

Aplikasi Actinomycetes Kulit Buah Kakao dan Inokulasi Actinomycetes Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L*) Sambung Pucuk

Application of Actinomycetes on Cocoa Fruit Skin and Inoculation of Actinomycetes on the Growth of Grafted Cocoa Plants (*Theobroma Cacao L*)

Rusnadi Padjung*, Nasaruddin, Arfina Shalsabila

Departemen Budidaya Pertanian, Universitas Hasanuddin, Tamalanrea, Makassar, 90241-90245, Indonesia

*E-mail: rusnadi2015@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh interaksi aplikasi pemberian biochar kulit buah kakao dan inokulasi Actinomycetes yang dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman kakao. Penelitian ini dilaksanakan dari September 2022 sampai Januari 2023, di Plantation Nusrery Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, Kecamatan Talamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk percobaan faktorial 2 faktor menggunakan Rancangan Acak Kelompok sebagai rancangan lingkungannya. Percobaan terdiri atas 2 faktor, faktor pertama adalah pemberian Actinomycetes kulit buah kakao yang terdiri dari 3 taraf yaitu tanpa pemberian Actinomycetes, Actinomycetes 1,5 kg/pohon dan Actinomycetes 2 kg/pohon. Sedangkan faktor kedua adalah pemberian Actinomycetes yang terdiri dari 4 taraf yaitu tanpa Actinomycetes, Actinomycetes 20 106 CFU/mL, Actinomycetes 40 106 CFU/mL, dan Actinomycetes 60 106 CFU/mL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara pemberian Actinomycetes kulit buah kakao dengan Actinomycetes berpengaruh terhadap LMA (0,003095). Perlakuan Actinomycetes kulit buah kakao memberikan hasil tertinggi pada parameter diameter batang (37,04 mm), jumlah daun (22,97 helai), luas daun (1212,6 cm², indeks luas daun (0,39), klorofil a (206,1 µmol.m⁻²), klorofil b (yaitu 85,1 µmol.m⁻²), klorofil total (286,7 µmol.m⁻²), dan intersepsi cahaya (2610,0). Perlakuan Actinomycetes memberikan hasil tertinggi pada parameter jumlah daun (23,87 helai), Luas daun (1185,2 cm²), dan indeks luas daun (0,38).

Kata Kunci: Actinomycetes, kakao, kulit buah kakao.

ABSTRACT

This study aims to determine and study the effect of giving cocoa pod Actinomycetes with Actinomycetes on the growth of shoot grafting cocoa. This research was conducted from September 2022 to January 2023, at the Plantation Nusrery, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University, Talamalanrea District, Makassar City, South Sulawesi. This research was conducted in the form of a 2-factor factorial experiment using a randomized block design as the environmental design. The experiment consisted of 2 factors, the first factor was the administration of cocoa pod husk Actinomycetes which consisted of 3 levels, namely without the addition of Actinomycetes, 1.5 kg Actinomycetes/tree and 2 kg Actinomycetes/tree. While the second factor was the administration of Actinomycetes which consisted of 4 levels namely without Actinomycetes, Actinomycetes 20 106 CFU/mL, Actinomycetes 40 106 CFU/mL, and Actinomycetes 60 106 CFU/mL. The results showed that the interaction between the administration of cocoa pod Actinomycetes and Actinomycetes had an effect on LMA (0.003095). Actinomycetes treatment of cocoa pod shells gave the highest yields on the parameters of stem diameter (37.04 mm), number of leaves (22.97 strands), leaf area (1212.6 cm², leaf area index (0.39), chlorophyll a (206.1 µmol.m⁻²), chlorophyll b (ie 85.1 µmol.m⁻²), total chlorophyll (286.7 µmol.m⁻²), and light intercept (2610, 0) The Actinomycetes treatment gave the highest results on the parameters of number of leaves (23.87), leaf area (1185.2 cm²), and leaf area index (0.38).

Keywords: Actinomycetes, Cocoa pod shell, Cocoa, Actinomycetes.

Keywords: actinomycetes, cocoa, cocoa pod shell.

PENDAHULUAN

Kakao adalah salah satu dari beberapa komoditas hasil perkebunan yang berpengaruh terhadap perekonomian di Indonesia. Biji kakao beserta olahannya merupakan salah satu komoditas ekspor penghasil devisa negara selain minyak dan gas. Kakao memiliki kontribusi yang sangat penting bagi struktur perekonomian Indonesia terutama sebagai penyedia lapangan kerja nasional karena mampu menyerap tenaga kerja yang besar. Semakin tingginya tingkat ekspor dan konsumsi kakao Indonesia dan dunia menunjukkan bahwa potensi pasar kakao masih tinggi di pasar internasional.

Secara nasional pada tahun 2020 luas areal perkebunan kakao tercatat 1.528.400 ha (Badan Pusat Statistik, 2020). Provinsi Sulawesi Selatan menempati posisi kedua sebagai provinsi penghasil biji kakao terbesar di Indonesia. Terdapat kecenderungan penurunan produksi kakao di Sulawesi Selatan pada kurun waktu 2018-2020 yaitu 125 ton, 118.775 ton, dan 106,582 ton (Badan Pusat Statistik, 2021). Produksi kakao di Sulawesi Selatan cenderung mengalami penurunan diakibatkan oleh berbagai macam faktor, diantaranya adalah degradasi lahan dan tingkat kualitas lahan. Penggunaan bahan kimia yang berlebihan dan penggunaan

pupuk anorganik yang berkesinambungan menyebabkan penurunan dan kemampuan produktivitas tanaman sehingga terjadi degradasi lahan yang menyebabkan menurunnya kadar bahan organik dan hara disekitar perakaran (Nasaruddin, 2022). Salah satu cara yang dapat dilakukan guna mengelola dan memperbaiki pertumbuhan awal tanaman yaitu dengan pemanfaatan pupuk alami dan penggunaan mikroba. Tanah yang cocok untuk pertumbuhan tanaman harus memiliki kondisi fisik, kimia dan biologis yang baik sehingga dapat mendukung produktivitas tanaman yang tinggi dan berkelanjutan. Upaya yang dapat dilakukan guna memperbaiki kesuburan tanah dan ekosistem lahan diantaranya adalah penggunaan Actinomycetes dari kulit buah kakao dan dibantu oleh aktivitas bakteri anatara lain Actinomycetes.

Actinomycetes adalah bahan organik hasil proses pembakaran tak sempurna dengan oksigen terbatas. Sampah hasil pertanian yang sulit untuk didekomposisi dapat dikonversi menjadi pembenah tanah misalnya kulit buah kakao. Limbah kulit buah kakao yang dibuang di areal perkebunan dapat menimbulkan masalah pencemaran tanah. Limbah kulit buah kakao memiliki potensi untuk dijadikan sebagai pembenah tanah jika diolah menjadi

Actinomycetes. Actinomycetes dapat menjadi solusi dalam meningkatkan penyimpanan air dalam tanah sehingga dapat digunakan secara maksimal oleh tanaman, terutama di musim kemarau yang menyebabkan kekeringan sehingga tanaman kekurangan asupan air. Hasil penelitian Nurida dan Rahman (2011) membuktikan bahwa di lahan kering pemberian formula pembenah tanah Actinomycetes dengan konsentrasi 5,0-7,5 t ha⁻¹ mampu memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, antara lain dengan meningkatnya persentase pori air tersedia, C-organik, P-tersedia, K total, KTK dan respirasi mikroorganisme di dalam tanah.

Aplikasi Actinomycetes pada lahan pertanian mampu memberikan peningkatan pada kapasitas tukar kation tanah (KTK), kation utama, fosfor dan N total. Dengan memanfaatkan Actinomycetes sebagai bahan pembenah tanah maka Actinomycetes akan berikatan langsung dengan unsur hara sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Arham et al., 2020 membuktikan bahwa Actinomycetes kulit buah kakao dapat memberikan pengaruh terhadap kesuburan kimia pada lahan. Kandungan hara pada Actinomycetes kulit buah kakao dapat memberikan dampak yang baik terhadap

kesuburan tanah yang ditunjukkan dengan adanya perubahan reaksi pH, kandungan C-organik, KTK, N-total, P, K, Ca dan Mg pada lahan sebelum pengaplikasian dan setelah pengaplikasian Actinomycetes kulit buah kakao.

Selain penggunaan bahan organik, mikroorganisme tanahpun memegang peranan penting untuk mengoptimalkan lahan-lahan kritis yang makin hari potensinya semakin menurun karena pemakaian pupuk anorganik dan pestisida yang berlebihan dan berkelanjutan. Jenis mikroorganisme yang sering digunakan yaitu bakteri Actinomycetes. Bakteri Actinomycetes di dalam tanah mempunyai peranan penting untuk mempermudah proses dekomposisi bahan-bahan organik kompleks misalnya lignin, selulosa dan bahan berpati lainnya. Actinomycetes juga memiliki kemampuan menjaga akar tanaman dari invensi jamur patogen karena dapat membentuk antibiotik dan enzim ekstra seluler yang dapat merombak dinding sel jamur (Fitriana, 2021).

Penggunaan Actinomycetes dapat memproduksi metabolit sekunder dan dapat berperan menjadi agen biokontrol tanah. Actinomycetes dapat mengkolonisasi jaringan tanaman inang dan tidak bersaing dengan musuh alami. Pengaplikasian Actinomycetes bisa dilakukan mudah karena

sporanya memiliki kemampuan yang tahan panas dan kekeringan (Sahur, 2021). Penelitian yang dilakukan Sahur et al., (2018), memperlihatkan hasil mikroba Actinomycetes mampu meningkatkan pertumbuhan dan nutrisi tanaman serta menguntungkan kolonisasi akar kedelai. Inokulasi dengan kedua jenis mikroorganisme tersebut menunjukkan efek sinergis terhadap parameter peningkatan pertumbuhan tanaman dan perolehan hara. Hasil penelitian ini mendukung penggunaan Actinomycetes sebagai pemacu pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilaksanakan penelitian ini untuk mengetahui dan mempelajari pentingnya pemberian perlakuan Actinomycetes kulit buah kakao dan aplikasi inokulasi Actinomycetes terhadap pertumbuhan tanaman kakao belum menghasilkan dalam upaya peningkatan kualitas kakao dan kesuburan tanah

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di Plantation Nursery Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, yang berlokasi di Kecamatan Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Kegiatan penelitian berlangsung selama kurang lebih lima bulan, yaitu dari September 2022 hingga Januari 2023.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peralatan lapangan dan laboratorium, antara lain cangkul, drum, ember, gunting, meteran, penggaris, sprayer, timbangan analitik, lux meter, Chlorophyll Content Meter (CCM), kuteks bening, mortar, cawan petri, tabung reaksi, erlenmeyer, pipet tetes, jarum ose, spatula, pembakar bunsen, Laminar Air Flow, gelas ukur, rak tabung, alat suntik, kamera, alat tulis-menulis, aplikasi Petiole, serta laptop. Adapun bahan yang digunakan terdiri atas bibit kakao varietas S2 berumur enam bulan, Actinomycetes, kulit buah kakao, pupuk kandang, pupuk NPK, plang perlakuan, akar tanaman kakao, media Tap Water Yeast Extract (TWYE), media Natrium Broth (NB), aquades, alkohol 70% dan 90%, larutan KOH, air steril, serta aluminium foil.

Penelitian ini disusun dalam bentuk percobaan faktorial dua faktor dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) sebagai rancangan lingkungan. Faktor pertama adalah pemberian Actinomycetes berbahan kulit buah kakao (a) yang terdiri atas tiga taraf, yaitu tanpa Actinomycetes (a₀), Actinomycetes 1 kg per pohon (a₁), dan Actinomycetes 2 kg per pohon (a₂). Faktor kedua adalah konsentrasi Actinomycetes (b) yang terdiri atas empat taraf, yaitu tanpa Actinomycetes (b₀), Actinomycetes 20×10^6

CFU/mL (b1), Actinomycetes 40×10^6 CFU/mL (b2), dan Actinomycetes 60×10^6 CFU/mL (b3). Kombinasi kedua faktor menghasilkan 12 kombinasi perlakuan, masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Setiap unit percobaan terdiri atas tiga tanaman, sehingga total unit percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 108 tanaman.

Pelaksanaan penelitian meliputi beberapa tahapan, yaitu persiapan lahan dan media tanam, pembuatan Actinomycetes berbahan kulit buah kakao, pengaplikasian Actinomycetes kulit buah kakao sesuai perlakuan, pengaplikasian pupuk dasar, aplikasi Actinomycetes dengan konsentrasi yang telah ditentukan, serta kegiatan pemeliharaan tanaman yang meliputi penyiraman, pengendalian gulma, dan pemantauan pertumbuhan tanaman selama penelitian berlangsung.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini mencakup parameter pertumbuhan, fisiologi, dan infeksi mikroba. Parameter pertumbuhan meliputi tinggi tanaman (cm), diameter batang (mm), jumlah daun (helai), luas daun (cm²), indeks luas daun, dan Leaf Mass Area (LMA) daun (g/cm²). Parameter fisiologis meliputi luas bukaan stomata (μm²), kerapatan stomata, kandungan klorofil a, klorofil b, klorofil total (μmol m⁻²), serta

intersepsi cahaya. Selain itu, dilakukan pula pengamatan terhadap tingkat infeksi Actinomycetes pada tanaman kakao.

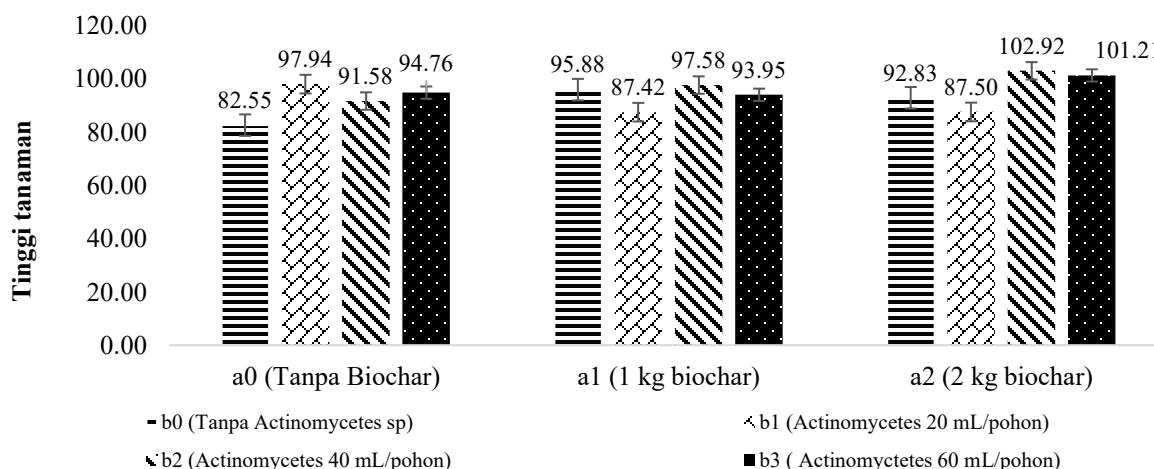
Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan bantuan program Microsoft Excel. Apabila hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh nyata atau sangat nyata dari perlakuan yang diberikan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tinggi tanaman (cm)

Hasil pengamatan rata-rata tinggi tanaman dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian Actinomycetes kulit buah kakao dan inokulasi Actinomycetes serta interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman

Gambar 1 menunjukkan rata-rata tinggi tanaman kakao tertinggi yaitu pada perlakuan Actinomycetes 2 kg/ pohon (a2) dengan inokulasi Actinomycetes 40 mL/Pohon dan rata-rata tinggi tanaman terendah adalah perlakuan tanpa Actinomycetes (a0) dengan tanpa pemberian Actinomycetes.



Gambar 1. Grafik Rata-Rata Tinggi Tanaman (cm) dengan Perlakuan *Actinomycetes* Kulit Buah Kakao dan Inokulasi *Actinomycetes* pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan

2. Diameter Batang (mm)

Hasil pengamatan rata-rata diameter batang dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian *Actinomycetes* kulit buah kakao berpengaruh nyata terhadap diameter batang bibit kakao.

Uji BNJ α 0,05 pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata diameter batang bibit kakao

sambung pucuk tertinggi pada perlakuan *Actinomycetes* kulit buah kakao 2 kg /pohon (a2) yaitu 37,04 mm berbeda nyata dengan tanpa pemberian *Actinomycetes* kulit buah kakao.

Tabel 1. Rata-Rata Diameter Batang (mm) pada Perlakuan *Actinomycetes* dan Inokulasi *Actinomycetes* Tanaman Kakao Umur 6 Bulan

Actinomycetes Kulit buah Kakao	Inokulasi Actinomycetes				Rata-rata	NP BNJ 0,05
	b0 0 mL /Pohon	b1 20 mL/ Pohon	b2 40 mL/ Pohon	b3 60 mL/Pohon		
a0 (0 kg)	30,33	32,42	30,44	32,29	31,37 b	5,32
a1 (1 kg)	34,90	34,67	32,84	32,00	33,60 ab	
a2 (2 kg)	34,77	40,41	38,29	34,71	37,04 a	
Rata-rata	33,33	35,83	33,86	33,00		

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama artinya tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ taraf kepercayaan α = 0,05

3. Jumlah daun (helai)

Hasil pengamatan rata-rata jumlah daun dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian

Actinomycetes kulit buah kakao dan inokulasi *Actinomycetes* berpengaruh nyata terhadap jumlah daun.

Uji BNJ α 0,05 Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah daun tertinggi pada perlakuan Actinomycetes kulit buah kakao 2 kg/pohon (a2) yaitu 22,97 helai berbeda nyata dengan tanpa pemberian

Actinomycetes kulit buah kakao. Rata-rata jumlah daun tertinggi pada perlakuan inokulasi Actinomycetes yaitu (b3) 23,87 helai berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pemberian Actinomycetes.

Tabel 2. Rata-Rata Jumlah Daun (Helai) pada Perlakuan Actinomycetes dan Inokulasi Actinomycetes pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan

Inokulasi Actinomycetes						
Actinomycetes Kulit buah	b0 (0 mL/Pohon)	b1 (20 mL/Pohon)	b2 (40 mL/Pohon)	b3(60 mL/Pohon)	Rata-rata	NP BNJ 0,05
a0 (0 kg)	20,11	20,81	21,00	23,89	21,45ab	3,98
a1 (1 kg)	17,25	19,78	18,06	20,64	18,93b	
a2 (2 kg)	19,78	20,64	24,36	27,08	22,97a	
Rata-rata	19,05 q	20,41 pq	21,14 pq	23,87 p		
NP BNJ 0,05			4,60			

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama artinya tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ taraf kepercayaan α = 0,05

4. Luas daun

Hasil pengamatan rata-rata luas daun dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian Actinomycetes kulit buah kakao berpengaruh nyata terhadap luas daun bibit kakao.

Uji BNJ α 0,05 Tabel 3. Menunjukkan bahwa rata-rata luas daun tertinggi pada perlakuan Actinomycetes kulit buah kakao 2

kg/pohon (a2) yaitu 1212,6 cm² berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pemberian Actinomycetes kulit buah kakao. Rata-rata luas daun tertinggi pada perlakuan inokulasi Actinomycetes yaitu 60 mL/Pohon (b3) 1185,2 cm² berbeda nyata dengan tanpa pemberian Actinomycetes.

Tabel 3. Rata-rata Luas Daun (cm²) pada Perlakuan Actinomycetes dan Inokulasi Actinomycete pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan

Inokulasi Actinomycetes						
Actinomycetes Kulit buah	b0(0 mL/Pohon)	b1(20 mL /Pohon)	b2(40 mL /Pohon)	b3(60 mL/ Pohon)	Rata-rata	NP BNJ 0,05
a0 (0 kg)	671,3	924,6	990,5	1025,6	903,0b	251,6
a1 (1 kg)	899,8	1179,7	1063,2	1095,5	1059,6a	

a2 (2 kg)	1027,7	1222,3	1165,9	1434,6	1212,6a
Rata-rata	866,3 q	1108,9 p	1073,2 p	1185,2 p	
NP					
BNJ 0,05			290,5		

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama artinya tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$.

5. Indeks luas daun

Hasil pengamatan rata-rata indeks luas daun dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian Actinomycetes kulit buah kakao dan inokulasi Actinomycetes berpengaruh nyata terhadap indeks luas daun bibit kakao. Uji BNJ α 0,05 Tabel 4. Menunjukkan bahwa rata-rata indeks luas daun tertinggi pada

perlakuan Actinomycetes kulit buah kakao 2 kg/Pohon (a2) yaitu 0,39 berbeda nyata dengan tanpa pemberian Actinomycetes kulit buah kakao. Rata-rata indeks luas daun tertinggi pada perlakuan inokulasi Actinomycetes 60 mL/Pohon yaitu 0,38 berbeda nyata dengan tanpa pemberian Actinomycetes.

Tabel 4. Rata-Rata Indeks Luas Daun pada Perlakuan Actinomycetes dan Inokulasi Actinomycetes pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan

Actinomycetes Kulit buah Kakao	Inokulasi Actinomycetes				Rata-rata	NP BNJ 0,05
	b0 (0 mL/Pohon)	b1 (20 mL/Pohon)	b2 (40mL /Pohon)	b3)60mL /Pohon)		
a0 (0 kg)	0,22	0,30	0,32	0,33	0,29b	
a1 (1 kg)	0,29	0,38	0,34	0,35	0,34ab	0,08
a2 (2 kg)	0,33	0,39	0,38	0,46	0,39a	
Rata-rata	0,28 q	0,36 p	0,35 pq	0,38 p		
NP						
BNJ 0,05			0,09			

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama artinya tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$

6. LMA Daun

Hasil pengamatan rata-rata LMA daun dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian Actinomycetes kulit buah kakao dan inokulasi Actinomycetes berinteraksi

terhadap LMA daun. Uji BNJ α 0,05 Tabel 5 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan Actinomycetes kulit buah kakao 1 kg/pohon + inokulasi Actinomycetes 60 mL/Pohon (a1b3) menghasilkan rata-rata LMA daun tertinggi yaitu 0,003095 gr/cm². Kombinasi

perlakuan a2b3 berbeda nyata dengan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan kombinasi perlakuan a0b3 tetapi tidak a2b3.

Tabel 5. Rata-rata LMA daun (g/cm²) pada perlakuan *Actinomyces* dan inokulasi *Actinomyces* pada tanaman kakao umur 6 bulan

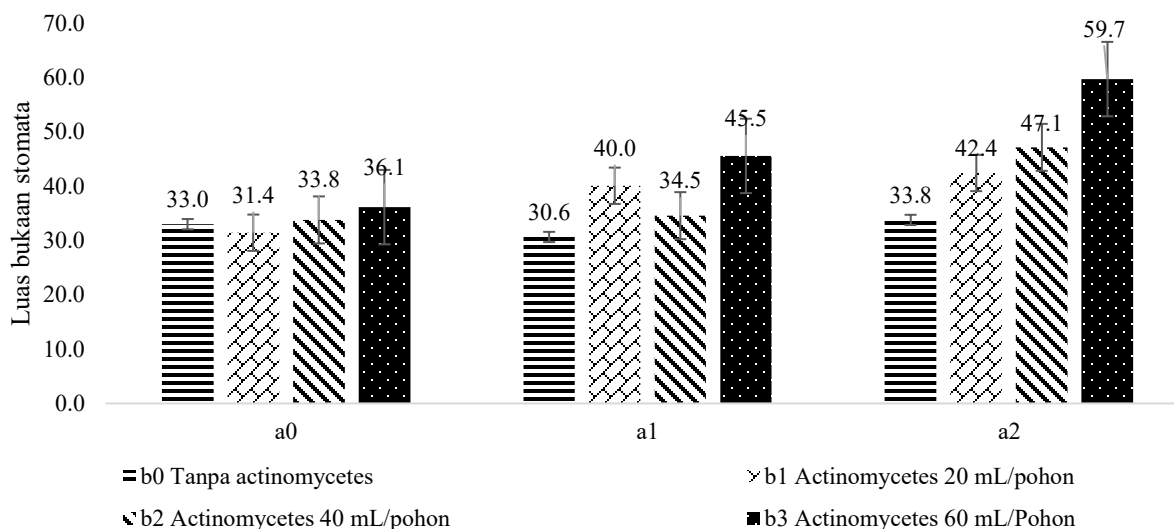
Actinomyces Kulit buah Kakao	Inokulasi <i>Actinomyces</i>				NP BNJ 0,05
	b0 0 mL /Pohon	b1 20 mL /Pohon	b2 40 mL /Pohon	b3 60 mL /Pohon	
a0 (0 kg)	0,001854 ^{a_p}	0,001181 ^{b_p}	0,002310 ^{b_p}	0,001249 ^{c_q}	
a1 (1 kg)	0,001680 ^{a_p}	0,001575 ^{ab_p}	0,002115 ^{b_p}	0,003095^{a_p}	
a2 (2 kg)	0,001739 ^{a_p}	0,002044 ^{a_p}	0,002906 ^{a_p}	0,002398 ^{b_p}	0,000510
NP BNJ 0,05		0,001550			

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama artinya tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$

7. Luas Bukaan Stomata

Hasil pengamatan rata-rata luas bukaan stomata dan sidik ragamnya disajikan pada tabel lampiran 7a dan lampiran 7b. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian

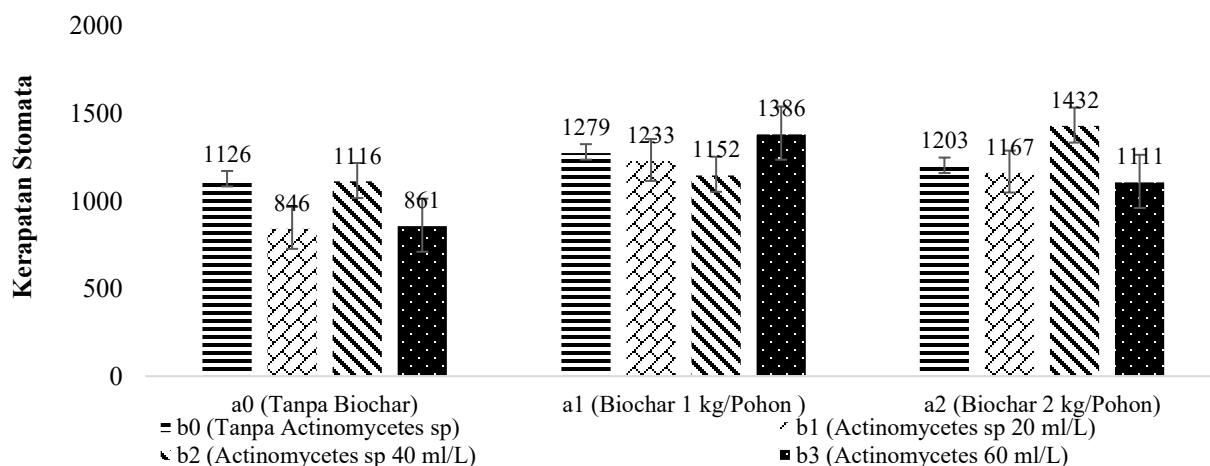
Actinomyces kulit buah kakao serta interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap luas bukaan stomata.



Gambar 2. Grafik Rata-Rata Luas Bukaan Stomata μm^2 dengan Perlakuan *Actinomyces* dan Inokulasi *Actinomyces* pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan

Gambar 2 menunjukkan rata-rata tertinggi luas bukaan stomata yaitu pada perlakuan *Actinomyces* 2 kg/ pohon (a2) dengan inokulasi *Actinomyces* 60 mL/Pohon dan rata-rata luas bukaan stomata terendah adalah perlakuan tanpa *Actinomyces* (a0) dengan tanpa pemberian *Actinomyces*.

8. Kerapatan Stomata



Gambar 3. Grafik Rata-Rata Kerapatan Stomata μm^2 dengan Perlakuan *Actinomyces* dan Inokulasi *Actinomyces* pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan

Gambar 3 menunjukkan grafik rata-rata tertinggi kerapatan stomata yaitu pada perlakuan *Actinomyces* 2 kg/ pohon (a2) dengan inokulasi *Actinomyces* 40 mL/Pohon dan rata-rata kerapatan stomata terendah adalah perlakuan tanpa *Actinomyces* (a0) dengan inokulasi *Actinomyces* 20 mL/Pohon.

9. Klorofil a ($\mu\text{mol.m}^{-2}$)

Hasil pengamatan rata-rata klorofil a dan sidik ragam. Analisis sidik ragam

Hasil pengamatan rata-rata kerapatan stomata dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian *Actinomyces* kulit buah kakao dan inokulasi *Actinomyces* serta interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan stomata.

menunjukkan bahwa pemberian *Actinomyces* kulit buah kakao berpengaruh nyata terhadap klorofil a. Uji BNJ α 0,05 Tabel 6. menunjukkan bahwa rata-rata klorofil a tertinggi pada perlakuan *Actinomyces* kulit buah kakao 2 kg/pohon (a2) yaitu 206,1 $\mu\text{mol.m}^{-2}$ berbeda nyata dengan tanpa pemberian *Actinomyces* kulit buah kakao.

Tabel 6. Rata-Rata Klorofil a ($\mu\text{mol.m}^{-2}$) pada Perlakuan *Actinomyces* dan Inokulasi *Actinomyces* pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan

Inokulasi <i>Actinomyces</i> .						NP BNJ 0,05
Actinomyces Kulit buah Kakao	b0 (0 mL /Pohon)	b1 (20 mL/Pohon)	b2 (40 mL/Pohon)	b3 (60 mL /Pohon)	Rata- rata	
a0 (0 kg)	158,1	150,1	174,8	177,0	165,0 b	34,9
a1 (1 kg)	154,7	190,2	178,1	153,1	169,0 ab	
a2 (2 kg)	204,5	199,5	202,1	218,3	206,1 a	
Rata-rata	172,4	179,9	185,0	182,8		

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama artinya tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNJ taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$

10. Klorofil b ($\mu\text{mol.m}^{-2}$)

Hasil pengamatan rata-rata klorofil b dan sidik ragam. Analisis sidik ragam

menunjukkan bahwa pemberian *Actinomyces* kulit buah kakao berpengaruh nyata terhadap klorofil b.

Tabel 7. Rata-rata Kandungan Klorofil b ($\mu\text{mol.m}^{-2}$) pada Perlakuan *Actinomyces* dan Inokulasi *Actinomyces* pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan

Inokulasi <i>Actinomyces</i>						NP BNJ 0,05
Actinomyces Kulit buah Kakao	b0 (0 mL/Pohon)	b1 (20 mL/Pohon)	b2 (40 mL/Pohon)	b3 (60 mL /Pohon)	Rata- rata	
a0 (0 kg)	71,8	67,9	74,2	75,9	72,5 b	10,8
a1 (1 kg)	69,1	78,8	76,4	68,6	73,2 a	
a2 (2 kg)	79,9	83,6	88,6	88,5	85,1 a	
Rata-rata	73,6	76,8	79,7	77,7		

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama artinya tidak berbedanyata pada uji lanjut BNJ taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$

Uji BNJ $\alpha 0,05$ Tabel 9. Menunjukkan bahwa rata-rata klorofil b tertinggi pada perlakuan *Actinomyces* kulit buah kakao 2 kg/pohon (a2) yaitu $85,1\mu\text{mol.m}^{-2}$ berbeda nyata dengan tanpa pemberian *Actinomyces* kulit buah kakao.

11. Klorofil total ($\mu\text{mol.m}^{-2}$)

Hasil pengamatan rata-rata klorofil total dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian *Actinomyces* kulit buah kakao berpengaruh nyata terhadap klorofil total

Tabel 8. Rata-rata Klorofil Total ($\mu\text{mol.m}^{-2}$) pada Perlakuan *Actinomyces* dan Inokulasi *Actinomyces* pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan

Actinomyces Kulit buah Kakao	Inokulasi <i>Actinomyces</i>				Rata-rata	NP BNJ 0,05
	b0 (0 mL /Pohon)	b1 (20 mL/Pohon)	b2 (40 mL/Pohon)	b3 (60 mL/Pohon)		
a0 (0 kg)	238,0	212,0	254,6	258,1	240,7 b	44,8
a1 (1 kg)	228,1	275,4	259,8	225,8	247,3 ab	
a2 (2 kg)	277,1	261,7	290,6	317,4	286,7 a	
Rata-rata	247,7	249,7	268,3	267,1		

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama artinya tidak berbedanyata pada uji lanjut BNJ taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$

Uji BNJ $\alpha 0,05$ Tabel 9 Menunjukkan bahwa rata-rata klorofil total tertinggi pada perlakuan *Actinomyces* kulit buah kakao 2 kg/pohon (a2) yaitu 286,7 $\mu\text{mol.m}^{-2}$ berbeda nyata dengan tanpa pemberian *Actinomyces* kulit buah kakao.

12. Intersepsi cahaya

Hasil pengamatan rata-rata intersepsi cahaya oleh tajuk tanaman dan sidik ragam. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian inokulasi *Actinomyces* berpengaruh nyata terhadap intersepsi cahaya oleh tajuk tanaman

Tabel 9. Rata-Rata Intersepsi Cahaya Oleh Tajuk Tanaman pada Perlakuan *Actinomyces* Kulit Buah Kakao pada Tanaman Kakao Umur 6 Bulan

Actinomyces Kulit buah Kakao	Inokulasi <i>Actinomyces</i>				Rata-rata	NP BNJ 0,05
	b0 (0 mL/Pohon)	b1 (20 mL /Pohon)	b2 (40 mL /Pohon)	b3 (60 mL /Pohon)		
a0 (0 kg)	1593,3	2166,0	1841,7	2254,0	1963,7 b	594,6
a1 (1 kg)	2232,2	2038,3	1873,3	2125,7	2067,3 ab	
a2 (2 kg)	2883,3	2556,0	2404,0	2596,7	2610,0 a	
Rata-rata	2236,3	2253,4	2039,7	2325,4		

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama artinya tidak berbedanyata pada uji lanjut BNJ taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$

Uji BNJ $\alpha 0,05$ Tabel 11. Menunjukkan bahwa rata-rata intersepsi cahaya oleh tajuk tanaman tertinggi pada perlakuan *Actinomyces* kulit buah kakao 2 kg/pohon (a1) yaitu 2610,0 lux berbeda nyata dengan

tanpa pemberian *Actinomyces* kulit buah kakao.

13. Infeksi *Actinomyces*

Bakteri *Actinomyces* murni pada isolat *Actinomyces* dan *Actinomyces* memiliki bentuk bulat berbau serasah dan melekat

pada media TWYE. Mengekuarkan pigmen berwarna putih dan abu-abu.



Gambar 3. Infeksi Actinomycetes pada akar tanaman kakao

14. Pembahasan

Interaksi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa interaksi antara Actinomycetes kulit buah kakao dan Actinomycetes berpengaruh pada parameter luas daun. Actinomycetes memiliki kemampuan untuk menahan udara, hara dan air sehingga dapat membentuk lingkungan yang sesuai untuk membentuk habitat yang baik bagi perkembangan mikroorganisme simbiotik seperti Actinomycetes. Hal ini sesuai dengan Nurfaika (2022) yang mengatakan bahwa Actinomycetes dapat hidup saprofit dan aktif menguraikan bahan organik, sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah. Lingkungan yang optimum dapat mendorong pertumbuhan tanaman khususnya penyedia unsur hara P yang sangat diperlukan tumbuhan pada proses metabolisme dan pembentukan sel.

Actinomycetes dapat membuat pertumbuhan akar tanaman menjadi lebih baik dan mampu meningkatkan penyerapan unsur hara pada tumbuhan. Tersedianya unsur hara yang cukup dalam tanah akan membuat proses fotosintesis berjalan dengan baik sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti akar, batang dan daun.

Perlakuan Actinomycetes

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemberian Actinomycetes kulit buah kakao berpengaruh nyata terhadap diameter batang tanaman, jumlah daun, luas daun, indeks luas daun, klorofil a, klorofil b, klorofil total dan intersepsi cahaya. Actinomycetes memiliki kemampuan dalam menyerap hara yang larut dalam tanah. Peningkatan kandungan hara dan kapasitas retensi hara oleh Actinomycetes akan meningkatkan pasokan hara bagi tanaman dan mengurangi hilangnya hara akibat

pencucian. Pemberian Actinomycetes juga diduga mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara N, P dan K dalam tanah. Keseimbangan kandungan hara pada tanaman menjadikan metabolisme tanaman berjalan dengan baik. Hal ini sesuai dengan Bahri et. al (2018), yang mengatakan bahwa Actinomycetes merupakan bahan organik yang memiliki kandungan unsur hara N dan P. Kebutuhan unsur hara yang cukup mampu meningkatkan pertumbuhan yang salah satunya ditandai dengan penambahan diameter batang, jumlah daun dan luas daun. Hal ini disebabkan karena unsur N dalam Actinomycetes dibutuhkan dalam pembentukan dan pertumbuhan bagian vegetatif tanaman. Selain itu Actinomycetes juga memiliki peran dalam proses fotosintesis yaitu dapat meningkatkan pertumbuhan bagian tanaman seperti akar, batang dan daun. Hal ini di dukung oleh pernyataan Arifai (2022), bahwa penambahan Actinomycetes kedalam tanah diyakini dapat memperbaiki kesuburan tanah dan berpengaruh baik pada kondisi perakaran tanaman serta perkembangan tanaman. Penggunaan Actinomycetes berkontribusi baik terhadap ketersediaan unsur hara pada pertumbuhan tanaman, hal tersebut penting terutama untuk memperbaiki kesuburan fisik

dan biologi tanah pada lahan pertanaman kakao.

Pemberian Actinomycetes kulit buah kakao 2 kg berpengaruh nyata pada parameter luas daun dan indeks luas daun diduga karena Actinomycetes kulit kakao dapat menjadi penyedi hara dan penahan air didalam tanah. Actinomycetes dari kulit kakao mengandung unsur N,P,K dan CN organik yang di butuhkan tanaman dalam berfotosintesis. Unsur hara yang tersedia dalam jumlah cukup pada fase pertumbuhan tanaman yang akan menjadika proses fotosintesis berjalan lebih cepat dan sempurna. Hal tersebut sesuai dengan Saragih dan Ardian (2017), yang mengatakan bahwa dalam kulit buah kakao mengandung unsur K yang memiliki peran untuk mengatur ketersediaan air yang cukup. Jika kadar air sedikit maka pembesaran sel akan terhambat karena tekanan turgor membutuhkan air dalam pembesaran sel. Apabila kondisi kurangnya air terjadi relatif lama maka akan mengambat pembesaran sel karena laju fotosintesis akan menurun, ketersediaan hara akan menurun, dan terjadi hambatan pada sintesis protein yang menjadikan daun akan semakin kecil. Hal ini di dukung oleh Akmal dan Simanjuntak, (2019), yang menginformasikan bahwa apabila unsur hara yang tersedia dalam keadaan cukup maka proses fotosintesis akan

berlangsung dengan lancar serta asimilat bisa di translokasikan ke semua bagian tanaman sehingga luas daun pada tanaman akan meningkat.

Pada parameter klorofil a, klorofil b dan klorofil total menunjukkan bahwa perlakuan tanaman yang diberikan *Actinomyces* 2 kg/pohon berbeda nyata dengan perlakuan yang tidak diberikan *Actinomyces*. Pemberian *Actinomyces* diduga secara tidak langsung memberikan pengaruh yang baik dalam pembentukan pigmen klorofil pada daun yang nantinya akan meningkatkan laju fotosintesis yang pada akhirnya akan meningkatkan produksi tanaman, hal ini didasari oleh sifat *Actinomyces* yang dapat mencegah kehilangan air pada tanaman dengan daya ikat airnya selain itu *Actinomyces* dapat mencegah hilangnya hara secara berlebih di dalam tanah. Hal ini sesuai dengan pendapat Hendriyani dan Setiari (2009), yang menyatakan bahwa kekurangan pasokan air akan memperlambat sintesis klorofil daun karena penurunan laju fotosintesis serta terjadinya peningkatan suhu dan transpirasi sehingga menyebabkan disintegrasi klorofil. Sintesis klorofil sendiri di pengaruhi oleh macam-macam faktor antara lain cahaya, gula atau karbohidrat, air, suhu, faktor genetik, dan unsur hara.

Pada parameter intersepsi cahaya yang dilakukan diperoleh hasil tanaman yang diberi *Actinomyces* kulit buah kakao memiliki nilai intersepsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak diberikan *Actinomyces*. Intersepsi cahaya matahari berkaitan dengan pertambahan jumlah daun. Pemberian *Actinomyces* kulit buah kakao memberikan hasil perumbuhan daun yang baik sehingga jumlah daun meningkat. Pengamatan intersepsi cahaya perlu dilakukan untuk mengetahui banyaknya cahaya di sekap oleh daun karena penyebaran daun menjadi lebih banyak. Cahaya matahari merupakan faktor yang penting dalam pertumbuhan tanaman karna berperan dalam proses fotosintesis. Pemanfaatan energi cahaya matahari oleh klorofil melalui proses fotosintesis menghasilkan asimilat yang dimanfaatkan untuk membentuk bagian-bagian tanaman, pembungaan, pembukaan dan penutupan stomata perkecambahan dan pertumbuhan tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Nasaruddin et.al (2021) yang menyatakan bahwa, tingkat penerimaan intensitas cahaya matahari berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kakao. Pertumbuhan bibit kakao secara normal dipengaruhi oleh tingkat penerimaan intensitas cahaya matahari. Intensitas cahaya matahari berpengaruh

langsung terhadap laju fotosintesis. Pada umumnya kecepatan fotosintesa daun bibit kakao sudah jenuh pada intensitas cahaya matahari 3-30% cahaya penuh. Hal ini didukung oleh Susilawati et al (2016) yang menyatakan bahwa, intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman berpengaruh terhadap pertumbuhan fisiologis tanaman. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi akan mempengaruhi aktivitas stomata daun sehingga mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tanaman karena mengurangi transpirasi. Intensitas cahaya yang relatif rendah akan menghasilkan produk fotosintesis yang kurang maksimal,

Pengaruh Actinomycetes

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi Actinomycetes berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun (Lampiran tabel 2b) luas daun (Lampiran Tabel 4b), dan indeks luas daun (Lampiran Tabel 5b). Pertambahan jumlah daun, luas daun, indeks luas dan intersepsi cahaya dipengaruhi oleh pemberian inokulasi Actinomycetes. Hal ini diduga karena bakteri Actinomycetes mengandung hormon pemacu pertumbuhan. Bakteri Actinomycetes dapat memproduksi fitohormon dan fitopatogen melalui proses antibiotik. Bakteri Actinomycetes dapat menghasilkan IAA (Indone Acetid Acid) dimana IAA ini adalah

salah satu jenis auksin dan merupakan hormon utama pada hampir semua jenis tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Djebaili et. al (2020), yang menyatakan bahwa Actinomycetes mendorong pertumbuhan tanaman melalui mekanisme langsung, seperti sintesis fitohormon yaitu Asam indole-3-asetat (IAA), etilen, asam giberelat, dan sitokinin. Pasokan nutrisi ke tanaman melalui perombakan unsur-unsur penting seperti fosfat, produksi siderofor dan fiksasi nitrogen. Hal ini di dukung oleh Wenna et.al (2018) yang menyatakan bahwa, selain memproduksi metabolit antimikroba, Actinomycetes diketahui dapat merangsang pertumbuhan tanaman dengan banyak mekanisme, seperti memproduksi fitohormon, fiksasi nitrogen, biosintesis siderofor, pelarutan nutrisi, dan sintesis IAA.

Hormon IAA merupakan auksin endogen yang berperan dalam pembesaran sel, mendorong pembentukan akar lateral dan akar adventif, menunda absisi, juga berperan dalam pembentukkan jaringan xilem dan floem. Hal ini sesuai dengan pendapat Asra et al (2020) bahwa, IAA adalah senyawa hasil biosintesis asam amino triptopan dengan bantuan enzim IAA-oksidadase yang memiliki fungsi sebagai dalam mengendalikan beragam proses fisiologis tumbuhan. Proses fisiologis tersebut mencakup pembelahan sel

dan pembesaran sel, diferensiasi sel dan jaringan juga respon terhadap cahaya dan gravitasi. IAA juga dapat diisolasi dari bakteri maupun dari tumbuhan,

Parameter luas bukaan stomata dan kerapatan stomata tidak berpengaruh terhadap perlakuan pemberian Actinomycetes. Namun, memberikan hasil tertinggi pada pemberian Actinomycetes 40 mL/Pohon. Gambar 7 menunjukkan rata-rata luas bukaan stomata tertinggi yaitu $59,7 \mu\text{m}^2$ dan rata-rata kerapatan stomata tertinggi yaitu $1432 \mu\text{m}^2$. Luas bukaan stomata dan Kerapatan stomata tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan Actinomycetes karena kerapatan stomata di pengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban dan intensitas cahaya serta dipengaruhi oleh luas daun yang berbeda-beda. Cahaya matahari merangsang sel penutup menyerap ion K^+ dan H_2O , sehingga stomata akan terbuka pada pagi hari. Hasil penelitian Margianti et al (2017), menyatakan bahwa pada tanaman yang ditanam pada lapangan terbuka (tidak ternaungi), persentase stomata membuka lebih rendah dikarenakan laju transpirasi relatif tinggi pada kondisi di lapangan terbuka yang menyebabkan lebih banyak stomata yang menutup daripada yang terbuka.

Hasil uji infeksi bakteri pada sampel tanah untuk perlakuan Actinomycetes dan Actinomycetes menunjukkan bahwa terdapat populasi bakteri yang diduga Actinomycetes dalam sampel tanah tersebut. Sebagian besar populasi bakteri Actinomycetes berada dalam tanah. Isolat Actinomycetes tersebut menunjukkan morfologi koloni berbentuk bulat dengan permukaan bertepung dan konsistensi melekat di media TWYE. Warna koloni Actinomycetes yang berhasil diisolasi bewarna putih. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sahur (2021) bahwa Pada media selektif Actinomycetes terlihat 35 isolat Actinomycetes didominasi warna putih dengan persentasi 49,53%.

KESIMPULAN

1. Interaksi antara Actinomycetes kulit buah kakao 1 kg dan Actinomycetes 40 mL/Pohon menghasilkan nilai LMA tertinggi 0,003095 gr/cm².
2. Perlakuan Actinomycetes kulit buah kakao 2 kg/pohon dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman kakao sambung pucuk secara keseluruhan dengan memberikan pengaruh terbaik pada diameter batang tertinggi (37,04 mm), jumlah daun tertinggi (22,97 helai), luas daun tertinggi (1212,6 cm²), indeks luas daun tertinggi (0,39), klorofil a tertinggi (206,1 $\mu\text{mol.m}^{-2}$), klorofil b tertinggi

(85,1 $\mu\text{mol.m}^{-2}$), klorofil total tertinggi (286,7 $\mu\text{mol.m}^{-2}$), dan intersepsi cahaya tertinggi (2610,0).

3. Perlakuan *Actinomyces* dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman kakao sambung pucuk dengan memberikan hasil tertinggi pada parameter jumlah daun tertinggi (23,87 helai), luas daun tertinggi (1185,2 cm^2), dan indeks luas daun tertinggi (0,38).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa adanya bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada kedua orang tua penulis bapak Muh. Alwi dan Ibu Rosma, kakak penulis yang senantiasa memberikan dukungan, doa, dan perhatian kepada penulis. Dosen pembimbing bapak Prof. Dr. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc dan bapak Prof. Dr. Ir. Nasaruddin, MS yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan arahan serta kerabat, sahabat, dan teman yang tidak dapat disebutkan satu per satu

DAFTAR PUSTAKA

Alfikri M. Reza. 2020. Isolasi, Identifikasi dan Uji Potensi *Actinomyces* dalam

Meningkatkan Ketersediaan Hara Fosfat Tanah Andisol. *Skripsi* Universitas Sumatera Utara Medan

Akmal S., dan Simanjuntak B.H. 2019. Pengaruh Pemberian *Actinomyces* Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi Pakchoy (*Brassica rapa Subsp. chinensis*). *AGRILAND Jurnal Ilmu Pertanian* 7 (2) : 168-174

Arham, Andi B., La Karimuna, Tresjia C.N dan Gusnawaty. 2020. Pengaruh Aplikasi *Actinomyces* Kulit Buah Kakao dan Berbagai Agens Hayati terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao. *Jurnal berkala penelitian Agronomi*. 8 (2) : 51-64

Arifai Andi. 2022. Pengaruh Pemberian *Actinomyces* Kulit Buah Kakao, Pupuk Kandang Ayam, dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kakao (*Theobroma cacao* L). *Skripsi*. Universitas Hasanuddin

Arsita Nensi Sri. 2017. Analisis Break Even Point Usaha Pembibitan Kakao Cocoa Village Center Rahma PT Mars Tarengge Kecamatan Wotu Kabupaten Luwu Timur. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Makassar

Asra Revis, Ririn Ananda Samarlina, dan Mariana Silalahi. 2021. *Hormon Tumbuhan*. Jakarta. UKI Press

Badan Pusat Statistik. 2020. *Statistik Indonesia*. BPS, Jakarta

Badan Pusat Statistik. 2021. *Statistik Indonesia*. BPS, Jakarta

Bahri, S., B. R. Juanda dan H. Maulida. 2018. Pengaruh Jenis *Actinomyces* dan Pupuk Za Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tomat (*Lycopersicum*

- Esculentum* Mill.). *Agrosamudral* 5(2): 46-60
- Djebali Rihab, Marika Pellegrini, Maria Smati, Madallena Del Gallo, dan Mahmoud Kitouni. *Actinomyces* Strains Isolated from Saline Soils : Plant Growth-promoting Traits and Incoculated Effects on *Solanum lycopersicum*. *Sustainability* 12. 4617
- Fitriana. 2021. Pemanfaatan *Actinomyces* Sebagai Pelarut Fosfat Pada Pertanaman Cabai Merah (*Capsicum Annum* L.). *skripsi*. Universitas Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru
- Gani, A., 2009. Potensi Arang Hayati *Actinomyces* Sebagai Komponen Teknologi Perbaikan Produktivitas Lahan Pertanian. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 1(1): 1-10
- Haryanti, H., Anas, I., Santosa, D. A., dan Sasmita, K. D. 2018. Penggunaan *Actinomyces* dan Dekomposer dalam Proses Pengomposan Limbah Kulit Buah Kakao Serta Pengkayaan Mikrob Pelarut Fosfat (MPF) Untuk Meningkatkan Kualitas Pupuk Organik. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 20(1) : 25–32.
- Haefele, S.M., Y. Konboon, W. Wongboon, S. Amarante, A.A. Maarifat, E.M. Pfeiffer, dan C. Knoblauch. 2011. Effects and fate of *Actinomyces* from rice residues in ricebased systems. *Field Crop. Res.* 123 (3): 430-440.
- Hae Theresia, Sartji Taberima, Antonius Suparno, dan Inna Martha Romainum. 2021. Karakteristik Lahan Budidaya Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Distrik Manokwari Utara Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat. *Jurnal AGROTEK*. 9 (1)
- Hendriyani, I. S dan N. Setiari. 2009. Kandungan Klorofil dan Pertumbuhan Kacang Panjang (I) Pada Tingkat Penyediaan Air Yang Berbeda. *J. Sains & Mat.* 17(3) : 145 -150
- Herlambang Susila. 2017. *Petunjuk Teknis Pembuatan Actinomyces dengan Sistem Selongsong Putar*. Gerbang Media Aksara. Yogyakarta
- Kementerian Pertanian. 2014. Pelepasan kakao klon M45 sebagai varietas unggul dengan nama MCC 02. SK Menteri Pertanian No. 1083/Kpts/SR.120/ 10/2014. Kementerian Pertanian RI. Jakarta.
- Kurniawan Ichsan Feri. 2020. Optimasi Waktu Pertumbuhan Isolat *Actinomyces* (Isolat Te 325) dan Uji Aktivitas Ekstrak Etil Asetat Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli*. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Magelang
- Lukito, 2010. *Budidaya Kakao*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jakarta.
- Limbongan J., dan Djufry F. 2013. Pengembangan Teknologi Sambung Pucuk Sebagai Alternatif Pilihan Perbanyakan Bibit Kakao. *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan*. : 167 – 172
- Maftua'ah Ani dan Dedi Nursyamsi. 2015. Potensi Berbagai Bahan Organik Rawa Sebagai Sumber *Actinomyces*. *Biodiversitas*, 1(4) : 776-781.

- Margianti, Suryadi Harmanto, dan Agus Sumin. 2017. *Jurnal Pertanian Presisi*. Depok. Gunadarma
- Nasaruddin. 2022. Perencanaan Perbaikan Produksi Kakao Sul-Sel. Buku Ajar. Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin
- Nasaruddin, Muh. Farid BDR, Ade Rosmana, Abd. Haris Bahrin, dan Ifayanti Ridwan. 2021. *Ekofisiologi, Kebutuhan Air dan Nutrisi Tanaman Kakao*. Makassar. Ficus Press
- Nasaruddin dan Yunus M. 2012. *Fisiologi Tumbuhan*. Makassar. Masagena Press
- Nurfaikah. 2022. Pengaruh Pemberian *Actinomyces* Kulit Kakao, Pupuk NPK, Pupuk Kandang, dan *Actinomyces* terhadap Pertumbuhan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L) Sambung Pucuk Belum Menghasilkan. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin
- Nurida, N. L., dan Rachman, A. 2011. Alternatif Pemulihan Lahan Kering Masam Terdegradasi dengan Formula Pembenah Tanah *Actinomyces* di Typic Kanhapludults Lampung. Badan Litbang Pertanian, Balai Penelitian Tanah: 639-648
- Nurida, N.L, A. Dariah dan A. Rachman. 2013. Peningkatan Kualitas Tanah dengan Pembenah Tanah *Actinomyces* Limbah Pertanian. *Jurnal tanah dan Iklim*, 37 (2): 69-78.
- Pamungkas, E. 2016. *Berbisnis Cerdas di Budidaya Kakao*. Forest Publishing. Jakarta.
- Putri Ade Lia, Puspita Lisdiyanti, dan Mia Kusmiati. 2018. Identifikasi Aktinomisetes Sedimen Air Tawar Mamasa, Sulawesi Barat dan Aktivitasnya Sebagai Antibakteri dan Pelarut Fosfat. *Bioteknologi & Biosains Indonesia*. 5 (2)
- Radjiman. 2020. Pengantar Pemupukan. Yogyakarta . Deepublish
- Rostaliana Pevi. 2012. Pemanfaatan *Actinomyces* Untuk Perbaikan Kualitas Tanah dengan Indikator Tanaman Jagung Hibrida dan Padi Gogo pada Sistem Lahan Terang dan Bakar. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 1 (3): 179-188
- Sahur Asmiaty. 2021. *Teknologi Mikroba: Actinomyces dan Rhizobium Untuk Perbaikan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai*. Ficus Press. Makassar
- Sahur Asmiaty, Ambo Ala, Baharuddin Patandjengi, dan Elkawakib Syam'un. 2018. Effect of Seed Inoculation with *Actinomyces* and *Rhizobium* Isolated from Indigenous Soybean and Rhizosphere on Nitrogen Fixation, Growth, and Yield of Soybean. *International Journal of Agronomy*
- Saragih D.P., dan Ardian. 2017. Pengaruh Pemberian Kompos Kulit Buah Kakao terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao Hibrida (*Theobroma cacao* L.). *JOM FAPERTA*. 4 (2)
- Shalsabila Farahmitha, Sugeng Prijono, dan Zaenal Kusuma. 2017. Pengaruh Aplikasi *Actinomyces* Kulit Kakao terhadap Kemantapan Agregat dan Produksi Tanaman Jagung Pada Ultisol Lampung Timur. *Jurnal*

- Tanah dan Sumberdaya Lahan* (1) : 473-480.
- Siregar, T.H.S., Slamet Riyadi dan Lweli Nuraeni. 2003. *Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Coklat*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sitti Putri Fitriah Madjidir Adam, Andi Bahrin dan La Ode Alwi. 2020. Pengaruh *Actinomyces* Kulit Buah Kakao (KBK) dan Mikroorganisme Lokal (MOL) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) *Jurnal Berkala Penelitian Agronomi*. 8 (1) : 47 – 55
- Soekanto Mira Herawati. 2015. Kajian Status Kesuburan Tanah di Lahan Kakao Kampung Klain Distrik Mayamuk Kabupaten Sorong. *Jurnal Agroforestri*. X (3)
- Suhartanto dan Gunawan. 2012. *Untung Besar dari Bisnis Bibit Tanaman Buah*. Jakarta Selatan. PT Agro Media Press.
- Susilawati., Wardah., dan Irmasari. 2016. Pengaruh Berbagai Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Semai Cempaka (*Michelia champaca* L.) di Persemaian. *J. ForestSains* 14 (1) : 59 - 66
- Syakir Muhammad, Elna Karmawati, dan Joko Pitono. 2012. *Teknologi Budidaya dan Pasca Panen Kakao*. IAARD Press. Jakarta
- Utomo, M., Sudarsono, B. Rusman., T. Sabrina., J. Lumbanraja dan Wawan. 2016. *Dasar-dasar dan pengelolaan*. Jakarta . Penadamedia Group.
- Wenna Shan, Ying Zhou, Hui Hui Liu dan sXiaomin. 2018. Endophytic *Actinomyces* from Tea Plants (*Camellia sinensis*): Isolation, Abundance, Antimicrobial, and Plant-Growth-Promoting Activities. *BioMed Research International*.
- Wijaya, M. 2014. Pemanfaatan Limbah Kakao Sebagai Bahan Baku Produk Pangan. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia IV*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Makassar