

Analisis Vegetasi Di Area Kebun Kakao Milik Masyarakat Lokal Papua Distrik Sidey Manokwari, Papua Barat

Slamet Arif Susanto

Alumni Magister Biologi Tumbuhan Sekolah Pascasarjana IPB University

Corresponding author: ssarf4@gmail.com

Article History

Received : 25 Juli 2022

Approved : 21 November 2022

Published : 30 November 2022

Keywords

Analysis of vegetation, cacao forest, microclimate, plant diversity

ABSTRACT

Cocoa (Theobroma cacao L.) cultivation by local communities in Papua Indonesia is still done traditionally using shade plants which generally grow naturally. The purpose of this study was to identify trees that grow naturally in three cocoa plantation areas of the local tribe, Sidey District Manokwari, West Papua. This research is an exploratory study using vegetation analysis techniques. Vegetation data collection was carried out using a 20 m × 20 m nested square plot method. The results showed that there were variations in the composition of vegetation and environmental parameters in the three research locations. Overall 70% is dominated by seedlings and saplings while only 30% of mature trees. The Womnowi Village (KW) location was dominated by Dracontomelon dao, Homalium foetidum and Octomeles sumatrana trees, while at the Kaironi Village (KK) and Sidey Makmur Village (SM) locations it was dominated by Durio zibethinus, Piper aduncum and Naphelium lappaceum. The index of diversity and evenness in the seedlings and saplings group was categorized as moderate, while in the mature tree group it was classified as low. Cocoa shade trees in the KW location have species similar to natural forests and need further investigation in terms of ecological and conservation functions.

© 2022 Universitas Kristen Indonesia
Under the license CC BY-SA 4.0

PENDAHULUAN

Perkebunan kakao (*Theobroma cacao* L.) tradisional yang dikelola oleh masyarakat lokal masih umum di negara tropis (De Beenhouwer *et al.*, 2013; Somarriba *et al.*, 2021; Schmidt *et al.*,

2022). Sistem perkebunan tersebut memiliki vegetasi dominan berupa kakao dan beberapa pohon penaung tumbuh secara alami atau sengaja ditanam. Pepohonan penaung kakao

berfungsi sebagai pelindung tanaman kakao karena tanaman kakao termasuk toleran terhadap naungan. Di samping itu, pepohonan penayang kakao juga berfungsi sebagai penyedia hara tanah melalui serasah dan dekomposisi (Asigbaase *et al.*, 2021), memperkaya dekomposer di tanah (da Silva Moço *et al.*, 2009; Yao *et al.*, 2021), menciptakan iklim mikro yang kondusif bagi tanaman kakao serta menurunkan potensi hama dan patogen (Valladares dan Niinemets 2008; Vanhove *et al.*, 2016). Oleh sebab itu, pepohonan penayang kakao memiliki peran penting dalam meningkatkan produksi kakao asalkan dikelola secara tepat dan ideal (Malik *et al.*, 2021).

Perkebunan kakao yang dikelola oleh masyarakat lokal tradisional di Papua Nugini dan Papua Indonesia umumnya berada dekat dengan area hutan, sehingga tetumbuhan liar yang bijinya berasal dari hutan mudah tumbuh di area perkebunan tersebut (Kartikasari *et al.*, 2012; Duffy *et al.*, 2021; Scudder *et al.*, 2022). Uniknya, berdasarkan observasi lapang beberapa pepohonan sengaja dibiarkan tumbuh untuk menaungi tanaman kakao, sedangkan tetumbuhan yang dianggap sebagai gulma dan memiliki pertumbuhan yang

cepat akan dibersihkan. Budaya tersebut juga ditemukan pada beberapa daerah di dunia seperti Ghana, Kamerun, Brasil, bahkan di Sulawesi Selatan Indonesia (dos Reis *et al.*, 2019; Wartenberg *et al.*, 2020; Essouma *et al.*, 2021; Asante *et al.*, 2021). Di daerah Sulawesi Tenggara dan Tengah juga telah ditemukan model agroforestri kakao kompleks dengan vegetasi penanung berupa durian (*Durio zibethinus*), lansat (*Lansium domesticum*), dan gamal (*Gliricidia sepium*) (Sari *et al.*, 2020). Namun demikian, informasi tentang pepohonan yang tumbuh secara alami di kebun kakao masyarakat lokal Papua Indonesia masih terbatas.

Di Pulau Nugini (Papua dan Papua Nugini) budaya perkebunan kakao dalam skala kecil masih dikelola secara tradisional dan jarang menggunakan pestisida maupun pupuk anorganik. Produksi kering biji tanaman kakao yang dikelola oleh masyarakat lokal Papua sekitar 20% lebih rendah dibandingkan dengan perkebunan yang dikelola oleh masyarakat pendatang (Yarangga *et al.*, 2014). Oleh sebab itu, ada indikasi budaya perkebunan kakao di Papua lebih ramah lingkungan. Pepohonan yang tumbuh secara alami dan sengaja

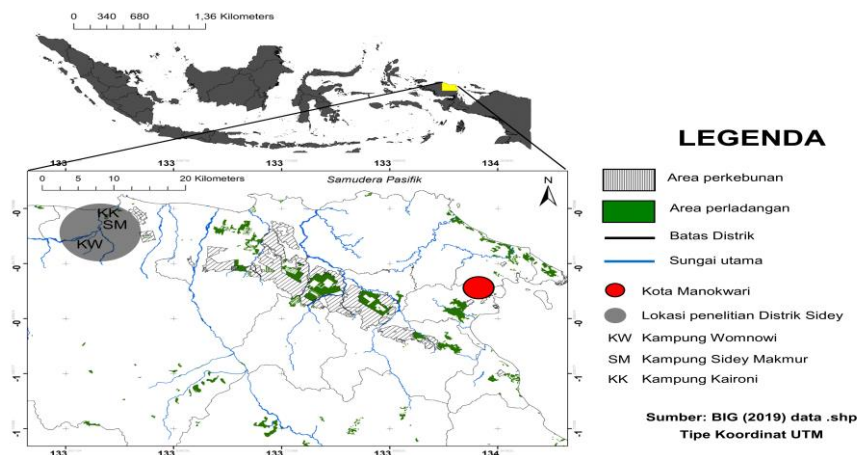
dibiarkan oleh masyarakat lokal Papua perlu diinvestigasi karena memiliki peran penting secara ekologi maupun dalam pengembalian hara ke tanah. Oleh sebab itu, tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi pepohonan yang tumbuh secara alami di area perkebunan kakao milik masyarakat lokal Papua di Distrik Sidey Manokwari, Papua Barat.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini merupakan studi lapang yang dilaksanakan pada Juli hingga Agustus 2021. Penelitian ini dilakukan di Kampung Womnowi (KW), Kampung Kaironi (KK) dan Kampung Sidey Makmur (SM) Distrik Sidey Manokwari, Papua Barat. Ketiga kampung tersebut terletak di bagian barat dan berjarak 130 km dari Kota

Manokwari (**Gambar 1**). Kampung Kaironi dan Sidey Makmur lebih dekat dengan pantai dibandingkan Kampung Womnowi. Secara geografis Kampung Kaironi dan Sidey Makmur memiliki rerata ketinggian kurang dari 100 mdpl, sedangkan Kampung Womnowi memiliki ketinggian rata-rata di atas 100 mdpl. Tipe iklim pada lokasi penelitian berdasarkan klasifikasi Köppen-Geiger termasuk dalam kategori tipe Af (Af *type*) dengan rerata curah hujan bulanan ≥ 66 mm (Peel *et al.*, 2007). Data iklim dari Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (BMKG) Rendani, Manokwari, Papua Barat menunjukkan bahwa curah hujan tahun 2020 dilaporkan di atas 2000 mm per tahun dengan rerata temperatur udara mencapai 27,6 °C.



Gambar 1. Letak lokasi penelitian di Distrik Sidey Manokwari, Papua Barat

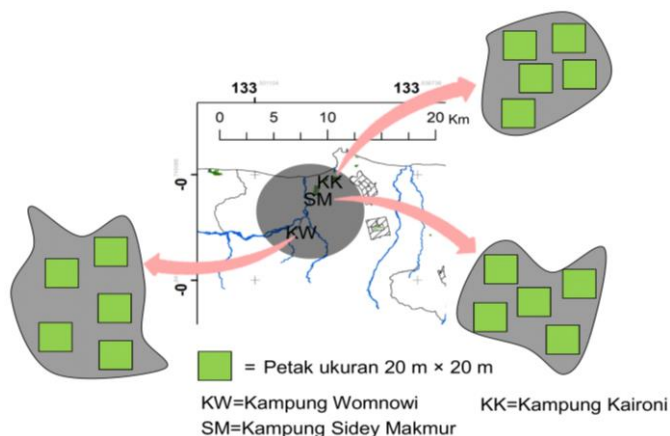
Observasi dan indentifikasi kebun kakao

Penelitian ini menggunakan teknik analisis vegetasi. Observasi lapang dilakukan untuk mencari informasi status kepemilikan dan umur kebun kakao. Hasil observasi juga menunjukkan bahwa kebun kakao di tiga lokasi berbeda cenderung memiliki area yang datar tanpa ada perbedaan ketinggian untuk masing-masing lahan.

Pemetaan dan pembuatan petak-petak penelitian

Pembuatan petak-petak penelitian di dalam area kebun kakao dilakukan secara purposif, kemudian petak-petak tersebut ditandai menggunakan *global*

positioning system (GPS). Untuk menyeragamkan pengolahan data secara statistik, masing-masing lokasi penelitian dibuat 5 petak berukuran 20 m × 20 m yang paling representatif. Oleh sebab itu, total petak penelitian untuk ketiga desa yang telah dipilih berjumlah 15 petak penelitian. Pendataan pepohonan menggunakan metode petak kuadrat bersarang (Ellenberg dan Mueller-Dombois 1974) yang terdiri atas 20 m × 20 m sebagai petak utama dan di dalamnya terdapat petak berukuran 10 m × 10 m, 5 m × 5 m dan 2 m × 2 m. Detail desain rancangan petak penelitian disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Desain petak penelitian dan rancangan yang digunakan dalam pendataan pepohonan di Distrik Sidey Manokwari, Papua Barat

Pendataan pepohonan

Penelitian ini mengasumsikan seluruh pohon dan anakannya (tetumbuhan eudikotil) dikategorikan dalam kelompok pepohonan yang tumbuh secara alami. Kelompok tetumbuhan penaung yang bukan eudikotil seperti kelapa, aren dan pinang tidak ikut didata dalam penelitian ini.

Penelitian ini membagi kelompok pepohonan yang tumbuh secara alami menjadi kelompok permudaan pohon dan kelompok pohon dewasa. Permudaan pohon yang dimaksud adalah fase semai dan pancang yang didata pada petak $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ dan $5\text{ m} \times 5\text{ m}$. Permudaan pohon memiliki diameter batang setinggi dada (dbh) $<10\text{ cm}$. Adapun, pohon dewasa adalah fase tiang dan pohon yang didata pada petak $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ dan $20\text{ m} \times 20\text{ m}$. Pohon dewasa memiliki dbh $\geq 10\text{ cm}$. Penentuan fase semai, pancang, tiang dan pohon mengacu pada Van Andel (2001).

Pengukuran parameter lingkungan

Parameter lingkungan yang diukur meliputi ketinggian lokasi penelitian, temperatur udara, temperatur tanah, kelembapan udara, kelembapan tanah dan pH tanah. Pengukuran parameter lingkungan dilakukan pada tiap petak

berukuran $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ dan diulang sebanyak 3 kali. Oleh sebab itu, dalam satu kebun kakao diukur sebanyak 15 kali. Temperatur dan kelembapan udara diukur menggunakan termohigrometer analog Gemmy, sedangkan temperatur dan kelembapan tanah diukur menggunakan *soil tester* Takemura DM-5.

Analisis Data

Data vegetasi dianalisis untuk menentukan indeks nilai penting (INP) tetumbuhan mengacu pada Cottam dan Curtis (1956). Nilai INP untuk permudaan pohon merupakan kumulatif dari kepadatan relatif (KR) dan frekuensi relatif (FR), sedangkan INP pohon dewasa merupakan kumulatif dari KR, FR, dan dominansi relatif (DR). Dominansi relatif dihitung berdasarkan nilai basal area vegetasi dan ukuran diameter batang setinggi dada (dbh). Secara kumulatif INP permudaan pohon bernilai 200%, sedangkan pohon dewasa 300%.

Indeks keragaman Shannon-Weiner (H'), indeks kemerataan jenis (E) dan indeks dominasi jenis (C) juga dihitung untuk masing-masing lokasi penelitian. Penentuan indeks-indeks tersebut mengacu pada Pielou (1966) dan Magurran (2004). Persamaan yang digunakan adalah:

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

H' dinyatakan sebagai indeks keragaman Shannon-Weiner, p_i adalah kelimpahan relatif individu jenis ke- i dalam petak penelitian berukuran $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$, $\ln p_i$ adalah logaritme natural kelimpahan relatif individu jenis ke- i .

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

E dinyatakan sebagai indeks pemerataan jenis, H' sebagai indeks keragaman Shannon-Weiner dan $\ln S$ adalah logaritme natural dari total jenis dalam petak penelitian berukuran $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$.

$$C = \sum_{i=1}^n (p_i)^2$$

C dinyatakan sebagai indeks dominansi jenis dan p_i adalah p_i adalah kelimpahan relatif individu jenis ke- i dalam petak penelitian berukuran $20 \text{ m} \times 20 \text{ m}$.

Analisis secara statistik dilakukan untuk menentukan berbagai nilai standar eror baku (SE) masing-masing parameter lingkungan dan indeks-indeks yang telah ditentukan. Tujuan analisis tersebut untuk menentukan tingkat konsistensi data serta menjelaskan

kondisi nyata dari masing-masing lokasi penelitian. Selain itu, juga dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA) untuk membandingkan indeks keragaman, pemerataan dan dominansi ketiga lokasi penelitian dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada $P < 0,05$. Seluruh analisis statistik menggunakan program IBM SPSS Statistics 23.0 (IBM Corp.) untuk Windows.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Biofisik Lokasi Penelitian

Secara umum perkebunan kakao yang dimiliki oleh masyarakat lokal Papua di Distrik Sidey Manokwari, Papua Barat merupakan perkebunan kakao skala kecil yang tidak mencapai 1 ha (**Tabel 1**). Ada kecenderungan peningkatan kelembapan udara dan tanah sejalan dengan umur kebun kakao. Di sisi lain, temperatur udara dan tanah cenderung menurun sejalan dengan umur kebun kakao. Temperatur dan kelembapan udara maupun tanah di lokasi penelitian SM cenderung berbeda-beda antar petak penelitian dibandingkan di lokasi KK dan KW. Lokasi KW memiliki temperatur dan kelembapan udara maupun tanah paling stabil di antara petak penelitian (**Tabel 1**)

Tabel 1. Informasi karakteristik tiga kebun kakao di Distrik Sidey Manokwari, Papua Barat

Parameter	Lokasi penelitian		
	KW	KK	SM
Ketinggian tempat (mdpl)	132	80	78
Luas lahan (ha)	0,75	0,40	0,50
Jumlah pohon (individu)*	20	14	9
Umur lahan (tahun)	20	16	15
Temperatur udara (°C)	29 ± 0,34a	30 ± 0,52a	30 ± 0,77a
Kelembapan udara (%)	79 ± 2,50a	75 ± 5,59b	69 ± 7,71c
Temperatur tanah (°C)	27 ± 0,22a	29 ± 0,87a	29 ± 0,72a
Kelembapan tanah (%)	84 ± 1,23a	77 ± 4,81b	77 ± 8,92b
pH tanah	6,0	6,7	6,6

Keterangan: *DBH >10 cm; KW = Kampung Womnowi, KK = Kampung Kaironi, SM = Kampung Sidey Makmur. (±) menunjukkan standar error (SE) untuk n = 5. Huruf yang sama pada baris yang sama tidak menunjukkan perbedaan signifikan berdasarkan uji Tukey $P < 0,05$.

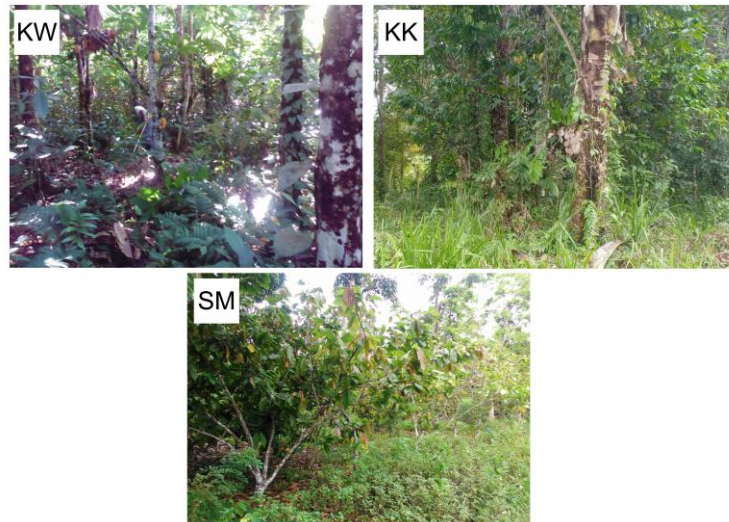
Kelembapan udara antara lokasi KW, KK dan SM berbeda signifikan ($P < 0,05$) (**Tabel 1**). Kelembapan tanah di lokasi KW berbeda signifikan dengan lokasi KK dan SM ($P < 0,05$), namun antara KK dan SM tidak berbeda signifikan ($P > 0,05$). Secara keseluruhan kelembapan tanah lebih tinggi dibandingkan kelembapan udara. Kelembapan udara dan tanah yang cenderung stabil ditemukan pada lokasi KW dibandingkan lokasi KK dan SM. Hal ini diduga akibat variasi iklim mikro antar petak-petak penelitian. Lokasi SM memiliki jumlah individu pohon penaung yang lebih sedikit dibandingkan KK dan KW (**Tabel 1**), sehingga petak-petak yang dekat dengan tumbuhan penaung akan lebih lembap daripada petak-petak yang jauh dari tumbuhan penaung.

Kelembapan pada dasarnya merupakan jumlah uap air yang berada di suatu ruang tertentu. Lokasi KW memiliki jumlah pepohonan yang lebih banyak dibandingkan lokasi KK dan SM, sehingga memiliki tutupan kanopi yang lebih rapat. Tutupan kanopi pohon mampu mengintersep cahaya matahari sehingga tidak sampai di bawah kanopi pohon. Oleh sebab itu, banyak uap air yang tertahan di bawah kanopi sehingga menyebabkan kelembapan udara dan tanah di lokasi KW lebih tinggi. Vegetasi pohon mampu mengubah iklim mikro di suatu lahan karena memiliki tutupan kanopi dan basal area vegetasi yang besar (Slik *et al.*, 2010; Teshnehdel *et al.*, 2020).

Peningkatan kelembapan udara dan tanah sejalan dengan umur kebun

kakao dapat dikaitkan dengan area basal vegetasi kakao dan pertumbuhan pohon penaung. Kebun kakao di lokasi KW dan KK relatif lebih rimbun

dibandingkan lokasi SM (**Gambar 3**). Perbedaan jumlah jenis pohon akan memunculkan variasi iklim mikro antar ketiga lokasi penelitian.



Gambar 3. Gambaran umum kebun kakao milik masyarakat lokal Papua di lokasi penelitian Distrik Sidey Manokwari, Papua Barat. KW = Kampung Womnowi, KK = Kampung Kaironi dan SM = Kampung Sidey Makmur

Kecenderungan penurunan temperatur udara dan tanah sejalan dengan umur kebun kakao dapat dikaitkan dengan perbedaan jumlah pepohonan penaung kakao. Meskipun begitu, temperatur udara dan tanah ketiga kebun kakao tidak berbeda signifikan ($P < 0,05$) (**Tabel 1**). Peningkatan jumlah pohon selama periode suksesi juga mampu menurunkan temperatur udara dan tanah di hutan tropis kering Meksiko (Gavito *et al.*, 2021), bahkan pada sistem agroforestri kakao peningkatan jumlah

pepohonan kakao dan penaungnya mampu menurunkan temperatur udara mencapai 8 °C (Niether *et al.*, 2018). Parameter lain menunjukkan bahwa pH tanah cenderung menurun apabila jumlah pohon cenderung meningkat (**Tabel 1**). Semakin banyak jumlah pohon diduga menurunkan pH tanah karena banyak bahan organik yang dihasilkan serta proses dekomposisi bahan organik yang intensif menyebabkan tanah menjadi masam.

Gambaran Umum Komposisi Vegetasi

Permudaan pohon lebih mendominasi dibandingkan pohon dewasa (**Gambar 4**). Permudaan pohon mendominasi 67–75% vegetasi di ketiga

kebun kakao, sedangkan pohon dewasa hanya mendominasi 25–33% dari total vegetasi. Struktur vegetasi di lokasi KW dan KK memiliki pepohonan yang lebih banyak dibandingkan di lokasi SM.



Gambar 4. Persentase kelompok tetumbuhan yang tumbuh secara alami di tiga desa Distrik Sidey Manokwari, Papua Barat. KW = Kampung Womnowi, KK = Kampung Kaironi dan SM = Kampung Sidey Makmur

Banyaknya pohon dewasa pada lokasi KW diakibatkan oleh umur kebun yang lebih tua dibandingkan lokasi KK dan SM. Di samping itu, beberapa tumbuhan penayang di KW merupakan jenis tumbuhan alami yang kayunya dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan yang baik. Jenis-jenis tersebut misalnya *Dracontomelon dao*, *Octomeles sumatrana* dan *Homalium foetidum*. Oleh sebab itu, diduga masyarakat lokal membiarkan jenis tersebut sebagai penayang tanaman kakao dan akan dimanfaatkan kayunya ketika sudah dewasa. Dalam konsep agroforestri kakao, telah dilaporkan

bahwa jenis jati (*Tectona grandis*) sengaja ditanam di kebun kakao untuk penayang dan akan dimanfaatkan kayunya (Asmi *et al.*, 2013).

Komposisi Permudaan Pepohonan

Lokasi KW memiliki permudaan pohon yang didominasi oleh *Aglaia* sp. dan *Ficus septica*. Sementara itu, lokasi KK didominasi oleh *Lansium domesticum* dan *Piper aduncum*. Lokasi SM lebih didominasi oleh *Piper aduncum* dan *Gliricidia sepium*. Nilai INP tertinggi pada lokasi KW lebih rendah dibandingkan nilai INP tertinggi di lokasi KK dan SM (**Tabel 2**). Meskipun begitu, lokasi SM memiliki

INP tumbuhan dominan yang paling tinggi pada fase semai dan pancang masing-masing mencapai 200% (Tabel 2)

Tabel 2. Permudaan pohon dominan yang tumbuh secara alami pada tiga desa di Distrik Sidey Manokwari, Papua Barat

Lokasi	Fase pertumbuhan	Jenis tumbuhan	Suku	INP (%)
KW	Semai	<i>Aglaia</i> sp.	Meliaceae	44,65
		<i>Lansium domesticum</i>	Meliaceae	32,55
		<i>Ficus ampelas</i>	Moraceae	12,76
	Pancang	<i>Ficus septica</i>	Moraceae	75,57
		<i>Pometia pinnata</i>	Sapindaceae	38,12
		<i>Ficus ampelas</i>	Moraceae	29,47
KK	Semai	<i>Lansium domesticum</i>	Meliaceae	86,67
		<i>Macaranga</i> sp.	Euphorbiaceae	79,76
		<i>Mallotus mollissimus</i>	Euphorbiaceae	30,57
	Pancang	<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae	100,11
		<i>Gliricidia sepium</i>	Leguminosae	94,07
		<i>Artocarpus altilis</i>	Moraceae	2,21
SM	Semai	<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae	122,30
		<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	77,70
	Pancang	<i>Gliricidia sepium</i>	Leguminosae	107,22
		<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae	89,98
		<i>Nauclea orientalis</i>	Rubiaceae	2,80

Keterangan: KW = Kampung Womnowi, KK = Kampung Kaironi dan SM = Kampung Sidey Makmur

Permudaan pohon yang tumbuh secara alami pada ketiga lokasi penelitian lebih didominasi oleh jenis-jenis tumbuhan liar yang diduga terbawa oleh kelompok satwa dari area hutan alami. Jenis-jenis tumbuhan yang termasuk dalam tumbuhan liar adalah *Aglaia* sp., *Ficus septica*, *Ficus ampelas*, *Piper aduncum*, *Macaranga* sp., *Mallotus mollissimus* dan *Nauclea orientalis*. Area perkebunan kakao di Papua umumnya berada dekat dengan hutan alami, sehingga mempercepat regenerasi tumbuhan melalui biji. Di sisi lain, area kebun kakao memiliki

temperatur yang lebih tinggi dibandingkan area hutan alami serta kanopi yang lebih terbuka dapat mempercepat pertumbuhan jenis-jenis tumbuhan pionir seperti *Piper aduncum*, *Macaranga* spp, dan beberapa genus *Ficus* (Lep^s et al., 2002; Silva et al., 2007; Susanto et al., 2016).

Nilai INP jenis dominan pada fase semai dan pancang di lokasi KW masing-masing sebesar 89,93% dan 143,15%. Fase semai dan pancang di lokasi KK memiliki INP jenis dominan masing-masing sebesar 197% dan 196,39%. Sementara itu di lokasi SM

masing-masing nilainya mencapai 200% (**Tabel 2**). Semakin besar nilai tersebut menunjukkan bahwa semakin miskin jenis tumbuhan dan ada dominasi jenis tumbuhan tertentu. Di lokasi SM hanya ditemukan 4 jenis permudaan pohon yakni *Piper aduncum*, *Mangifera indica*, *Gliricidia sepium* dan *Nauclea orientalis*. Jenis *Gliricidia sepium* merupakan jenis yang umum digunakan sebagai penangun tanaman kakao (Smiley dan Kroschel 2010; Kaba *et al.*, 2019), bahkan dipercaya oleh masyarakat di Sulawesi Tengah dapat menyuburkan tanah (Lestari *et al.*, 2019). Jenis tersebut juga dominan di lokasi SM dan KK. Lokasi SM dan KK merupakan daerah yang berdekatan dengan area transmigrasi, sehingga diduga ada proses akulturasi budaya antara masyarakat lokal dan pendatang dalam bercocok tanam khususnya penggunaan *Gliricidia sepium* sebagai penangun kakao.

Jenis-jenis permudaan pohon yang tumbuh secara alami di kebun kakao masyarakat lokal Papua umumnya tidak dapat melakukan regenerasi dengan ideal karena beberapa tumbuhan dianggap sebagai gulma. Beberapa tumbuhan tersebut misalnya *Ficus* spp., *Piper aduncum*, *Aglaia* sp., dan *Macaranga*

spp. Jenis-jenis tersebut memiliki kemampuan adaptasi yang sangat baik pada berbagai kondisi lahan yang terbuka serta menghasilkan anakan yang banyak melalui perkecambahan biji (Lepê *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2007; Pacheco *et al.*, 2013). Di samping itu, ada beberapa jenis tumbuhan yang dapat dimanfaatkan buahnya seperti *Lansium domesticum*, *Pometia pinnata*, *Mangifera indica* dan *Artocarpus altilis*. Beberapa individu dari jenis-jenis tersebut biasanya dipertahankan hingga menjadi pohon dewasa yang berfungsi sebagai penangun kakao.

Komposisi Pepohonan Dewasa

Analisis komposisi vegetasi menunjukkan bahwa rerata INP paling dominan jenis pohon dewasa mencapai lebih dari 100%, bahkan ada yang mencapai lebih dari 150% seperti jenis *Chisocheton ceramicus*, *Homalium foetidum* dan *Naphelium lappaceum* (**Tabel 3**). Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak banyak pohon yang tumbuh di area kebun kakao masyarakat lokal di Distrik Sidey. Sebagai contoh di lokasi KK ditemukan 3 individu pohon yang terdiri atas 2 jenis dengan INP total mencapai 300%. Sementara itu, di lokasi SM hanya ditemukan 2 individu pohon

yang terdiri atas 2 jenis dengan INP total 300% (**Tabel 3**). Meskipun demikian, di lokasi KW memiliki kualitas jenis yang lebih baik dibandingkan lokasi KK dan SM karena pohon dewasa di lokasi KW didominasi oleh jenis tumbuhan asli

yang berasal dari hutan alami. Di sisi lain, di lokasi KK dan SM memiliki jenis tumbuhan yang sengaja ditanam seperti *Durio zibethinus* dan *Naphelium lappaceum* sebagai penanung tanaman kakao.

Tabel 3. Pohon dewasa dominan yang tumbuh secara alami pada kebun kakao tradisional masyarakat lokal di tiga desa Distrik Sidey Manokwari, Papua Barat

Lokasi	Fase pertumbuhan	Jenis tumbuhan	Suku	INP (%)
KW	Tiang	<i>Chisoceton ceramicus</i>	Meliaceae	150,70
		<i>Lansium domesticum</i>	Meliaceae	83,61
		<i>Pometia pinnata</i>	Sapindaceae	65,69
	Pohon	<i>Dracontomelon dao</i>	Anacardiaceae	120,23
		<i>Homalium foetidum</i>	Salicaceae	100,99
		<i>Octomeles sumatrana</i>	Tetramelaceae	78,78
KK	Tiang	<i>Durio zibethinus</i>	Bombaceae	100,00
		<i>Macaranga tanarius</i>	Euphorbiaceae	112,22
		<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae	87,78
	Pohon	<i>Durio zibethinus</i>	Bombaceae	167,77
		<i>Homalium foetidum</i>	Salicaceae	132,23
		<i>Piper aduncum</i>	Piperaceae	147,95
SM	Tiang	<i>Macaranga mappa</i>	Euphorbiaceae	121,11
		<i>Gliricidia sepium</i>	Leguminosae	30,94
		<i>Naphelium lappaceum</i>	Sapindaceae	151,00
	Pohon	<i>Nauclea orientalis</i>	Rubiaceae	149,00

Keterangan: KW = Kampung Womnowi, KK = Kampung Kaironi dan SM = Kampung Sidey Makmur

Meskipun gradual, vegetasi yang tumbuh secara alami pada ketiga lokasi penelitian masih mencerminkan suatu proses suksesi. Lokasi SM dan KK masih didominasi oleh *Piper aduncum* dan *Macaranga* spp sebagai indikasi bahwa lokasi tersebut memiliki umur yang lebih muda dibandingkan di lokasi KW yang memiliki umur lebih tua. Dominasi suku tumbuhan Piperaceae, Euphorbiaceae dan

Meliaceae di lokasi KW, KK dan SM (**Tabel 2** dan **Tabel 3**) juga mengindikasikan bahwa ada proses suksesi yang terjadi pada ketiga kebun tersebut. Genus *Macaranga*, *Mallotus* dan *Piper aduncum* adalah ciri khas hutan suksesi di Papua (Saulei dan Swaine 1988; van Valkenburg dan Ketner 1994; Hartemink 2001). Di sisi lain, kehadiran

Dracontomelon dao, *Homalium foetidum* di KW dapat mengindikasikan bahwa kebun tersebut telah berumur tua dan penciri vegetasi area pinggiran sungai (Pajmans 1976). Hal tersebut sesuai dengan letak lokasi penelitian pada **Gambar 1**.

Akulturas budaya bercocok tanam antara masyarakat lokal dan masyarakat pendatang dapat terlihat dari perbedaan vegetasi antara ketiga lokasi penelitian. Masyarakat lokal Papua di lokasi SM dan KK cenderung menanam tanaman buah seperti *Durio zibethinus* dan *Naphelium lappaceum* yang memiliki fungsi sebagai penangun tanaman kakao dan menjadi sumber pendapatan lain dari buah tanaman tersebut. Kedua jenis tersebut memiliki peran penting dalam menurunkan temperatur udara di atas kanopi kakao serta meningkatkan kelembapan tanah (Wartenberg *et al.*, 2020), sehingga menunjang pertumbuhan tanaman kakao.

Meskipun begitu, investigasi lebih lanjut pada pepohonan penangun yang tumbuh secara alami seperti di lokasi KW perlu dilakukan, karena lokasi KW memiliki iklim mikro yang lebih baik dibandingkan lokasi SM dan KK. Di samping itu, lokasi KW memiliki jenis-

dan *Octomeles sumatrana* di lokasi jenis pepohonan yang umumnya tumbuh di hutan primer Papua seperti *Pometia pinnata*, *Dracontomelon dao*, *Octomeles sumatrana* dan *Homalium foetidum*.

Indeks Keragaman, Kemerataan dan Dominasi Di Lokasi Penelitian

Secara keseluruhan permudaan pohon pada tiga lokasi penelitian memiliki nilai keragaman dan kemerataan jenis yang lebih tinggi dibandingkan kelompok pohon dewasa (**Tabel 4**). Kondisi seperti itu lazim ditemukan akibat permudaan pohon memiliki jumlah individu dan jenis yang lebih banyak dibandingkan pohon dewasa (Brashears *et al.*, 2004; Ariyanti dan Mudiana 2018; Istomo dan Fardian 2021). Meskipun begitu, permudaan pohon yang lebih beragam dibandingkan pohon dewasa dapat mengindikasikan bahwa di kebun kakao tersebut tidak dilakukan pemangkasan secara intensif seperti sistem agroforestri pada umumnya.

Di samping itu, indeks dominansi permudaan pohon pada tiga lokasi penelitian lebih rendah dibandingkan pohon dewasa (**Tabel 4**). Hal tersebut diakibatkan oleh rendahnya nilai kemerataan jenis pada pohon dewasa. Indeks kemerataan yang berbanding

terbalik dengan indeks dominansi diduga akibat perbedaan keragaman antar petak-petak penelitian.

Indeks keragaman permudaan pohon di lokasi KW berbeda signifikan terhadap SM ($P < 0,05$), namun tidak berbeda dengan lokasi KK ($P > 0,05$) (Tabel 4). Sementara itu, indeks kemerataan dan dominansi antara lokasi KW, KK dan SM berbeda signifikan ($P > 0,05$) (Tabel 4). Indeks keragaman dan kemerataan permudaan pohon di lokasi KW dan KK memiliki standar eror yang

lebih tinggi dibandingkan di lokasi SM (Tabel 4). Nilai standar eror yang tinggi menunjukkan bahwa ada variasi keragaman dan kemerataan jenis permudaan pohon diantara petak-petak penelitian pada lokasi KW dan KK daripada lokasi SM. Variasi kekayaan jenis tumbuhan di antara petak penelitian juga dilaporkan oleh Huang *et al.*, (2003), Kern *et al.*, (2013) dan Susanto *et al.*, (2021) akibat adanya variasi faktor lingkungan antar petak di lokasi penelitian.

Tabel 4. Nilai indeks keragaman Shannon-Weiner (H'), kemerataan (E) dan dominansi (C) ditiga lokasi penelitian di Distrik Sidey Manokwari Papua Barat

Kelompok tetumbuhan*	Parameter	Lokasi penelitian		
		KW	KK	SM
Permudaan pohon	Keragaman	2,57 ± 0,76a	2,01 ± 0,99ab	1,87 ± 0,23b
	Kemerataan	0,88 ± 0,11a	0,66 ± 0,17b	0,54 ± 0,09c
	Dominansi	0,10 ± 0,04b	0,29 ± 0,07a	0,39 ± 0,09a
Pohon dewasa	Keragaman	1,98 ± 0,21a	1,56 ± 0,45b	0,99 ± 0,10c
	Kemerataan	0,58 ± 0,23a	0,43 ± 0,34b	0,31 ± 0,11c
	Dominansi	0,41 ± 0,09c	0,55 ± 0,15b	0,65 ± 0,07a

Keterangan: * Permudaan pohon merupakan fase semai dan pancang (dbh <10 cm) sedangkan pohon dewasa adalah fase tiang dan pohon (dbh ≥10 cm). (±) menunjukkan SE untuk n = 5. KW = Kampung Womnowi, KK = Kampung Kaironi dan SM = Kampung Sidey Makmur. Huruf yang sama pada baris yang sama tidak menunjukkan perbedaan signifikan berdasarkan uji Tukey $P < 0,05$.

Indeks keragaman, kemerataan dan dominansi pohon dewasa di tiga lokasi penelitian berbeda signifikan ($P < 0,05$) (Tabel 4). Lokasi KK memiliki nilai standar eror paling tinggi untuk parameter keragaman, kemerataan dan dominansi membuktikan bahwa lokasi KK memiliki variasi kekayaan jenis

diantara petak-petak penelitian. Meskipun demikian, ketiga lokasi penelitian memiliki nilai keragaman jenis pohon dewasa yang rendah ($H' < 2,00$), bahkan sangat rendah untuk lokasi SM ($H' < 1,00$). Indeks dominansi tertinggi dimiliki oleh lokasi SM pada kelompok pohon dewasa yang hampir mencapai 0,70. Nilai

dominasi yang tinggi diakibatkan oleh individu jenis yang sedikit dan hanya tersebar pada satu petak tertentu.

SIMPULAN

Permudaan pohon yang paling dominan di kebun kakao tradisional milik masyarakat lokal Papua adalah *Aglaiia* sp., *Ficus septica*, *Lansium domesticum*, *Piper aduncum* dan *Gliricidia sepium*. Sementara itu, pohon dewasa yang paling dominan adalah *Chisoceton ceramicus*,

Dracontomelon dao, *Durio zibethinus*, *Homalium foetidum*, *Piper aduncum* dan *Naphelium lappaceum*. Kondisi biofisik dan umur kebun kakao memengaruhi fisiognomi dan keragaman pepohonan yang tumbuh secara alami pada tiga kebun kakao yang dimiliki oleh masyarakat lokal Papua di Distrik Sidey Manokwari, Papua Barat. Secara kumulatif permudaan pohon mendominasi ketiga kebun kakao di lokasi penelitian dengan persentase lebih dari 70% dan pohon dewasa kurang dari 30%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti, E. E., & Mudiana, D. (2018). Vegetasi tumbuhan blok hutan waru-waru Cagar Alam Pulau Sempu. *Media Konservasi*, 23(3), 244–252.
- Asante, W. A., Ahoma, G., Gyampoh, B. A., Kyereh, B., & Asare, R. (2021). Upper canopy tree crown architecture and its implications for shade in cocoa agroforestry systems in the Western Region of Ghana. *Trees, Forest and People*, 5, 100100.
- Asigbaase, M., Dawoe, E., Sjogersten, S., & Lomax, B. H. (2021). Decomposition and nutrient mineralisation of leaf litter in smallholder cocoa agroforests: a comparison of organic and conventional farms in Ghana. *Journal of Soils and Sediments*, 21(2), 1010–1023.
- Asmi, M. T., Qurniati, M., & Haryono, T. (2013). Komposisi tanaman agroforestri dan kontribusinya terhadap pendapatan rumah tangga di Desa Pesawaran Indah Kabupaten Pesawaran Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, 1(1), 55–64.
- Brashears, M. B., Fajvan, M. A., & Schuler, T. M. (2004). An assessment of canopy stratification and tree species diversity following clearcutting in Central Appalachian Hardwoods. *Forest Science*, 50(1), 54–64.
- Cottam, G., & Curtis, J. T. (1956). The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37(3), 451–460.

- da Silva Moço, M. K., da Gama-Rodrigues, E. F., da Gama-Rodrigues, A. C., Machado, R. C. R., & Baligar, V. C. (2009). Soil and litter fauna of cacao agroforestry systems in Bahia, Brazil. *Agroforestry Systems*, 76(1), 127–138.
- De Beenhouwer, M., Aerts, R., & Honnay, O. (2013). A global meta-analysis of the biodiversity and ecosystem service benefits of coffee and cacao agroforestry. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 175, 1–7.
- dos Reis, S. M., Talamini, E., da Silva Neto, P. J., Augusto, S. G., de Melo, A. C. G., & Dewes, H. (2019). Growth and yield of mahogany wood in cocoa-based agroforestry systems of two soil types in the Brazilian Amazon. *Agroforestry Systems*, 93(6), 2163–2172.
- Duffy, C., Toth, G. G., Hagan, R. P. O., McKeown, P. C., Rahman, S. A., Widyaningsih, Y., Sunderland, T. C. H., & Spillane, C. (2021). Agroforestry contributions to smallholders farmer food security in Indonesia. *Agroforestry System*, 95, 1109–1124.
- Ellenberg, D., & Mueller-Dombois, D. (1974). *Aims and Methods of Vegetation Ecology* (p. 547). New York: Wiley.
- Essouma, F. M., Michel, I., Mala, W. A., Levang, P., Ambang, Z., Boyogueno, A. D. B., Moisy, C., Ngono, F., & Carriere, S. M. (2021). Cocoa-based agroforestry system dynamics and trends in the Akongo subregion of central Cameroon. *Agroforestry Systems*, 95(5), 843–854.
- Gavito, M. E., Paz, H., Barragán, F., Siddique, I., Arreola-Villa, F., Pineda-García, F., & Balvanera, P. (2021). Indicators of integrative recovery of vegetation, soil and microclimate in successional fields of a tropical dry forest. *Forest Ecology and Management*, 479, 118526.
- Hartemink, A. E. (2001). Biomass and nutrient accumulation of *Piper aduncum* and *Imperata cylindrica* fallows in the humid lowlands of Papua New Guinea. *Forest Ecology and Management*, 144(1-3):19–32.
- Istomo, I., & Fardian, A. (2021). Komposisi dan struktur vegetasi pada proses suksesi di hutan rawa gambut Sedahan Taman Nasional Gunung Palung. *Jurnal Silviculture Tropika*, 12(3), 178–185.
- Huang, W., Pohjonen, V., Johansson, S., Nashanda, M., Katigula, M. I. L., & Luukkanen, O. (2003). Species diversity, forest structure and species composition in Tanzanian tropical forests. *Forest ecology and management*, 173(1-3), 11–24.
- Kaba, J. S., Zerbe, S., Agnolucci, M., Scandellari, F., Abunyewa, A. A., Giovannetti, M., & Tagliavini, M. (2019). Atmospheric nitrogen fixation by gliricidia trees (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) intercropped with cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Plant and Soil*, 435(1), 323–336.
- Kartikasari, S. N., Marshall, A. J., & Beehler, B. M. (2012). *Ekologi*

- Papua. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Kern, C. C., D'Amato, A. W., & Strong, T. F. (2013). Diversifying the composition and structure of managed, late-successional forests with harvest gaps: What is the optimal gap size?. *Forest Ecology and Management*, 304, 110–120.
- Lepš, J., Novotný, V., Čížek, L., Molem, K., Isua, B., William, B., ... & Hiuk, S. (2002). Successful invasion of the neotropical species *Piper aduncum* in rain forests in Papua New Guinea. *Applied Vegetation Science*, 5(2), 255–262.
- Lestari, N. D., Suprayogo, D., & Rachmansyah, A. (2019). Local biodiversity conservation in Sigi, Central Sulawesi, Indonesia: Analysis of the effect of elevation, land accessibility, and farmers' income and perception on vegetation diversity in agroforestry systems. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(1), 283–291.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Oxford: Blackwell Scientific.
- Malik, A., Siska, W., Wulanningtyas, H. S., Rumbarar, M. K., Etikha, A. P. W., & Susanti, I. (2021). Potential land and technology recommendation for cacao in Papua, Indonesia. *E3S Web of Conferences* 306, 04008.
- Niether, W., Armengot, L., Andres, C., Schneider, M., & Gerold, G. (2018). Shade trees and tree pruning alter throughfall and microclimate in cocoa (*Theobroma cacao* L.) production systems. *Annals of Forest Science*, 75(2), 1–16.
- Pacheco, F. V., de Oliveira Silveira, H. R., Alvarenga, A. A., Alvarenga, I. C. A., Pinto, J. E. B. P., & Lira, J. M. S. (2013). Gas exchange and production of photosynthetic pigments of *Piper aduncum* L. grown at different irradiances. *American Journal of Plant Science*, 4, 114–121.
- Paijmans, K (eds). (1976). *New Guinea Vegetation*. Canberra: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization in association with the Australian National University Press.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11(5), 1633–1644.
- Pielou, E. C. (1966). Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. *Journal of Theoretical Biology*, 10(2), 370–383.
- Sari, R. R., Saputra, D. D., Hairiah, K., Rozendaal, D. M. A., Roshetko, J. M., & van Noordwijk M. (2020). Gendered species preferences link tree diversity and carbon stocks in cacao agroforest in Southeast Sulawesi, Indonesia. *Land*, 9(4), 108. doi:10.3390/land9040108.
- Saulei, S. M., & Swaine, M. D. (1988). Rain forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua New Guinea. *Journal of Ecology*, 76(4), 1133–1152.
- Schmidt, J. E., Firl, A., Hamran, H., Imaniar, N. I., Crow, T. M., & Forbes, S. J. (2022). Impacts of

- shade trees on the adjacent cacao rhizosphere in a young diversified agroforestry system. *Agronomy*, 12(1), 195.
- Schudder, M., Wampe, N., Waviki, Z., Applegate, G., & Herbohn, J. (2022). Smallholder cocoa agroforestry system; is increased yield worth the labour and capital inputs?. *Agricultural System*. 196, 103350.
- Silva, M. H. L., Costa, R. C. L., Lobato, A. K. S., Oliveira Neto, C. F., & Laughinghouse, I. V. H. D. (2007). Effect of temperature and water restriction on *Piper aduncum* L. seed germination. *Journal of Agronomy*, 6(3), 472–475.
- Slik, J. W. F., Aiba, S. I., Brearley, F. Q., Cannon, C. H., Forshed, O., Kitayama, K., ... & van Valkenburg, J. L. (2010). Environmental correlates of tree biomass, basal area, wood specific gravity and stem density gradients in Borneo's tropical forests. *Global Ecology and Biogeography*, 19(1), 50–60.
- Smiley, G. L., & Kroschel, J. (2010). Yield development and nutrient dynamics in cocoa-gliricidia agroforests of Central Sulawesi, Indonesia. *Agroforestry systems*, 78(2), 97–114.
- Somarriba, E., Peguero, F., Cerda, R., Orozco-Aguilar, L., López-Sampson, A., Leandro-Muñoz, M. E., Jagoret, P., & Sinclair, F. L. (2021). Rehabilitation and renovation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) agroforestry systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(5), 1-19.
- Susanto, D., Ruchiyat, D., Sutisna, M., & Amirta, R. (2016). Flowering, fruiting, seed germination and seedling growth of *Macaranga gigantea*. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 17(1), 192–199.
- Susanto, S. A., Putri, D. M., Rahmawati, I., Sanjaya, M. A., & Sulistijorini, S. (2021). Keragaman permudaan pohon di area sumber air Blok Seda, Taman Nasional Gunung Ciremai. *Jurnal Sumberdaya Hayati*. 7(2), 62–70.
- Teshnehdel, S., Akbari, H., Di Giuseppe, E., & Brown, R. D. (2020). Effect of tree cover and tree species on microclimate and pedestrian comfort in a residential district in Iran. *Building Environment*. 178, 106889.
- Valladares, F., & Niinemets, Ü. (2008). Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 39, 237–257.
- Van Andel, M. (2001). Floristic composition and diversity of mixed primary and secondary forests in northwest Guyana. *Biodiversity and Conservation*, 10(10), 1645–1682.
- Van Valkenburg, J. L., & Ketner, P. (1994). Vegetation changes following human disturbance of mid-montane forest in the Wau area, Papua New Guinea. *Journal of Tropical Ecology*, 10, 41–54.

Vanhove, W., Vanhoudt, N., & Van Damme, P. (2016). Effect of shade tree planting and soil management on rehabilitation success of a 22-year-old degraded cocoa (*Theobroma cacao* L.) plantation. *Agriculture, Ecosystems & Environment* , 219(1), 14-25.