

Karakteristik Fisiologi Klon-Klon Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Bawah Tiga Spesies Tanaman Penaung

Physiological Characteristics of Cocoa Clones Cultivated Under Three Species of Shade Trees

Oscar Regazzoni^{1*)}, Yogi Sugito¹⁾, Agus Suryanto¹⁾, dan A. Adi Prawoto²⁾

¹⁾Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang, Indonesia

²⁾Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. P.B. Sudirman 90, Jember, Indonesia

^{*)}Corresponding author: oscar_regazzoni17@yahoo.com

Abstrak

Meskipun tanaman kakao memerlukan naungan, tetapi tetap membutuhkan intensitas cahaya tertentu untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisiologi empat klon kakao (*Theobroma cacao*) yang ditanam di bawah tiga spesies tanaman penaung. Percobaan dilaksanakan pada Agustus sampai Desember 2013 bertempat di Kebun Percobaan Kaliwining Jember yang berada pada ketinggian 45 m dpl., jenis tanah *gley* humik rendah, tekstur tanah geluh lempung debuan, serta klasifikasi iklim tipe D (Schmidt & Fergusson). Percobaan menggunakan rancangan tersarang (*nested design*) dengan jenis tanaman penaung sebagai petak utama, yaitu jati (*Tectona grandis*), krete (*Cassia surattensis*), dan lamtoro (*Leucaena leucocephala*) serta klon kakao sebagai anak petak, yaitu klon Sulawesi 01, Sulawesi 02, KKM 22, dan KW 165. Hasil percobaan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan (heterogenitas) kondisi lingkungan pada tiga lokasi naungan berdasarkan uji homogenitas metode Bartlett. Terdapat pengaruh interaksi tanaman penaung dan klon kakao pada indeks luas daun (ILD) dan kerapatan stomata, sedangkan kadar klorofil daun, kadar nitrogen daun, dan luas daun spesifik (LDS) hanya dipengaruhi oleh jenis tanaman penaung. ILD tertinggi dicapai klon KW 165 dengan penaung krete, sedangkan LDS tertinggi pada penaung lamtoro. Kadar klorofil tertinggi pada penaung lamtoro dan terendah pada jati.

Kata kunci: karakteristik fisiologi, klon kakao, tanaman penaung, rancangan pola tersarang, metode Bartlett

Abstract

*Although cocoa trees need shade, they still require certain high intensity for growth and development. This experiment was aimed to study solar energy efficiency of four cocoa clones cultivated under three species of shade trees. This experiment was carried out in August until December 2013 located at Kaliwining Experimental Station Jember 45 m above sea level, low humic gley soil, silty clay loam, and rainfall type D (Schmidt & Fergusson). This experiment used nested-design with species of shading trees as main plot namely teak (*Tectona grandis*), krete (*Cassia surattensis*), lamtoro (*Leucaena leucocephala*) and cocoa clones as sub plot namely Sulawesi 01, Sulawesi 02, KKM 22, and KW 165. The result showed that there were differences (heterogeneity) between shaded locations based on homogeneity test by Bartlett method. Interaction effect between plant*

species and cocoa clones influenced leaf area index (LAI) and stomatal density, whereas the level of leaf chlorophyll, level of leaf nitrogen, and specific leaf area (SLA) were affected by shade plant species. The highest LAI occurred on KW 165 under C. surattensis sp. while the highest SLA was under Leucaena sp. Highest N and chlorophyll content were obtained under leucaena and the lowest was under teak trees.

Keywords: *physiological characteristics, cocoa clones, shading trees, nested design, Bartlett method*

PENDAHULUAN

Tanaman kakao adalah tanaman yang membutuhkan naungan untuk pertumbuhan atau sering disebut *shade loving tree* (Sugito, 2009). Meskipun tanaman kakao adalah tanaman yang membutuhkan naungan, tanaman kakao tetap membutuhkan intensitas cahaya tertentu untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman kakao muda membutuhkan intensitas cahaya sekitar 25–60% dari intensitas cahaya penuh untuk pertumbuhan yang terbaik (Abdoellah & Soedarsono, 1996 ; Sugito, 2009; Prawoto, 2012). Intensitas 50–70% dilaporkan memberikan produksi tertinggi untuk kakao dewasa (Prawoto, 2012).

Cahaya matahari adalah faktor iklim yang paling penting dalam pertumbuhan tanaman karena cahaya matahari diperlukan dalam proses fotosintesis. Tanaman yang ditanam pada kondisi tanpa naungan dan dengan naungan akan menunjukkan respons yang berbeda. Tanaman akan memberikan adaptasi atau penyesuaian terhadap lingkungan yang berbeda. Intersepsi cahaya pada tanaman yang mendapat naungan akan terpengaruh oleh adanya koefisien pemadaman (*coefficient of extinction*) pada lapisan daun di atasnya. Tiedong *et al.* (2012) menjelaskan bahwa koefisien pemadaman dalam kanopi adalah faktor yang penting dalam intersepsi cahaya. Adaptasi

tanaman terhadap naungan menurut Levitt *cit.* Mariani (2009) dilakukan melalui mekanisme penghindaran dan toleran terhadap kekurangan cahaya. Pada mekanisme penghindaran, tanaman akan meningkatkan luas area penangkapan cahaya dan meningkatkan penangkapan cahaya per unit area fotosintesis, melalui pengurangan cahaya yang ditransmisikan dan yang direfleksikan. Pada kondisi ternaung, tanaman akan mengalami perubahan adaptasi yang ditunjukkan oleh perbedaan kandungan pigmen fotosintetik dan peningkatan luas daun. Hasil penelitian Nirwan (2007) menunjukkan bahwa pada tanaman daun dewa yang tumbuh pada kondisi ternaung menghasilkan daun yang lebih lebar, renyah, dan halus, sehingga rasanya lebih enak bila dimakan segar, sedangkan bila ditanam pada kondisi tanpa naungan menghasilkan daun yang keras. Penipisan daun pada intensitas cahaya yang rendah disebabkan oleh pengurangan lapisan palisade dari sel mesofil.

Selain mekanisme penghindaran terhadap cahaya (*escape*), tanaman memiliki adaptasi lain, yaitu adaptasi toleransi. Pada mekanisme toleransi terhadap intensitas cahaya rendah, tanaman akan menurunkan titik kompensasi cahaya dan mengurangi laju respirasi di bawah titik kompensasi cahaya. Tanaman ternaung beradaptasi dengan cara menurunkan titik kompensasi cahaya dan laju

respirasi di bawah titik kompensasi guna meningkatkan produksi fotosintesis pada intensitas cahaya yang rendah. Peningkatan ukuran butir kloroplas pada intensitas cahaya rendah dapat meningkatkan laju respirasi. Mekanisme pengaruh radiasi matahari pada tanaman terdiri atas foto-energi (fotosintesis) dan foto-stimulus yang terdiri atas proses pergerakan dan proses pembentukan klorofil, pigmen, perluasan daun, pertunasan, dan pembungaan (Bey & Las, 1991). Lebih lanjut Kramer & Kozlowski (1960) menjelaskan bahwa intensitas cahaya dapat mempengaruhi stomata dan sintesis klorofil.

Tanaman penaung yang digunakan dalam budidaya kakao juga akan menentukan intensitas matahari yang masuk ke dalam tajuk tanaman kakao karena arsitektur tajuk tanaman penaung dan kerapatan tajuk yang digunakan juga berbeda. Hal ini menjadi penting untuk diketahui karena perbedaan intensitas cahaya matahari yang diterima oleh tanaman akan mempengaruhi keragaan atau karakteristik fisiologi tanaman.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan mulai bulan Agustus sampai Desember 2013 bertempat di Kebun Percobaan (KP) Kaliwining Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (Puslitkoka), Jember dan Laboratorium Fisiologi Tanaman Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. KP. Kaliwining berada pada ketinggian 45 m dpl., jenis tanah gley humik rendah, tekstur tanah geluh lempung debu, serta tipe iklim D berdasarkan klasifikasi Schmidt & Fergusson.

Percobaan ini menggunakan rancangan pola tersarang (*nested design*) dengan jenis tanaman penaung sebagai petak utama, yaitu jati (*Tectona grandis*), krete (*Cassia surattensis*), dan lamtoro (*Leucaena*

leucocephala) serta klon kakao sebagai anak petak, yaitu Sulawesi 01, Sulawesi 02, KKM 22, dan KW 165. Pengamatan intensitas radiasi matahari harian diambil dari stasiun klimatologi KP. Kaliwining sedangkan pengamatan intensitas radiasi matahari di atas dan di bawah tajuk diamati setiap hari antara pukul 12.00–13.00 menggunakan luxmeter. Perhitungan uji homogenitas menggunakan metode Bartlett dengan prinsip kecocokan uji *Chi-Square* (Gomez & Gomez, 2010) sebagai berikut:

$$\chi^2 = \frac{(2,3026) (f) (k \log S_p^2 - \sum_{i=1}^k \log s_i^2)}{1 + \left[\frac{k+1}{3kf} \right]}$$

untuk derajat bebas (k-1)

Keterangan:

k = banyaknya ragam yang diuji

f = derajat bebas dari k-buah ragam yang diuji

S_i^2 = nilai ragam masing masing naungan

$$S_p^2 = \text{nilai ragam gabungan } S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{k}$$

Perhitungan indeks luas daun (LAI), luas daun spesifik (SLA), dan kerapatan stomata berdasarkan rumus:

$$LAI = \frac{LA}{GA}$$

$$SLA = \frac{LA}{WL}$$

Kerapatan stomata =

$$\frac{\text{Jumlah total stomata}}{\text{Luas bidang pandang mikroskop}}$$

Keterangan:

LAI : indeks luas daun

LA : luas daun

GA : luas daerah yang dinaungi (dihitung berdasarkan jarak tanam)

SLA : *specific leaf area*

WL : bobot kering daun

Luas bidang pandang mikroskop yang digunakan adalah 0,096 mm² dengan perbesaran 400x. Variabel lain yang dianalisis adalah kadar nitrogen dan klorofil daun dilakukan di laboratorium Fisika Tanaman Universitas Brawijaya.

Data yang didapat dianalisis menggunakan analisis ragam, apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%. Analisis regresi juga dilakukan untuk mengetahui hubungan antarparameter pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan terjadi interaksi antara naungan dan klon yang digunakan terhadap parameter indeks luas daun (Tabel 1). Indeks luas daun klon Sulawesi 01, Sulawesi 02, dan KW 165 yang ditanam di bawah lamtoro serta klon KKM 22 dan KW 165 yang ditanam di bawah krete tidak berbeda nyata, namun

kelima perlakuan tersebut berbeda dengan perlakuan yang lain.

LDS (luas daun spesifik) menggambarkan tebal tipisnya daun. Nilai LDS yang tinggi menunjukkan bahwa daun tersebut tipis. Kakao yang ditanam di bawah lamtoro memiliki LDS yang tinggi, hal ini dikarenakan persentase naungan lamtoro yang tinggi (60%) dibandingkan naungan yang lain sehingga cahaya yang lolos akan berkurang. Dalam kondisi keterbatasan penyinaran, daun akan memberikan respons dengan meningkatkan luas daun, sehingga nilai LDS semakin tinggi (Gambar 1).

Terhadap kadar klorofil daun, hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara naungan dan klon kakao yang

Tabel 1. Pengaruh jenis tanaman penayang dan klon kakao terhadap indeks luas daun kakao

Table 1. Effect of shade tree species and cocoa clone on LAI

Klon (Clones)	Leaf area index (LAI)		
	Jati (<i>Teak</i>)	Krete	Lamtoro (<i>Leucaena</i>)
Sulawesi 01	2.36 abc	2.16 ab	3.38 e
Sulawesi 02	2.13 ab	2.52 bcd	3.31 e
KKM 22	2.05 ab	2.90 cde	1.93 a
KW 165	1.96 ab	3.00 de	3.17 e
BNT 5%		0.58	

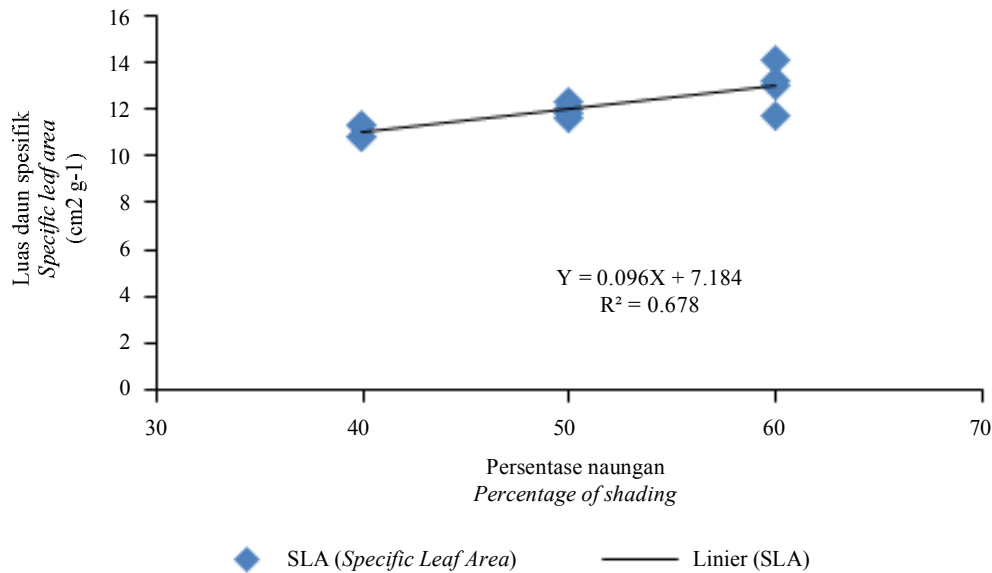
Keterangan (Notes): Data yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan uji BNT 5% (Data followed by the same letter was not significantly different according to ISD 5%).

Tabel 2. Pengaruh jenis tanaman penayang dan klon kakao terhadap luas daun spesifik

Table 2. Effect of shade tree species and cocoa clone on specific leaf area of cocoa

Klon kakao Cocoa clone	Luas daun spesifik, $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ SLA, $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$	Penaung Shade	Luas daun spesifik, $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ SLA, $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$
Sulawesi 01	140.44	Jati (<i>Teak</i>)	122.22 a
Sulawesi 02	136.86	Krete	136.86 b
KKM 22	152.02	Lamtoro (<i>Leucaena</i>)	152.02 c
KW 165	150.56	BNT 5%	1.40
BNT 5%	ns		

Keterangan (Notes): Data yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan uji BNT 5% (Data followed by the same letter was not significantly different according to ISD 5%); ns: tidak berbeda nyata (not significant).



Gambar 1. Pengaruh persentase naungan terhadap luas daun spesifik
 Figure 1. Effect of shading percentage on specific leaf area

digunakan. Perlakuan naungan berpengaruh nyata terhadap kadar klorofil total (Tabel 3). Kadar klorofil total daun tanaman kakao yang di bawah naungan lamtoro paling tinggi, diikuti dengan penaung krete dan jati yang paling rendah.

Dalam kaitannya dengan cahaya matahari dan proses fotosintesis, klorofil memiliki kemampuan untuk menyerap energi matahari untuk memecah molekul air menjadi oksigen dan hidrogen dalam proses reaksi terang. Klorofil terbagi menjadi klorofil a dan b. Klorofil a akan menyerap cahaya maksimum pada panjang gelombang 673 nm, sedangkan klorofil b dapat menyerap cahaya maksimum pada panjang gelombang 455–640 nm (Kramer & Kozlowski, 1960).

Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara naungan dan klon yang digunakan terhadap parameter kadar klorofil a dan b. Perlakuan naungan berpengaruh nyata terhadap kadar klorofil a dan b (Tabel 4).

Kadar klorofil a dan b tanaman kakao dari semua klon yang ditanam pada naungan lamtoro paling tinggi, diikuti pada naungan krete dan jati.

Sintesis klorofil dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kandungan nitrogen. Kadar nitrogen dalam daun menentukan klorofil yang terbentuk dalam daun. Kadar nitrogen daun akibat perlakuan naungan pada beberapa klon kakao disajikan pada Tabel 5. Hasil analisis ragam menunjukkan tidak terjadi interaksi antara naungan dan klon yang digunakan terhadap kadar nitrogen daun. Perlakuan naungan berpengaruh nyata terhadap kadar nitrogen daun. Dari Tabel 5 tampak bahwa kadar nitrogen daun kakao dengan perlakuan naungan lamtoro dan krete tidak berbeda nyata, namun keduanya berbeda nyata dalam hal kadar nitrogen dibandingkan perlakuan naungan jati. Perbedaan kadar nitrogen daun terjadi akibat salah satu penaung adalah

Tabel 3. Pengaruh jenis tanaman penayang dan klon kakao terhadap kadar klorofil total

Table 3. Effect of shade tree species and cocoa clone on total chlorophyll content

Klon (Clones)	Kadar klorofil total, mg/g bs	
	Total chlorophyll content, mg/g bs	Penaung (Shades)
Sulawesi 01	1.48	Jati (<i>Teak</i>)
Sulawesi 02	1.38	Krete
KKM 22	1.71	Lamtoro (<i>Leucaena</i>)
KW 165	1.55	BNT 5%
BNT 5%	ns	

Keterangan (Notes): Data yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan uji BNT 5% (Data followed by the same letter was not significantly different according to ISD 5%); ns: tidak berbeda nyata (not significant)

Tabel 4. Pengaruh jenis tanaman penayang dan klon kakao terhadap kadar klorofil a dan b daun kakao

Table 4. Effect of shade tree species and cocoa clone on chlorophyll a and b content

Penaung (Shades)	Kadar klorofil a (<i>Chlor a</i>), µg/g bs	
	Kadar klorofil a (<i>Chlor a</i>), µg/g bs	Kadar klorofil b (<i>Chlor b</i>), µg/g bs
Jati (<i>Teak</i>)	923.85 a	252.06 a
Krete	1133.44 b	373.31 b
Lamtoro (<i>Leucaena</i>)	1299.64 c	613.70 c
BNT 5%	17.75	9.49
Klon (Clones)		
Sulawesi 01	1073.93	410.39
Sulawesi 02	1061.82	321.79
KKM 22	1203.59	503.81
KW 165	1136.56	416.12
BNT 5%	ns	ns

Keterangan (Notes): Data yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan uji BNT 5% (Data followed by the same letter was not significantly different according to ISD 5%); ns: tidak berbeda nyata (not significant).

Tabel 5. Pengaruh spesies tanaman penayang dan klon kakao terhadap kadar N daun

Table 5. Effect of shade tree species and cocoa clone on leaf nitrogen content

Penaung (Shades)	Kadar nitrogen daun (<i>Leaf N content</i>), %	
	%	Transformasi (<i>Transformation</i>)
Jati (<i>Teak</i>)	1.88	0.46 a
Krete	2.23	0.51 b
Lamtoro (<i>Leucaena</i>)	2.27	0.51 b
BNT 5%		0.01
Klon (Clones)		
Sulawesi 01	2.12	0.49
Sulawesi 02	2.09	0.49
KKM 22	2.07	0.48
KW 165	2.22	0.50
BNT 5%	ns	ns

Keterangan (Notes): Data yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan hasil uji BNT 5%, data transformasi $\sqrt{x+0,5}$ (Data followed by the same letter was not significantly different according to ISD 5%), data transformed $\sqrt{x+0,5}$; ns: tidak berbeda nyata (not significant).

Tabel 6. Pengaruh species penangung dan klon kakao terhadap kerapatan stomata

Table 6. Effect of shade tree species and cocoa clone on stomatal density

Klon (<i>Clones</i>)	Kerapatan stomata (<i>Stomatal density</i>), mm ²		
	Jati (<i>Teak</i>)	Krete	Lamtoro (<i>Leucaena</i>)
Sulawesi 01	601.39 de	549.48 bcd	614.06 de
Sulawesi 02	587.85 cd	463.55 a	563.37 bcd
KKM 22	673.26 ef	487.05 ab	513.89 abc
KW 165	570.48 cd	539.93 abcd	730.73 f
BNT 5%	81.58		

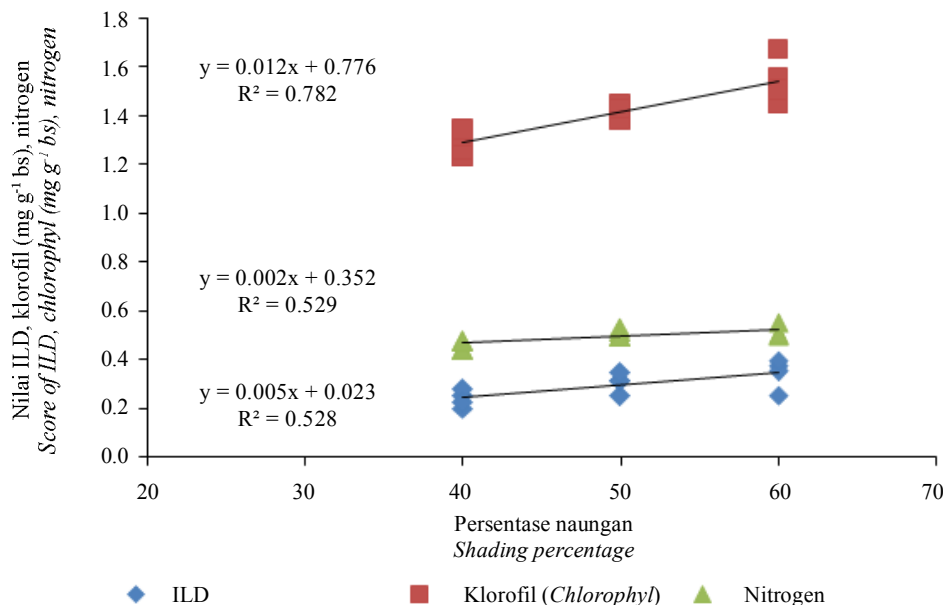
Keterangan (*Note*): Data yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata berdasarkan uji BNT 5%.

tanaman legum yaitu lamtoro. Lamtoro dapat menambat nitrogen bebas dari udara dan menyediakannya di dalam tanah, lalu diserap oleh tanaman kakao yang ditanam di bawah naungan lamtoro tersebut. Tarui *et al.* (2013) menjelaskan, tanaman yang ditanam dalam pola *mixed cropping* dengan tanaman legum memiliki kemampuan menyerap nitrogen lebih banyak. Karena itulah tanaman yang ditanam dengan tanaman legum pada lahan yang sama memperoleh keuntungan yang signifikan terhadap hasil tanaman dan sumberdaya lahan sebagai pendekatan dalam pertanian yang berlanjut (Ramos *et al.*, 2011).

Hasil analisis ragam menunjukkan adanya interaksi pada parameter kerapatan stomata. Pengaruh interaksi terjadi pada parameter kerapatan stomata dan indeks luas daun, sedangkan untuk parameter kadar nitrogen daun, kadar klorofil daun dan luas daun spesifik hanya dipengaruhi oleh perbedaan tanaman penangung. Jumlah stomata klon KW 165 yang ditanam di bawah naungan lamtoro adalah yang paling tinggi, tidak berbeda nyata dengan klon KKM 22 yang ditanam pada naungan jati (Tabel 6). Kerapatan stomata menggambarkan jumlah stomata per satuan luas bidang pengamatan. Apabila jumlah stomata banyak maka tingkat penyerapan CO₂ akan semakin tinggi dan dapat meningkatkan laju fotosintesis.

Usaha tanaman untuk meningkatkan kemampuan penyerapan cahaya pada kondisi kurang cahaya selain memperluas bidang penyerapan cahaya adalah juga dengan meningkatkan kerapatan daun per satuan luas area tanah yang dinaungi. Nilai ILD tinggi menunjukkan banyak daun yang terbentuk, sehingga banyak pula cahaya yang dapat diserap. Pada hasil percobaan terlihat bahwa nilai ILD yang tinggi terdapat pada naungan lamtoro walaupun masing-masing klon memberikan respon yang berbeda. Balster & Marshall (2000) menyatakan bahwa indeks luas daun menggambarkan kerapatan daun, maka apabila kerapatan daun tinggi akan memberikan pengaruh saling menaungi.

Cahaya matahari yang diserap oleh tanaman akan digunakan dalam proses fotosintesis. Proses fotosintesis akan menghasilkan karbohidrat yang akan disimpan dalam bentuk bahan kering tanaman. Kemampuan fotosintesis tanaman akan meningkat apabila tanaman memiliki kemampuan yang tinggi pula dalam menyediakan bahan-bahan yang diperlukan dalam fotosintesis. Selain cahaya, karbon dioksida (CO₂) juga diperlukan dalam proses fotosintesis. CO₂ akan diserap oleh daun melalui stomata, karena itulah kerapatan stomata akan mempengaruhi jumlah CO₂ yang dapat diserap.



Gambar 2. Pengaruh persentase naungan terhadap indeks luas daun (ILD), kadar klorofil total serta kadar nitrogen daun

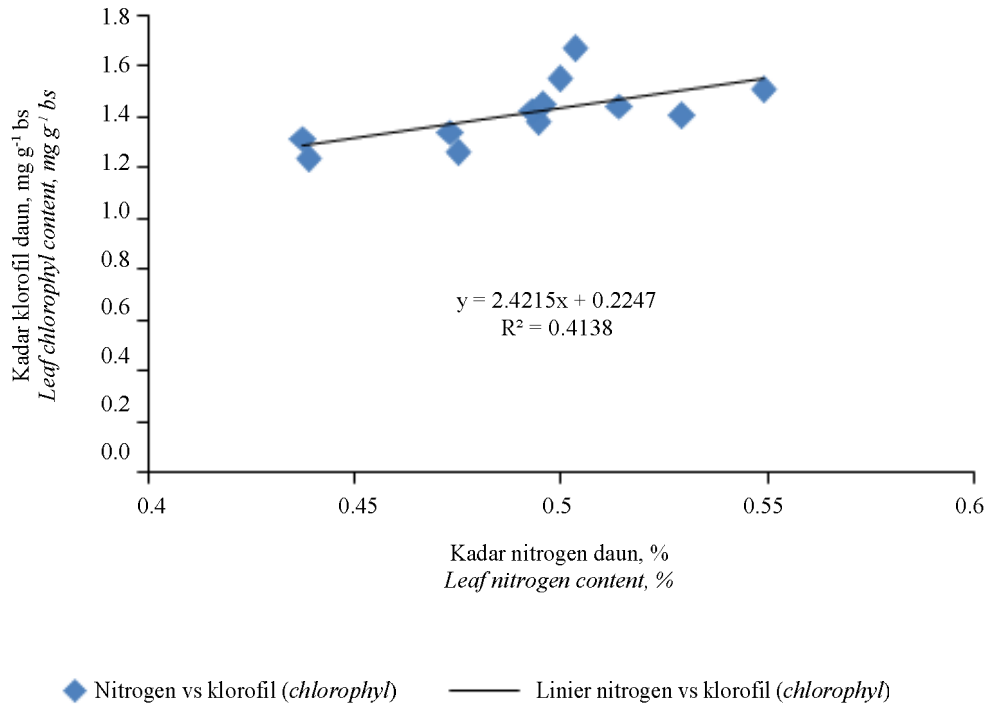
Figure 2. Effect of shading percentage on the LAI, chlorophyll and leaf N content

Peningkatan persentase naungan memberikan respons peningkatan pada ILD, kadar klorofil total, serta kadar nitrogen daun. ILD meningkat karena tanaman memberikan respons pengurangan intensitas cahaya yang diterima dengan meningkatkan luas daun, karena itu nilai luas daun per luas daerah yang dinaungi juga akan meningkat. Peningkatan kadar nitrogen pada percobaan ini lebih dipengaruhi oleh jenis penaung yaitu lamtoro yang memberikan persentase naungan 60%. Kadar klorofil total meningkat karena kandungan nitrogen daun meningkat, mengingat pembentukan klorofil sangat dipengaruhi oleh kadar nitrogen seperti terlihat pada Gambar 3.

Kadar nitrogen daun dipengaruhi oleh perbedaan tanaman penaung karena tanaman lamtoro merupakan tanaman legum. Hal ini

terbukti dengan rerata kadar nitrogen daun pada naungan lamtoro adalah 2,27%, tidak berbeda nyata dengan rerata pada naungan krete yaitu 1,17%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tarui *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa tanaman yang ditanam dalam pola *mixed cropping* dengan tanaman legum memiliki kemampuan menyerap nitrogen lebih banyak.

Organ tanaman yang menentukan proses fotosintesis adalah daun yang dalam percobaan ini terdapat interaksi antara naungan dan klon. Nilai ILD yang tinggi terdapat pada perlakuan klon KW 165 yang ditanam pada naungan krete serta klon Sulawesi 01, Sulawesi 02, dan KW 165 yang ditanam pada naungan lamtoro. Parameter LDS dipengaruhi oleh jenis tanaman penaung. LDS kakao yang paling tinggi terdapat di bawah naungan lamtoro.



Gambar 3. Hubungan antara kadar nitrogen daun dengan kadar klorofil total

Figure 3. Relationship between leaf N content and total leaf chlorophyll

Nilai LDS yang tinggi menjelaskan bahwa daun tersebut tipis. Daun yang tipis pada naungan lamtoro disebabkan karena persentase cahaya yang lolos sampai tajuk tanaman kakao lebih rendah daripada naungan yang lain, hal ini sesuai dengan pernyataan Evans & Poorter (2001) bahwa tanaman yang tumbuh di lingkungan kurang cahaya akan cenderung meningkatkan nilai LDS sebagai cara untuk meningkatkan intersepsi cahaya sehingga kapasitas fotosintesis akan meningkat pula.

KESIMPULAN

Penggunaan jenis tanaman penaung serta klon tanaman kakao yang berbeda akan memberikan pengaruh pada parameter

indeks luas daun dan kerapatan stomata, sedangkan kadar klorofil daun, kadar nitrogen daun, dan luas daun spesifik hanya dipengaruhi oleh jenis tanaman penaung. ILD tertinggi dicapai klon KW 165 dengan penaung krete, sedangkan LDS tertinggi pada penaung lamtoro. Kadar klorofil tertinggi pada penaung lamtoro dan terendah pada jati.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Direktur Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia atas ijin memanfaatkan dana penelitian Pusat Unggulan IPTEK (PUI) Kakao, Kementerian Riset dan Teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdoellah, S. & Soedarsono (1996). Penabung dan pemangkasan kakao, suatu tinjauan dari aspek iklim mikro dan kesuburan tanah. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 12, 153–160.
- Balster, N.J. & J.D. Marshall (2000). Eight-year respons of light interception, effective leaf area index, and stemwood production in fertilized stands of interior douglas-fir (*Pseudotsuga meuziesii* var. *glauca*). *Canadian Journal for Research*, 30, 733–743.
- Bey, A. & I. Las (1991). *Strategi Pendekatan Iklim dalam Usaha Tani*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Gomez, K.A. & A.A. Gomez (2010). *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Jakarta: UI Press.
- Kramer, P.J. & T.T. Kozlowski (1960). *Physiology of Tree*. New York. Mc Graw-Hill.
- Mariani, S.M. (2009). *Pengaruh Intensitas Naungan dan Kombinasi Pemupukan N dan P Terhadap Pertumbuhan, Produksi Simplisia, Serta Kandungan Andrographolida pada Sambiloto (Andrographis paniculata)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nirwan (2007). *Produksi Flavonoid Daun Dewa [Gynura pseudochina (L.) DC] Asal Kultur In Vitro pada Kondisi Naungan dan Pemupukan*. Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Prawoto, A.A. (2012). Impact of teak (*Tectona grandis* Linn.) thinning out and peacock-plume [*Paraserianthes falcataria* L. (I. Nielsen)] harvesting on mineral cycle, pod rot incidence, changing of cocoa yield, and land productivity in Indonesia. *Journal of Agricultural Science and Technology*, A 2. 438–448.
- Ramos, M.E.; M.A. Altieri; P.A. Gracia & A.B. Robles (2011). Oat and oat-vetch as rainfed fodder cover crops in semiarid environments: Effect of fertilization and harvest time on forage yield and quality. *Journal of Sustainable Agriculture*, 35, 726–744.
- Sugito, Y. (2009). *Ekologi Tanaman*. Malang, UB Press.
- Tarui, A.; A. Matsumura; S. Asakura; K. Yamawaki; R. Hattori & H. Daimon (2013). Enhancement of nitrogen uptake in oat by cutting hairy vetch grown as an associated crop. *Plant Root*, 7, 83–91.
- Tiedong, L.; S. Fengbin; L. Shengqun & Z. Xianchan (2012). Light interception and radiation use efficiency response to narrow-wide row planting patterns in maize. *Australian Journal of Crop Science*, 6, 506–513.

0