitas naungan yang rendah menyebabkan cahaya matahari yang masuk terlalu tinggi sehingga dapat menghambat aktivitas hormon auksin yang mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi terganggu.



Gambar 1. Pola hubungan intensitas naungan terhadap tinggi bibit kopi Arabika

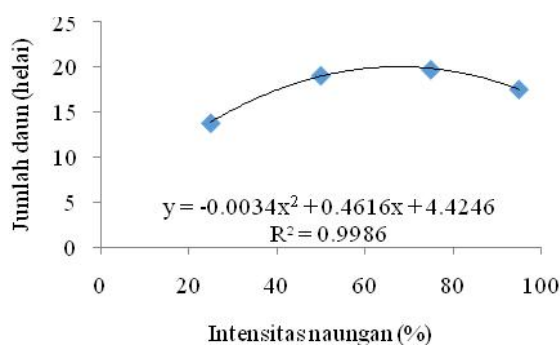
Jumlah daun. Intensitas naungan berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah daun bibit kopi Arabika. Pada saat bibit berumur 5 BSP menunjukkan pola respon kuadratik terhadap jumlah daun (Tabel 3).

Tabel3. Pengaruh intensitas naungan terhadap jumlah daun bibit kopi Arabika

Intensitas naungan (%)	Umur (bulan setelah pindah tanam)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
	 (helai).....							
25	2.62	2.67	5.78b	8.78b	12.07b	13.80b	22.98b	28.81b
50	2.60	2.58	6.18b	10.40a	17.24a	19.09a	29.69a	33.51ab
75	2.67	2.67	6.53a	10.49a	15.96ab	19.75a	30.62a	36.71a
95	2.58	2.58	6.09ab	9.87a	14.13ab	17.56a	25.60b	30.11b
Pr> F	tn	tn	tn	tn	tn	**	*	tn
Pola Respon ^φ tn	tn	tn	tn	tn	tn	*Q	tn	tn

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Pengaruh secara kuadratik intensitas naungan terhadap jumlah daun digambarkan dengan persamaan garis yaitu $Y = -0.0034x^2 + 0.4616x + 4.4246$ $R^2 = 0.9986$ (Gambar 2). Semakin meningkat taraf intensitas naungan yang diberikan, respon pertumbuhan jumlah daun meningkat sampai 67.88 % kemudian menurun.



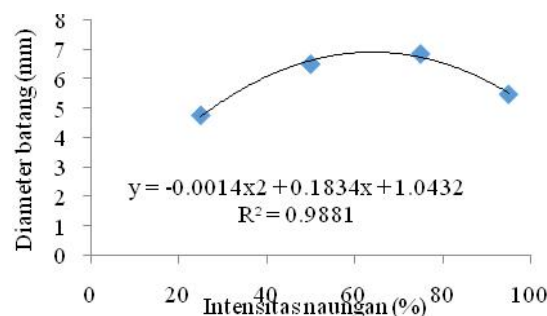
Gambar 2. Pola hubungan intensitas naungan terhadap jumlah daun kopi Arabika

Diameter batang. Intensitas naungan berpengaruh sangat nyata terhadap diameter batang bibit kopi Arabika sejak bibit kopi Arabika berumur 2-7 BSP (Tabel 4). Pengaruh intensitas naungan terhadap diameter batang menunjukkan pola respon kuadratik. Pengaruh secara kuadratik intensitas naungan terhadap diameter batang digambarkan dengan persamaan garis yaitu $Y = -0.0014x^2 + 0.1834x + 1.0432$ $R^2 = 0.988$ dengan intensitas naungan optimum mencapai 65.50% (Gambar 3).

Tabel4. Pengaruh intensitas naungan terhadap diameter batang bibit kopi Arabika

Intensitas naungan (%)	Umur (bulan setelah pindah tanam)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
	 (mm).....							
25	1.85	1.69	1.92b	2.506c	2.50c	3.44c	4.77c	5.84b
50	1.90	1.79	2.06ab	3.26ab	3.27ab	4.22ab	6.52a	7.35a
75	1.90	1.78	2.169a	3.52a	3.52a	4.61a	6.87a	7.19a
95	1.92	1.74	2.14a	2.93b	2.93b	3.84bc	5.49b	6.04b
Pr> F	tn	tn	tn	**	**	**	**	*
Pola Respon ^φ		tn	tn	*L	tn	tn	*Q	tn

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%.



Gambar 3. Pola hubungan intensitas naungan terhadap diameter batang kopi Arabika

Bobot basah akar dan tajuk, bobot kering akar dan tajuk, panjang akar dan volume akar bibit kopi Arabika umur 7 BSP. Intensitas naungan berpengaruh sangat nyata terhadap bobot basah akar dan tajuk, bobot kering akar dan tajuk (Tabel 5). Pengaruh secara kuadratik intensitas naungan terhadap bobot basah akar, bobot basah tajuk, bobot kering akar dan volume akar masing-masing digambarkan dengan persamaan garis sebagai berikut: $Y = -0.0176x^2 + 2.0504x - 14.699$ $R^2 = 0.8428\%$, $Y = -0.0235x^2 + 3.1221x - 5.0219$ $R^2 = 0.8479$, $Y = -0.0083x^2 + 0.9744x - 6.5738$ $R^2 = 0.8287$, $Y = -0.0128x^2 + 1.4728x - 7.4778$ $R^2 = 0.943$.

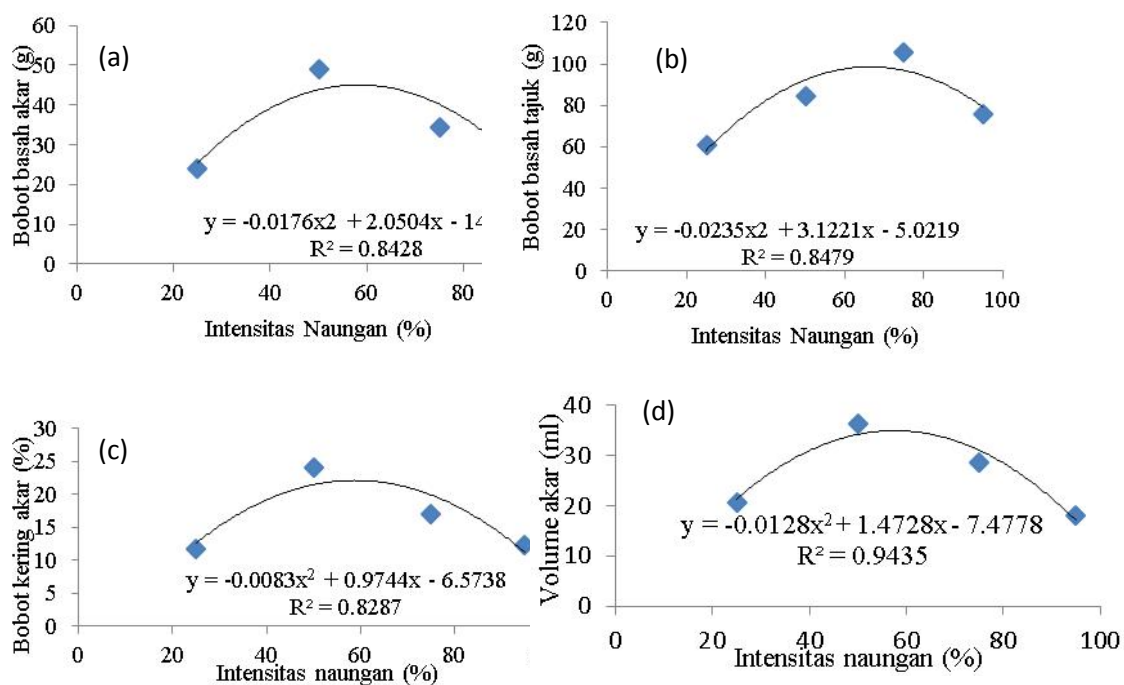
Pola hubungan kuadratik bobot basah akar, bobot basah tajuk, bobot kering akar dan volume akar menunjukkan bahwa bobot basah akar, bobot basah tajuk, bobot kering akar dan volume akar semakin meningkat hingga intensitas naungan optimum kemudian menurun. Intensitas naungan optimum masing-masing peubah tersebut yaitu 58.25, 66.43, 58.70 dan 57.53%.

Tabel 5. Pengaruh intensitas naungan terhadap bobot basah akar dan tajuk, bobot kering akar dan tajuk, panjang akar, dan volume akar bibit kopi Arabika 7 BSP

Intensitas Naungan (%)	Bobot Basah (g)		Bobot Kering (g)		Panjang akar (cm)	Volume Akar (ml)
	Akar	Tajuk	Akar	Tajuk		
25	23.93b	60.87c	11.80b	21.38b	33.13b	20.667b
50	48.97a	84.39b	23.955a	27.22ab	39.07a	36.33a
75	34.43b	105.73a	17.08ab	31.780a	36.97ab	28.667ab
90	23.68b	75.80bc	12.36b	22.60b	32.87b	18.00b
Pr> F	**	**	**	**	tn	*
Pola Respon ^φ	*Q	**Q	*Q	tn	tn	*Q

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Pola hubungan bobot basah akar, bobot basah tajuk, bobot kering akar dan volume akar disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pola hubungan intensitas naungan terhadap (a) bobot basah akar, (b) bobot basah tajuk dan (c) bobot kering akar bibit kopi Arabika

Ketebalan dan luas daun. Intensitas naungan berpengaruh sangat nyata terhadap ketebalan dan luas daun bibit kopi Arabika (Tabel 6). Pengaruh secara kuadrat intensitas

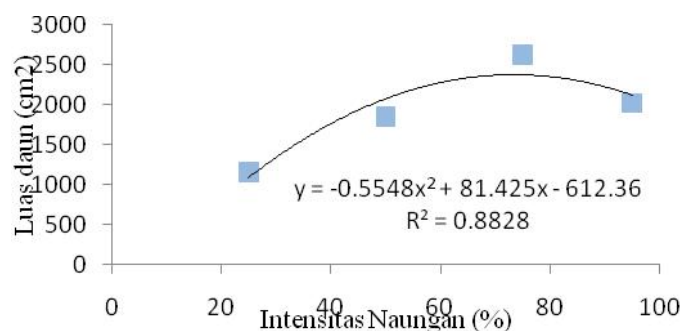
naungan terhadap luas daun digambarkan dengan persamaan garis sebagai berikut: $Y = -0.5548x^2 + 81.425x - 612.36$ $R^2=0.8828$. Huawei *et al.* (2010) bahwa pemberian intensitas naungan dapat mengurangi ketebalan daun tetapi cenderung meningkatkan luas daun. Penipisan daun terjadi karena adanya pengurangan jumlah lapisan jaringan palisade dan sel-sel mesofil. Peningkatan luas daun merupakan upaya tanaman dalam mengefisiensikan penangkapan energi cahaya untuk fotosintesis secara normal pada kondisi intensitas naungan tinggi.

Tabel6. Pengaruh intensitas naungan terhadap ketebalan dan luas daun bibit kopi Arabika

Intensitas naungan (%)	Ketebalan daun (μm)	Luas daun (cm^2)
25	333.80ab	1148.8c
50	294.58b	1847.0b
75	262.62b	2626.8a
95	435.38a	2015.6a
Pr	tn	**
Pola Respon ^φ	tn	*Q

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Pola hubungan kuadratik luas daun menunjukkan bahwa luas daun akan semakin meningkat pada intensitas naungan hingga mencapai intensitas naungan optimum yaitu 73.38% kemudian menurun (Gambar 5).



Gambar 5. Pola hubungan intensitas naungan terhadap luas daun bibit kopi Arabika

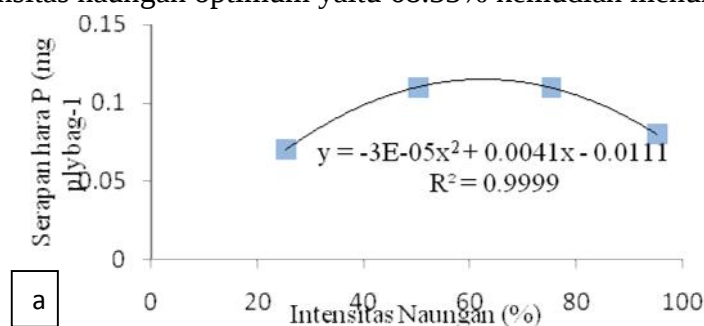
Serapan hara. Intensitas naungan berpengaruh nyata terhadap serapan hara N dan berpengaruh sangat nyata terhadap serapan hara P. Intensitas naungan yang rendah menghasilkan serapan hara yang rendah. Hal ini berkaitan dengan intensitas cahaya yang masuk. Intensitas naungan yang rendah menyebabkan cahaya matahari tinggi yang pada akhirnya menyebabkan suhu meningkat dan kelembaban tanah menurun sehingga mengganggu kegiatan penyerapan hara oleh akar tanaman. Berdasarkan hasil pengamatan, kandungan N berkisar 1.79-2.27 tergolong rawan-defisiensi, P sekitar 0.21-0.23 tergolong tinggi, dan K antara 2.12-2.51 tergolong cukup-tinggi (Malavolta 1990). Pengaruh intensitas naungan terhadap serapan hara disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengaruh intensitas naungan terhadap serapan hara N, P dan K

Intensitas Naungan (%)	Serapan hara (mg polybag ⁻¹)		
	N	P	K
25	0.69b	0.07b	0.74
50	0.90ab	0.11a	1.04
75	1.00a	0.11a	1.02
95	0.77b	0.08b	0.89
Pr	tn	*	tn
Pola Respon ^Φ	tn	*Q	tn

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%.

Berdasarkan hasil uji lanjut kontras polinomial menunjukkan bahwa serapan P menghasilkan pola respon kuadratik terhadap intensitas naungan yang diberikan. Pola respon tersebut digambarkan dengan persamaan garis $Y = -3E-05x^2 + 0.0041x - 0.0111$ dengan R^2 yaitu 0.999. Pola hubungan kuadratik serapan P menunjukkan serapan P semakin meningkat hingga intensitas naungan optimum yaitu 68.33% kemudian menurun (Gambar 6).



Gambar 9. Pola hubungan intensitas naungan terhadap serapan P

Penentuan Intensitas Naungan Optimum

Penentuan intensitas naungan optimum dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Penentuan intensitas naungan optimum pada bibit kopi Arabika

Peubah	Persamaan Regresi	R ²	Intensitas Naungan Optimum (%)
Tinggi bibit (7 BSP)	$Y = -0.0053x^2 + 0.7864x + 12.78$	0.9968	74.19
Jumlah daun (5 BSP)	$Y = -0.0034x^2 + 0.4616x + 4.4246$	0.9986	67.88
Diameter batang (6BSP)	$Y = -0.0014x^2 + 0.1834x + 1.0432$	0.9881	65.50
Bobot basah akar	$Y = -0.0176x^2 + 2.0504x - 14.699$	0.8428	58.25
Bobot basah tajuk	$Y = -0.0235x^2 + 3.1221x - 5.0219$	0.8479	66.43
Bobot kering akar	$Y = -0.0083x^2 + 0.9744x - 6.5738$	0.8287	58.70
Volume akar	$Y = -0.0128x^2 + 1.4728x - 7.4778$	0.9435	57.53
Luas daun	$Y = -0.5548x^2 + 81.425x - 612.36$	0.828	73.38
Serapan hara P	$Y = -3E-05x^2 + 0.0041x - 0.0111$	0.999	68.33
Rata-rata			65.58

Penentuan intensitas naungan optimum bagi pertumbuhan bibit kopi dapat menggunakan kurva respon umum pertumbuhan tanaman terhadap intensitas naungan. Naungan optimum yang diperoleh dari penelitian ini yaitu 65.58 %. Intensitas naungan yang diperoleh masih dalam selang intensitas naungan optimum yang dikemukakan oleh Kuit *et al.* (2004) yaitu berkisar 40-70%.

KESIMPULAN

Intensitas naungan yang optimum untuk pertumbuhan bibit kopi Arabika yaitu 65.58% atau 66%.

DAFTAR PUSTAKA

- Beer J, Muschler R, Kass D, Somarriba E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry system* 38: 139-164.
- [Ditjenbun] Direktorat Jenderal Perkebunan. 2012. Pedoman Praktis Praktik Budidaya Kopi yang Baik (*Good Agricultural Practises on Coffee*). Jakarta (ID): Ditjenbun. 75 hlm.
- [Ditjenbun] Direktorat Jenderal Perkebunan. 2014. Statistika Perkebunan Indonesia Komoditas Kopi 2013-2015. Jakarta (ID): Ditjenbun. 96 hlm.
- Gardner FP, Pearce RB, Mitchel RL. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Susilo S, penerjemah. Jakarta (ID): UI Press. Terjemahan dari: *Physiology of Crop Plants*.
- Huawei L, Dong J, Wollenweber B, Tingbo D, Weixing C. 2010. Effects of shading on morphology, physiology and grain yield of winter wheat. *Europ. J. Agronomy* 33:267-275.
- Kuit M, Jansen DM, Thiet N Van. 2004. *Manual for Arabica Cultivation*. Vietnam (VN): Tan Lam Agricultural Product Joint Stock Company. 219 p.
- Malavolta E. 1990. Nutricao mineral e adubacao do cafeeiro. Associacao Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (Piracicaba). Sao Paulo (BR): Editora Agronomica Ceres Ltd.

- Pujiyanto, S Wardani, Winaryo, P Rahardjo, C Ismayadi. 1998. Pemilihan teknologi dalam rangka optimasi pengelolaan perkebunan kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao* 14(1):16-22.
- [Puslitkoka] Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. 2006. *Pedoman Teknis Budidaya Tanaman Kopi*. Jember (ID). 96 hal.