

PENGARUH STATUS KESUBURAN TANAH TERHADAP HASIL DAN KUALITAS BIJI TIGA KLON KAKAO (*Theobroma cacao* L.)

EFFECT SOIL FERTILITY STATUS IN GRAIN YIELD AND QUALITY OF THREE CLONE OF CACAO (*Theobroma cacao* L.)

Endang Sri Dewi HS¹, Prapto Yudono², Eka Tarwaca Susila putra³, Benito Heru Purwanto⁴ dan Toyip¹

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sintuwu Maroso,

² Departemen Agronomi, ³ Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian,
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

*Email: sridewihs83@gmail.com

* Corresponding Author, Diterima: 15 Feb. 2023, Direvisi: 27 Mar. 2023, Disetujui: 30 Apr. 2023

ABSTRACT

Cocoa beans are the main ingredient for making various food, beverage and medicinal products, this causes the demand for cocoa to continue to increase. However, this increase in demand was not matched by an increase in production at the producer level. Indonesia, as one of the world's largest cocoa producers, has experienced a decline in production and quality, which has resulted in continued decline in export volume. One of the causes of low grain yield production and quality is soil fertility. Cocoa plant is very sensitive to the availability of nutrients. Based on this, the purpose of this study was to determine the effect of soil fertility status on the production and quality of been of several cocoa clones. This research was conducted from Juny 2017 to October 2018 at the cocoa farm owned by PT Pagilaran Unit Segayung Utara, located in Simbangjati Village, Tulis, Batang Regency, Central Java. The study was designed using a nested design (nested design) with three clones (RCC 70, RCC 71 and KKM 22) nested on two soil fertility status (high and Low). Soil fertility status is based on the level of availability of N, P, K and B nutrients. The parameters observed were soil characteristics, physiological characteristics which included leaf chlorophyll content, photosynthetic rate, leaf CO₂ content, leaf H₂O content, transpiration rate and stomatal opening width, yield components include bean weight per fruit, number of bean per fruit, seed weight per tree, number of fruit per tree and production per hectare. As well as quality components include fat content, protein content and bean count. The results showed that high soil fertility status showed higher levels of chlorophyll, rate of photosynthesis, levels of CO₂ and H₂O in leaves which led to higher production and grain yield quality (seed number and fat content).

Keywords : Chlorophyll, cocoa, photosynthesis, yield, quality.

ABSTRAK

Biji kakao merupakan bahan utama pembuatan berbagai produk makanan, minuman dan obat-obatan, hal tersebut menyebabkan permintaan kakao terus meningkat. Namun demikian peningkatan kebutuhan tersebut tidak diimbangi dengan peningkatan produksi di tingkat produsen. Indonesia sebagai salah satu produsen terbesar kakao dunia justru mengalami penurunan produksi dan kualitas akibatnya volume ekspor terus mengalami penyusutan. Salah satu penyebab rendahnya produksi dan kualitas biji adalah kesuburan tanah. Tanaman kakao merupakan tanaman yang sangat peka terhadap ketersediaan unsur hara. Berdasarkan hal tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh status kesuburan tanah terhadap produksi dan kualitas biji beberapa klon kakao. Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Juni 2017 sampai bulan Oktober 2018 bertempat di kebun kakao milik PT Pagilaran Unit Segayung Utara yang berlokasi di Desa Simbangjati, Tulis Kabupaten Batang Jawa Tengah. Penelitian dirancang menggunakan rancangan tersarang (Nested Design) dengan tiga klon (RCC 70, RCC 71 dan KKM 22) bersarang pada dua status kesuburan tanah. Status kesuburan tanah didasarkan pada level ketersediaan unsur hara N, P, K dan B. Parameter yang diamati adalah karakteristik tanah, karakteristik fisiologis yang meliputi kadar klorofil daun, laju fotosintesis, kandungan CO₂ daun, kandungan H₂O daun, laju transpirasi dan lebar bukaan stomata, komponen hasil meliputi berat biji perbuah, jumlah biji perbuah, berat biji perpohon, jumlah buah perpohon dan produksi per hektar. Serta

komponen kualitas yang meliputi kadar lemak, kadar protein dan *bean count*. Hasil menunjukkan bahwa status kesuburan tanah tinggi memperlihatkan kadar klorofil, laju fotosintesis, kadar CO₂ dan H₂O daun lebih tinggi yang menyebabkan produksi dan mutu biji (*bean count* dan kadar lemak) lebih tinggi.

Kata kunci : Fotosintesis, kakao, klorofil, kualitas, produksi.

1. PENDAHULUAN

Tanaman kakao bernilai ekonomi karena biji kakao merupakan bahan utama dalam pembuatan produk makanan, susu, dan obat-obatan. Lebih lanjut disebutkan bahwa produk kakao digunakan sebagai bahan makanan untuk diet di beberapa negara (Afoakwa *et al.* 2007; Gunalan *et al.* 2010; Andujar *et al.* 2012). Kandungan dalam biji kakao antara lain katekin, teobromin, asam oleat, vitamin E dan alantonin yang berfungsi sebagai anti oksidant (Kim *et al.* 2011). Karena manfaatnya yang begitu besar maka kebutuhan kakao terus meningkat baik di lingkungan global maupun nasional.

Namun demikian kebutuhan yang meningkat tersebut tidak diimbangi dengan peningkatan produksi di tingkat petani. Indonesia sebagai salah satu produsen terbesar ke tiga biji kakao dunia ditahun terus mengalami penurunan produksi kakao, tercatat pada tahun 2016 produksi sebesar 658,40 juta ton dan menurun ditahun tahun 2017 menjadi 585.20 juta ton (Badan Pusat statistik, 2018). Menurut Rubiyo & Siswanto (2012) selain penurunan produksi dan produktivitas, mutu kakao juga mengalami penurunan terutama ukuran biji (*bean count*). Ukuran biji menjadi penting diperhatikan karena merupakan penentu kandungan lemak. Semakin besar ukuran biji maka kandungan lemak akan semakin besar (Dewi HS, 2021). Kandungan lemak merupakan bahan utama dalam membuat powder (bubuk kakao) dan cocoa butter (lemak kakao). Selain itu kandungan biji merupakan salah satu syarat untuk eksportir kakao. Berdasarkan Standar nasional Indonesia ukuran biji kakao terdiri dari 4 grade yaitu grade A, B, C dan S. Grade A dan Grade B adalah syarat yang wajib dimiliki untuk biji kualitas ekspor (Wahyudi *et al.* 2015).

Salah satu penyebab rendahnya mutu dan produksi biji kakao Indonesia adalah rendahnya kesuburan tanah (Kongor *et al.* 2016; Mowidu I & Dewi HS, 2022). Tanaman kakao sangat peka terhadap lingkungan tumbuh terutama jenis tanah dan ketersediaan unsur hara (Ololade *et al.* 2010; Wahyudi *et al.* 2015). Unsur hara (nutrisi) diperlukan untuk mendukung berbagai aktivitas

metabolisme dalam tanaman (Paramo *et al.* 2016). Kandungan hara tanah yang rendah khususnya N, P, K akan berpengaruh terhadap kapasitas fotosintesis. Banyak penelitian telah menunjukkan bahwa kekurangan nitrogen, posfor, dan kalium menyebabkan penurunan kapasitas asimilasi CO₂ karena penurunan ukuran kloroplas, grana dan stroma, menurunkan aktivitas enzim Rubp (rubisco), mempengaruhi proses pengisian biji, kualitas buah (Laza *et al.* 1993; Lu *et al.* 2001; Jones *et al.* 1991; Taiz & Ziger. 2006; Mei *et al.* 2013). Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan kajian tentang pengaruh level kesuburan tanah terhadap produksi dan kualitas biji kakao.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di perkebunan kakao milik PT Pagilarang Unit Segayung Utara yang terletak di Desa Simbangjati, Tulis Batang, Jawa Tengah. Waktu pelaksanaan penelitian adalah bulan Juni Tahun 2017 – Oktober Tahun 2018.

2.2 Metode Penelitian

Percobaan lapangan menggunakan rancangan Tersarang (*Nested design*). Terdapat tiga klon kakao (RRC 71, RCC 72 dan KKM 22) bersarang pada dua level kesuburan tanah (tinggi dan rendah). Pemilihan dua level kesuburan tanah didasarkan pada hasil klasterisasi unsur hara dan sifat kimia yang ada pada lokasi tersebut. Penelitian ini secara keseluruhan menggunakan 72 tegakan tanaman kakao yang memiliki umur yang seragam.

2.2.1 Karakteristik tanah

Karakteristik tanah meliputi N, P, K tersedia. Pengukuran N dilakukan menggunakan metode Kjeldal (Anon, 2005), P dan K diukur menggunakan metode Olsen (Olsen & Sommers 1982) Boron diukur menggunakan metode morgan-Wolf dan karbon organik diukur menggunakan metode oksidasi (Anonym, 2005)

2.2.2 Karakter fisiologi

Karakter fisiologis yang diukur adalah kadar klorofil daun, laju fotosintesis, dan kandungan CO₂ daun. Karakter fisiologis diukur menggunakan LICOR 6300.

2.2.3 Komponen hasil (Kuantitas)

Komponen hasil yang diamati meliputi jumlah buah/pohon dan bobot biji/buah.

2.2.4 Komponen Kualitas Biji

Komponen kualitas biji yang diukur adalah kadar lemak, protein dan *bean count*. *Bean count* dihitung dengan cara menimbang biji kakao sampai mencapai bobot 100 gram, lalu jumlah 100 gram biji tertimbang dihitung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Tanah

Hasil karakteristik tanah terpilih (Tabel 1) menunjukkan bahwa kadar P, K dan B berbeda signifikan pada status kesuburan tanah yang berbeda. Sedangkan kadar N tersedia, bahan organik, pH dan C/N tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan antara status kesuburan tanah.

3.2 Karakter Fisiologis

3.2.1 Kadar Klorofil daun

Hasil pengamatan kadar klorofil (Tabel 2) menunjukkan bahwa kadar klorofil a, b

dan total pada perlakuan status kesuburan tinggi lebih tinggi dibandingkan dengan kadar klorofil pada status kesuburan tanah rendah. Meskipun status ketersediaan N pada kedua status kesuburan tanah tersebut tidak berbeda. Kondisi ini menyiratkan bahwa kandungan klorofil daun tidak semata hanya dipengaruhi oleh ketersediaan unsur N dalam tanah, akan tetapi dipengaruhi oleh P, K dan B. Unsur tersebut menstimulasi penyerapan unsur hara termasuk N. Dewi (2020) melaporkan bahwa tanaman kakao yang ditanam pada status kesuburan tanah tinggi memiliki serapan nutrisi N, P, K dan Boron lebih tinggi dibandingkan dengan status kesuburan tanah rendah. Unsur-unsur tersebut dilaporkan dapat meningkatkan serapan air melalui peningkatan pertumbuhan akar, konduktivitas hidroulik dan simbiosis dengan jamur VAM (Radin & Boyer, 1982; Jiyang *et al.*, 2007; Giri & Mukerji, 2004; dan Xu X *et al.* 2020). Lebih lanjut dituliskan bahwa posfor, kalium dan boron juga dilaporkan mampu mensintesis berbagai enzim yang digunakan untuk mensintesis klorofil (Cola *et al.* 2008 ; Sannazarro, *et al.*, 2006; Wang *et al.* 2019; Cocaliadish *et al.* 2014).

Table 1. Sifat dan Karakter Tanah Terpilih

Karakter	Rendah	Tinggi
P Tersedia (ppm)	5.91 *	8.06*
N tersedia	0.15 ^{ns}	0.12 ^{ns}
K Tersedia	0.29*	1.23*
B tersedia	0.043	0.106*
pH	5.15 ^{ns}	5.25 ^{ns}
Bahan Organik	2.45 ^{ns}	2.57 ^{ns}
C/N	9.34 ^{ns}	12.97 ^{ns}
Status tanah	Acyd	Acyd

Keterangan: (*) berbeda signifikan, (ns) tidak berbeda signifikan (Dewi, 2020).

Tabel 2. Kadar Klorofil Daun (mg/g Bobot Segar Daun) Beberapa Klon Kakao pada Status Kesuburan Tanah yang Berbeda

Klon	Kadar klorofil daun (mg/g bobot segar daun)					
	A		B		Total	
	Status Kesuburan Tanah		Status Kesuburan Tanah		Status Kesuburan Tanah	
	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah
	0.4244a	0.2540b	0.5312a	0.4060b	0.5155a	0.4216b
RCC 70	0.4083p	0.2615q	0.6069p	0.4197pq	0.5073pq	0.4574pq
RCC 71	0.4581p	0.2613q	0.5593p	0.3798q	0.4903pq	0.4202pq
KKM 22	0.4069p	0.2392q	0.4271pq	0.4189aq	0.5488p	0.3872q

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Tukey (taraf uji 5%).

3.2.2 Laju Fotosintesis, kandungan CO_2 daun, Kandungan H_2O daun

Hasil menunjukkan bahwa status kesuburan tanah tinggi memperlihatkan laju fotosintesis yang lebih tinggi dibandingkan status kesuburan tanah rendah (Tabel 3). Kandungan CO_2 dan H_2O pada status kesuburan tanah tinggi lebih tinggi yang menyebabkan bahan utama yang akan direduksi pada proses fotosintesis juga lebih banyak. Perbedaan laju fotosintesis juga terjadi pada masing masing klon pada tiap status kesuburan tanah. Klon RCC 70 memperlihatkan hasil laju fotosintesis yang lebih tinggi dibandingkan klon lainnya. Dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman, fotosintesis adalah hal yang paling penting karena merupakan satu satunya penyedia energi dan bahan makanan untuk semua bagian dan proses yang terjadi dalam tanaman (Cocaliadis *et al.* 2014). Status kesuburan tanah menunjang peningkatan laju fotosintesis dengan menyediakan bahan untuk proses tersebut. Ini sejalan dengan beberapa penelitian yang menyebutkan bahwa kapasitas fotosintesis sangat dipengaruhi oleh unsur hara (Koch, 1996; Koch, 2004; Cocaliadis *et al.*, 2014; Suarez-salazar *et al.*, 2018)

3.2.3 Densitas stomata, lebar bukaan stomata dan laju transpirasi

Transpirasi adalah proses pengeluaran H_2O dari dalam tanaman, proses ini penting karena akan berpengaruh terhadap penyerapan air dan unsur hara. Akan tetapi, laju transpirasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan laju penyerapan air akan menyebabkan tanaman kekurangan air. Tabel 4 menunjukkan bahwa laju transpirasi pada lahan dengan status kesuburan tanah rendah lebih tinggi dibandingkan dengan status kesuburan tanah tinggi.

Penggunaan klon juga memperlihatkan perbedaan yang signifikan terhadap laju transpirasi, klon RCC 71 memperlihatkan laju transpirasi tertinggi. Peningkatan laju transpirasi pada status kesuburan tanah rendah dan pada penggunaan klon RCC 71 disebabkan karena lebar bukaan stomata yang lebih lebar. Hal tersebut sejalan dengan beberapa penelitian yang menuliskan bahwa lebar bukaan stomata akan berpengaruh terhadap laju transpirasi dan kadar gas dalam daun tanaman (Schroder *et al.* 2001; Schwendenmann *et al.* 2010; de Almeida *et al.* 2016; Avila-Lovera *et al.* 2016; Zakariya & Prawoto, 2015; Balishama, 2013).

Tabel 3. Laju Fotosintesis, Kandungan CO_2 dan Kandungan H_2O Daun dan Laju Transpirasi Beberapa Klon Kakao pada Status Kesuburan Tanah yang Berbeda

Klon	Fotosintesis ($\mu\text{mol } CO_2/\text{m}^2/\text{s}$)		Kandungan CO_2 ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)		Kandungan H_2O (mmol/mol)	
	Status Kesuburan Tanah		Status Kesuburan Tanah		Status Kesuburan Tanah	
	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah
	164.1222a	149.1111b	413.7029a	314.4835b	37.39a	34.01b
RCC 70	168.9000p	159.2000q	424.9233p	336.2418q	35.69pq	37.36p
RCC 71	163.9333q	144.3333r	422.1587p	307.7367q	38.87p	32.14r
KKM 22	168.9000p	139.0667r	394.0267p	299.4720q	37.61p	32.60r

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Tukey (taraf uji 5%).

Tabel 4. Rata Rata Densitas Stomata, Lebar Bukaan Stomata Laju Transpirasi Beberapa Klon Kakao pada Status Kesuburan Tanah yang Berbeda

Klon	Densitas Stomata (unit / mm^2)		Lebar Bukaan Stomata (μm)		Laju Transpirasi ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{jam}$)	
	Status Kesuburan Tanah		Status Kesuburan Tanah		Status Kesuburan Tanah	
	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah
	1052.39a	997.19b	0.65b	0.72a	25.22 b	41.23 a
RCC 70	1071.30p	1057.16p	0.61q	0.64pq	22.39 b	37.56b
RCC 71	1049.00p	984.50p	0.69pq	0.76p	33.50a	43.93a
KKM 22	1036.86p	949.92p	0.65pq	0.75p	33.59a	42.20a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Tukey (taraf uji 5%).

3.3 Komponen Hasil

Dari hasil pengamatan komponen hasil (Tabel 5) diperoleh hasil bahwa status kesuburan tanah tinggi tidak memperlihatkan perbedaan pada jumlah biji/buah, jumlah biji perbuah lebih dipengaruhi oleh penggunaan masing masing klon. Klon RCC 70 memperlihatkan jumlah biji/buah yang lebih banyak dibandingkan klon KKM dan RCC 71 baik pada status kesuburan tanah tinggi maupun pada status kesuburan tanah rendah. Produksi perhektar tertinggi diperlihatkan pada status kesuburan tanah tinggi yaitu 0.48 ton/ha/panen hasil ini berbeda dengan status kesuburan tanah rendah yang hanya mampu memberikan produksi sebesar 0.26 ton/ha. Produksi yang tinggi pada status kesuburan tanah tinggi disebabkan karena laju fotosintesis dan kandungan CO₂ daun lebih tinggi sedangkan laju transpirasi lebih rendah. Laju fotosintesis yang tinggi menyebabkan asimilat yang dihasilkan lebih banyak sehingga laju pengisian biji lebih cepat yang selanjutnya mempengaruhi berat biji. Tiga klon memperlihatkan respon yang sama ketika ditumbuhkan pada status kesuburan tanah yang berbeda. Masing masing klon RCC 70, RC71 dan KKM 22 memberikan hasil sebesar 0.64 ton/ha/panen, 0.40 ton/ha/panen dan 0.42 ton/ha/panen

(berturut-turut). Akan tetapi berbeda halnya ketika ditanam pada status kesuburan tanah rendah, ketiga klon tersebut mengalami laju penurunan produksi sebesar 65.62 %, 47,5 % dan 52.38 % berturut turut. Laju penurunan produksi yang terjadi pada ketiga klon tersebut disebabkan karena pada status kesuburan tanah rendah tanaman tidak mampu menyerap unsur hara yang lebih tinggi khususnya N. Hal ini sejalan dengan Dewi HS (2020) yang melaporkan bahwa status kesuburan tanah rendah menyebabkan tanaman kakao menyerap N lebih rendah. Serapan N yang rendah menyebabkan pembentukan klorofil rendah yang kemudian menyebabkan kapasitas fotosintesis yang rendah. Namun demikian hasil yang ditunjukkan pada status kesuburan tanah tinggi maupun pada status kesuburan tanah rendah masih jauh dari potensi produksi kakao indonesia yang mencapai $\pm 1,5-3$ ton/ha (Wahyudi *et al.*, 2008)

3.4 Komponen Kualitas

3.4.1 Bean count

Hasil menunjukkan bahwa *bean count* pada status kesuburan tanah tinggi lebih sedikit dibandingkan dengan status kesuburan tanah

Tabel 5. Produksi, Bobot biji/buah, Jumlah Buah/pohon Jumlah Biji/Buah Beberapa Klon Kakao pada Status Kesuburan Tanah yang Berbeda

Klon	Produksi (ton/ha panen)		Bobot Biji/buah (g)		Jumlah Buah /pohon (buah)		Jumlah Biji/buah (biji)	
	Status Kesuburan Tanah							
	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah
	0.48 a	0.26b	32.90 a	29.68b	14.24a	9.01b	38.36a	38.85a
RCC 70	0.64p	0.22r	46.74p	37.40q	13.93p	8.06q	42.85p	43.09p
RCC 71	0.40q	0.21r	30.26r	26.08r	13.93p	9.53q	35.70q	35.81q
KKM 22	0.42q	0.20r	28.36r	25.55r	14.86p	9.43q	36.75q	36.17q

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Tukey (taraf uji 5%).

Tabel 6. Bean Count (biji/100 gram) dan Grade Bean Count Berdasarkan SNI Beberapa Klon Kakao pada Status Kesuburan Tanah yang Berbeda

Klon	Bean Count (biji/100 gram)		Grade berdasarkan SNI	
	Status Kesuburan Tanah		Status Kesuburan Tanah	
	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah
	110.9102b	128.3256a	B	S
RCC 70	98.6669r	116.9101q	A	C
RCC 71	109.7730qr	132.4204pq	B	S
KKM 22	124.292qr	135.6463p	S	S

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Tukey (taraf uji 5%).

Tabel 7. Rata Rata Kadar Lemak dan Kadar Protein Biji Beberapa Klon Kakao pada Status Kesuburan Tanah yang Berbeda

Klon	Kadar Lemak (%)		Kadar Protein (%)	
	Status Kesuburan Tanah		Status Kesuburan Tanah	
	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah
	42.59a	39.11b	12.03a	11.34a
RCC 70	42.71p	39.58q	12.38p	11.82p
RCC 71	42.56p	39.10r	9.07p	12.01p
KKM 22	42.52p	38.65r	12.56p	12.26p

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Tukey (taraf uji 5%).

rendah (Tabel 6). demikian halnya pada penggunaan klon klon RCC 70 memperlihatkan *bean count* yang lebih sedikit dibandingkan dengan klon yang lain pada masing masing status kesuburan tanah. *Bean count* menjadi penting karena merupakan standar kualitas nasional dan menjadi pensyarat biji lolos ekspor. *Bean count* yang dapat di ekspor adalah *bean count* dengan grade A dan grade B. Hasil menunjukkan bahwa *bean count* yang dihasilkan pada status tanah tinggi masuk dalam grade SNI dengan kode B sedangkan status kesuburan tanah rendah berada pada grade S yang artinya tidak masuk dalam benih kualitas ekspor. Rendahnya *bean count* pada status kesuburan tanah dikaitkan dengan kemampuan *sink* dan *sources* dalam mengalokasikan dan menggunakan hasil fotosintat dalam bentuk asimilat. Pada Status kesuburan tanah rendah laju transpirasi tinggi menyebabkan *sink* yang seharusnya ditranslokasikan kebagian buah digunakan untuk proses tersebut. Hal ini sejalan dengan Hedley (2016) yang melaporkan bahwa berat benih lebih ringan disebabkan karena laju transpirasi pada tanaman lebih tinggi.

3.4.2 Kadar lemak dan Kadar Protein

Kadar lemak merupakan salah satu ukuran standar kualitas biji kakao. Biji kakao yang bermutu tinggi memiliki kadar lemak dengan kisaran 50-58% dari berat kering biji (Wahyudi *et al.*, 2008). Hasil Menunjukkan bahwa tingkat kesuburan tanah berbeda signifikan terhadap kadar lemak akan tetapi tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan pada kadar protein biji (Tabel 7). Kadar lemak pada status kesuburan tanah tinggi lebih tinggi dibandingkan kadar lemak pada dua status kesuburan tanah lainnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa status kesuburan tanah tinggi menyebabkan peningkatan aktifitas fisiologis diantaranya kandungan klorofil daun, laju fotosintesis dan juga kandungan CO₂ dan H₂O daun. Aktifitas fisiologis yang meningkat pada saat perkembangan buah menyebabkan jumlah buah dan produksi dan mutu biji yang dihasilkan pada status kesuburan tanah ini lebih tinggi dibandingkan dengan status kesuburan tanah rendah. Sementara itu Penggunaan Klon RCC 70 pada setiap status kesuburan tanah memperlihatkan karakter fisiologis dan hasil yang lebih baik dibandingkan klon KKM 22 dan RCC 71.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dirjen Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah memfasilitasi penelitian ini melalui hibah Tim Pascasarjana Tahun Anggaran 2018 No 1176 / DITLIT/DIT-LIT/2018. Tidak ada konflik kepentingan yang dihasilkan pada penelitian ini

6. DAFTAR PUSTAKA

- Afoakwa, E. O., A. Peterson, & M. Flower. 2007. Review: Factor Influencing and Texture and Qualities in Chocolate. *Trends in Food Science & Technology*. 18: 290- 298
- Andujar, I., M. C. Recio, R. M. Giner, & J. L. Rios. 2012. Cocoa Polyphenols and Their Potential Benefits for Human Health - Review Article. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2022: 1-23.
- Anonim. 2005. Jurnal kimia. Balai Penelitian Tanah. Bogor. Indonesia

- Araque O., R. E. Jaimez, W. Tezara, I. Coronel, Ulrich, & W. Espinoza. 2012. Comparative Photosynthesis, Water Relations, Growth and Survival Rates in Juvenile Criollo Cacao Cultivars (*Theobroma cacao*) during Dry and Wet Seasons. *Experimental Agriculture* 48 (4): 513-522.
- Avila-Lovera, E., I. Coronel, R. Jaimez, R. Ulrich, G. Pereyra, & O. Araque. 2016. Ecophysiological Traits of Adult Trees of Criollo Cacao Cultivars (*Theobroma cacao* L.) From a Germplasm Bank in Venezuela. *Experimental Agriculture*. 52 (1): 137-153.
- Balasingh, S., E. Apsara, & C. T. Jos. 2013. Genotypic Variations in Chlorophyll Fluorescence and Stomatal Conductance of Cocoa in Relation to Drought Tolerance. *Journal of Plantation Crops*. 41(1): 40-45 D.
- Cocaliadis M. F., R. M. Fernandez, C. Pons, D. Orzaez, & A. Granell. 2014. Increasing Tomato Fruit Quality by Enhancing Fruit Chloroplast Function. A Double-Edged sword? *Journal of Experimental Botany* 65: 4589–4598.
- Colla G., Y. Rouphael, M. Cardarelli, M. Tullio, C. M. Rivera, & E. Rea . 2008. Alleviation of Salt Stress by Arbuscular Mycorrhizal in Zucchini Plants Grown at Low and High Phosphorus Concentration. *Biology Fertility of Soils*. 44: 501–509
- De Almeida J., W. Tezara, & A. Herrera. 2016. Physiological Responses to Drought and Experimental Water Deficit and Waterlogging of Four Clones of Cacao (*Theobroma cacao* L.) Selected for Cultivation in Venezuela. *Agriculture Water Management*. 171: 80–88.
- Dewi HS, E. S., P. Yudono P., E. T. S. Putra, & B. H. Purwanto. 2020. Physiological and Biochemical Activities of Cherelle wilt on Three Cocoa Clones (*Theobroma cacao* L.) under Two of Soil Fertility. *Biodiversitas*: 21 (1): 187-184.
- Dewi HS, E. S., 2021. Tingkat Layu pentil (*cherelle wilt*) pada Berbagai Klon Kakao (*Theobroma cacao* L). *Agropet*. 18 (1): 1-13
- Dewi HS, E. S., P. Yudono, E. T. S. Putra E, & B. H. Purwanto. 2020. Minimalisasi Layu Pentil (*cherelle wilt*) Kakao melalui Kanajemen Nutrisi Boron. *Disertasi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Giri B, & K. Mukerji. 2004. Mycorrhizal Inoculant Alleviates Salt Stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandiflora* under Field Conditions: Evidence for Reduced Sodium and Improved Magnesium Uptake. *Mycorrhiza* (14) :307–312
- Gunalan, G., R. Subhasini., U.S. Mahadeva Rao, & P. Sumathi. 2010, A Comparative Phytochemical Analysis of Cocoa and Green Tea. *Indian Journal of science and Technology*. 3 (2): 188-192.
- ICCO (International Cocoa Organization). 2015. Querty Bulletin of Cocoa Statistics. 40 (1).
- Jiang H. M., J. C. Yang, & J. F. Zhang. 2007. Effect of External Phosphorus on The Cell Ultra Structure and The Chlorophyll Content of Maize Under Cadmium and Zinc Stress. *Enviromental pollution*. 147: 750-756
- Kim, J., K. W. Lee & H. J. Lee. 2011. *Cocoa (Theobroma cacao L) Seeds and Phytochemicals in Human Health*. Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention Elsevier Inc. 351–360
- Koch, K. E. 1996. Carbohydrate-modulated Gene Expression in Plants. *Annual Review of Plant Biology*. 47(1): 509-540.
- Koch, K. 2004. Sucrose Metabolism: Regulatory Mechanisms and Pivotal Roles in Sugar Sensing and Plant Development. *Current opinion in plant biology*. 7 (3): 235-246.
- Kongor. E. J., M. Hinneh., D.V. D Walle, & E. O. Afoakwa. 2016. Factors Influencing Quality Variation in Cacao (*Theobroma Cacao*) Bean Profile: A Review. *Journal Food research International. Elsavier*. 82: 44-52.
- Laza. R. C., B. Bergman & B. S. Vergara. 1993. Cultivar Differences in Growth and Chloroplast, Ultrastructure In Rice as Affected by Nitrogen. *Journal Botani*. 44:1643-1648.
- Lu. C., J. Zhang, Q. Zhang, L. Li, & T. Kuang. 2001. Modification of Fotosystem II Photochemistry in Nitrogen Deficient maize and Wheat Plants. *Journal Of Plant physiology* 158:1423-1430,
- Mei-Li, Y. E., M. Elson, D. Zhang, R. C. Sicher, H. Li, L. W. Meinhard, & V. Baligar, 2013. Physiological Traits and Metabolites of Cacao Seedlings Influenced by Potassium in Growth Medium. *American Journal of Plant Sciences* 4: 1074-1080.
- Mowidu. I, & E. S. Dewi HS. 2022. Rekayasa Lingkungan Perakaran melalui Sistem Rorak untuk Meningkatkan Serapan pada Tanaman Kakao. *Agropet*. 19 (1): 9-15.

- Ololade, I. A., I. R. Ajay, A. E. Gbadamosi, O. Z. Mohammed, & A. G. Sunday. 2010. Study on Effect of Soil Physico-Chemical Properties on Cocoa Production in Ondo State. *Modern Applied Science*. 4 (5):1-9.
- Paramo, Y. J. P., A. G. Carabali & J. C. M Flores., 2016, Influence of The Relationship Among Nutrients on Yield of Cocoa (*Theobroma cacao* L) Clones. *Acta Agronomy*. 62 (2) : 176-182.
- Radin, J. W. & Boyer, J. S. 1982. Control of Leaf Expansion by Nitrogen Nutrition in Sunflower Plants. Role Hydraulic Conductivity and Turgor. *Plant Physiology*. 69: 771-775
- Rubiyo. 2013. Inovasi Teknologi Perbaikan Bahan Tanam Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Indonesia. Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri. 4 (3): 99-214.
- Schroeder J. I., G. J. Allen., V. Hugouvieux, J. M. Kwak, & D. Waner. 2001. Guard Cell Signal Transduction. *Annual Review Plant Physiol Plant Mol Biol*. 52: 627-658
- Schwendenmann L., E. Veldkamp, G. Moser., D. Hiölscher, M. Kähler., Y. Clough, I. Anas, G. Djajakirana, S. Erasmi, D. Hertel, D. Leitner, C. Leuschner, B. Michalzik, P. Propastin., A. Tjoa, T. Tschardt, & O. Straaten. 2010. Effects of an Experimental Drought on The Functioning of A Cacao Agroforestry System, Sulawesi, Indonesia. *Glob Chang Biol*. 16 (5): 1515-1530.
- Sannazzaro, A. I., R. A. Oscar, Edgardo, & M. Ana. 2006. Alleviation of Salt Stress in *Lotus glaber* by *Glomus intraradices*. *Plant Soil*. 285:279-287
- Taiz, L. & E. Zeiger. 2006. *Plant Physiology*. 4th Edition Online. Sinauer Ass, Inc
- Wen, G., N. Athyna, A. Cambouris, A. Bertrand, Z. Ziadi, H. Li, & M. Khelifi. 2019. Nitrogen Fertilization Effects on The Leaf Chemical Concentrations in Russet Burbank potato. *Field Crops Research*. 232: 40-48
- Wahyudi, T., Pujianto & Misnawi 2015. *Kakao: Sejarah, Botani, Proses Produksi, Pengelolaan Lahan dan Perdagangan*. Gadjah Mada University Press. Jogjakarta
- Xu, X., X. Du., F. Wang., J. Sha., Q. Chen, G. Tian, Z. Zhu, S. Ge & Y. Jiang. 2020. Effects of Potassium Levels on Plant Growth, Accumulation and Distribution of Carbon, and Nitrate Metabolism in Apple Dwarf Rootstock Seedlings. *Frontiers in Plant Science*. 11: 904.
- Zakariyya, F. & A. Prawoto. 2015. Stomatal Conductance and Chlorophyll Characteristic and Their Relationship with Yield of Some Cocoa Clones under *Tectonia grandis*, *Leucaena* sp., *Casia surattensis*. *Pelita Perkebunan*. 31 (2): 99-108
- Zuaareez, S. J. C., L. M. Melgarejo, F. Casanoves, J. A. Di-Rienzo, F. M. Da Matta, & C. Armas. 2018. Photosynthesis Limitations in Cacao Leaves under Different Agroforestry Systems in The Colombian Amazon. *Plos one*. 13 (11): e0206149.