

**Respon Bibit Kakao terhadap Sungkup Plastik Berwarna dan Entres Klon Kakao
pada Metode Sambung Pucuk**

Response of Cacao Seeds to Colored Plastic Scopes and Clon Entress Cacao in Budding Method

Awal Mundu^{1*}, Muhidin², Andi Nurmas², Suaib² dan Sarawa²

¹ Program Studi Agronomi Pascasarjana Universitas Halu Oleo

² Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo

ABSTRAK

Metode sambung merupakan teknik perbanyakan tanaman yang paling sederhana dengan waktu produksi yang singkat. Tujuan penelitian ini mengkaji respon bibit kakao terhadap sungkup plastik berwarna dan entres klon kakao dengan metode sambung pucuk. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dalam pola 2 faktor yaitu warna sungkup plastik (sungkup bening, sungkup merah, sungkup kuning, dan sungkup ungu) dan perlakuan entres klon kakao (MCC-02, Sulawesi 1, dan Sulawesi 2) diulang sebanyak 3 kali dengan masing-masing percobaan terdiri dari 5 polibag sehingga terdapat 180 polibag. Hasil penelitian menunjukkan interaksi entres klon kakao dan warna sungkup plastik pada pengamatan tinggi tunas, jumlah daun, diameter batang, luas daun, berat basah dan berat kering tidak berpengaruh signifikan. Perlakuan entres klon kakao yang berpengaruh signifikan hanya pada kemunculan tunas dan luas daun 15 HSBS. Pengamatan klorofil a menghasilkan perlakuan tertinggi yaitu P3E2, sedangkan klorofil b dan total klorofil menghasilkan perlakuan tertinggi sama yaitu P1E1. Disimpulkan untuk pertumbuhan tanaman, interaksi terbaik dihasilkan oleh perlakuan P2E2 (Sungkup kuning + Entres Klon Sulawesi 1), walaupun pengaruhnya tidak berbeda nyata namun perlakuan ini memiliki potensi menjadi perlakuan terbaik karena merupakan perlakuan dengan nilai tertinggi pada pengukuran luas daun, jumlah daun, dan tinggi tunas. Sedangkan pengaruh interaksi sungkup plastik berwarna dan entres klon kakao untuk klorofil menghasilkan perlakuan terbaik yakni P1E1 (Sungkup plastik Merah + Entres Klon MCC-02) dengan Klorofil b dan total klorofil tertinggi.

Kata Kunci: Entres klon, perbanyakan vegetatif, sambung pucuk, sungkup plastik

ABSTRACT

The grafting method is the simplest propagation technique and the production is shortest. The purpose of this study was to examine the response of plastic lid and cacao clone on method of shoots grafting. The research uses the randomized block design procedure with two factor: plastic lid color (clear lid, red lid, yellow lid, and purple lid) and cacao clone (MCC-02, Sulawesi 1, and Sulawesi 2) were repeated three times with five polybag as of 180 polybag. The results showed that the interaction between cacao clones and plastic cover on shoot height, number of leaves, stem diameter, leaf area, wet weight and dry weight had no significant effect. Cacao clone entres treatment which had a significant effect only on shoot emergence and leaf area 15 HSBS. Observation of chlorophyll a produced the highest treatment, namely P3E2, while chlorophyll b and total chlorophyll produced the highest treatment, namely P1E1. It was concluded that for plant growth, the best interaction was produced by P2E2 treatment (yellow lid + clone of Sulawesi 1), although the effect was not significantly different, this treatment had the potential to be the best treatment because it was the treatment with the highest value on the measurement of leaf area, leaf number, and height. shoots. Meanwhile, the interaction effect of colored plastic caps and cacao clones for chlorophyll resulted in the best treatment, namely P1E1 (red lid + Clone of MCC-02) with chlorophyll b and the highest total chlorophyll.

Keywords: Clones entres, plastic lid, shoots grafting, vegetative propagation

* Penulis untuk korespondensi, E-mail : awalmundu76@gmail.com

PENDAHULUAN

Budidaya kakao (*Theobroma cacao* L.) dewasa ini ditinjau dari penambahan luas areal di Indonesia terutama kakao rakyat sangat pesat, karena kakao merupakan salah satu komoditas unggulan nasional setelah tanaman karet, kelapa sawit, kopi, danteh. Kakao adalah salah satu komoditas perkebunan yang berperan penting bagi pertumbuhan perekonomian Indonesia terutama dalam penyediaan lapangan kerja baru, sumber pendapatan petani dan penghasil devisa bagi Negara (Bahrin *et al.*, 2018; Lembang *et al.*, 2019). Keberadaan Indonesia sebagai produsen kakao utama di dunia menunjukkan bahwa kakao Indonesia cukup diperhitungkan dan berpeluang untuk menguasai pasar global. Seiring terus meningkatnya permintaan pasar terhadap kakao, maka perlu dilakukan usaha untuk meningkatkan produktivitas dan produksi nasional dalam rangka meningkatkan ekspor kakao nasional. Luas areal tanaman kakao di Indonesia mencapai 1.600.648 ha dengan produksi 783.978 ton yang menduduki urutan ketiga dalam produksi kakao dunia setelah Pantai Gading dan Ghana. Tanaman kakao di Indonesia didominasi oleh perkebunan rakyat (97 %), melibatkan petani secara langsung sebanyak 1.726.359 KK (Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan, 2019).

Provinsi Sulawesi Tenggara merupakan salah satu sentra produksi utama kakao Indonesia. Komoditi ini mampu mengangkat perekonomian penduduk dan menjadi komoditas primadona dengan serapan tenaga kerja yang mencapai 158.513 KK. Areal pertanaman kakao Sulawesi Tenggara pada tahun 2018 mencapai 254.810 ha sedangkan pada tahun 2019 mengalami penurunan menjadi 246.296 ha, dengan produktivitas dari 649,6 kg ha⁻¹ menjadi 647,6 kg ha⁻¹ (BPS, 2020). Rendahnya produktivitas kakao antara lain disebabkan oleh berbagai faktor yaitu anomali iklim, populasi tanaman berkurang, umur tanaman yang cukup tua sehingga kurang produktif lagi, teknologi budidaya oleh petani yang masih sangat sederhana, penggunaan bahan tanam yang mutunya kurang baik, dan gangguan hama dan penyakit (Ameyaw *et al.*, 2018; Babin, 2018; Mithöfer *et al.*, 2018).

Perbanyakan tanaman buah-buahan dikenal dengan beberapa metode, yang dapat dikelompokkan dalam dua bagian utama, (i) metode seksual (perbanyakan dengan biji) dan (ii) metode aseksual (perbanyakan dengan okulasi). Sebagian besar tanaman buah yang diperbanyak dengan metode seksual (biji) tidak menghasilkan bibit

sesuai tipe atau berbeda sifat dengan induknya. Masalah ini dapat diatasi dengan menggunakan metode perbanyakan aseksual karena perbanyakan tanaman buah dengan menggunakan metode ini dapat menghasilkan tipe asli (klon) induknya atau sifat asli sama dengan induknya. Selain itu, tanaman ini juga menghasilkan rendemen, ukuran dan kualitas buah yang seragam, sehingga dapat menjadi solusi untuk metode perbanyakan tanaman dengan seksual (biji) yang menghasilkan ukuran dan kualitas buah lebih rendah dan tidak menghasilkan keuntungan yang baik di pasar. Selain itu juga tanaman yang diperbanyak dengan metode seksual (biji), pada beberapa tanaman memiliki masa juvenile (fase vegetative) yang panjang dan memiliki kebiasaan tumbuh yang lebih lama sehingga menimbulkan kesulitan dalam mengambil tindakan perlindungan tanaman dan pemanenan buah. Melihat kelemahan tanaman dengan perbanyakan seksual (biji) ini dan untuk mendapatkan keseragaman dalam kinerja tanaman, tanaman harus diperbanyak melalui metode perbanyakan aseksual (okulasi). Metode perbanyakan tanaman aseksual terutama dapat dibagi menjadi empat kelompok, yaitu, (i) Pemotongan (Cutting), (ii) Pelapisan (layering), (iii) Budding dan (iv) Grafting (Yadav & Singh, 2018).

Perbanyakan kakao secara aseksual/vegetatif (klonal) dapat dilakukan dengan cara okulasi tanaman ataupun dengan kultur jaringan (*in vitro*). Manfaat dari metode ini ialah prosesnya yang singkat, sederhana, menghasilkan tanaman unggul yang seragam, sifat anakan tanaman yang sama dengan induknya dan selain itu manfaat ekonomi bagi pelaku budidaya (Gibson *et al.*, 2020). Dalam menghasilkan bibit unggul yang bermutu diperlukan ketersediaan batang bawah dan batang atas yang *kompatibel* dan dapat membentuk bidang sambungan yang sempurna. Keberhasilan sambungan ditentukan oleh banyak faktor antara lain mutu bibit (batang bawah) dan entres (*scion*), sungkup plastik, iklim mikro (naungan) serta keterampilan sumberdaya manusia dan pemeliharaan setelah penyambungan.

Penyambungan (*budding* atau *grafting*) merupakan metode memasang pucuk/batang atas (*scion*) ke batang bawah pohon lain (bibit) yang masing-masing berasal dari tanaman unggul (Asare dan David. 2011). Pemilihan bibit unggul sebagai batang bawah dan batang atas akan membuat peluang tanaman unggul yang dihasilkan lebih besar.

Sungkup plastik merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan sambung pucuk.

Sungkup plastik digunakan untuk menutup pucuk tanaman setelah proses penyambungan batang bawah dan batang atas. Penggunaan sungkup plastik juga dapat berguna untuk melindungi pucuk yang telah disambung agar tidak terserang penyakit pada pertumbuhan awalnya. Selain itu pula warna sungkup plastik dapat memfilter cahaya matahari yang diterima oleh tanaman untuk proses fotosintesis. Pancaran sinar matahari penuh yang berkisar antara 28,2% hingga 37,5% merupakan kondisi yang baik untuk pertumbuhan dan produksi kakao (Gockowski dan Sonwa. 2010). Menurut Babadele *et al.* (2017) bibit tanaman kakao yang dibudidayakan pada naungan sedang maka hanya menghasilkan 30% keberlangsungan hidup bibit kakao. Oleh karena itu penggunaan sungkup plastik berwarna dapat meminimalisir cahaya matahari yang diterima oleh tanaman sehingga keberhasilan tumbuh tanaman menjadi lebih tinggi dan menghasilkan kualitas bibit yang unggul dengan perpaduan berbagai entres klon kakao. Berdasarkan uraian ini, maka dilakukanlah penelitian tentang “Respon Bibit Kakao terhadap Sungkup Plastik Berwarna dan Entres Klon Kakao pada Metode Sambung Pucuk”, sehingga nantinya dapat diperoleh informasi teknis yang lebih akurat. Hasil dari penelitian ini juga dapat menjadi rekomendasi bagi para petani kakao untuk meningkatkan kualitas bibit kakao dengan biaya pembibitan yang rendah namun produksi kakao yang diperoleh tetap tinggi.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempa

Penelitian dilaksanakan di kebun pembibitan dan Laboratorium Substation Penelitian Kakao Dinas Perkebunan dan Hortikultura Provinsi Sulawesi Tenggara, Desa Lebo Jaya, Kecamatan Konda Kabupaten Konawe Selatan dari bulan Juli sampai Oktober 2020.

Bahan dan Metode

Batang bawah yang digunakan adalah bibit kakao yang berasal dari PT. Hasfarm Nusantara Ladongi. Pertumbuhan bibit seragam dengan kriteria diameter pangkal batang sekitar 2 cm, umur bibit 3-4 bulan, sehat dan subur dengan jumlah daun sekitar 12 helai. Entres yang digunakan diambil dari lokasi pelaksanaan penelitian ini. Entres berupa cabang plagiotrop sehat, tidak sedang bertunas (flush), warna hijau kecoklatan dengan diameter sekitar 1 cm (Basri, 2009). Penyambungan dilakukan dengan cara batang bawah dipotong menggunakan gunting pangkas dan menyisakan 4 - 6 helai daun pada ketinggian sekitar 20 cm dari permukaan media bibit. Daun yang disisakan pada

batang bawah yang mempunyai posisi teratas dekat dengan tempat pemotongan. Entres dipotong dengan panjang 5 -10 cm, mempunyai 3 buah mata tunas. Bagian atas entres dipotong mendatar selanjutnya bagian bawahnya disayat miring membentuk huruf V panjang runcingan sekitar 2 cm. Batang bawah dibelah dengan panjang belahan sedikit lebih panjang dibandingkan runcingan entres dengan tujuan agar runcingan entres masuk sempurna ke dalam belahan batang bawah. Entres disisipkan ke dalam belahan batang bawah. Pertautan entres dengan batang bawah diikat dengan menggunakan plastik. Pengikatan dimulai dari bawah ke atas dengan tujuan agar pertautan sambungan tidak mudah dimasuki air. Sambungan kemudian disungkup dengan menggunakan sungkup plastik berwarna lalu diikat menggunakan tali rafia. Penyiraman dilakukan dua kali sehari pada pagi dan sore hari. Kemunculan tunas diamati setiap hari setelah tanaman disungkup.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dalam pola 2 faktor yaitu warna sungkup plastik dan entres klon kakao. Dimana kombinasi perlakuan sebagai berikut: (a) Sungkup plastik bening (control) +Entres Klon MCC-02 (Dilabeli P0E1), (b) Sungkup plastik bening (control) +Entres Sulawesi 1 (Dilabeli P0E2), (c) Sungkup plastik bening (control) + Entres Sulawesi 2 (Dilabeli P0E3), (d) Sungkup plastik merah + Entres Klon MCC-02 (Dilabeli P1E1), (e) Sungkup plastik merah + Entres Sulawesi 1 (Dilabeli P1E2), (f) Sungkup plastik merah + Entres Sulawesi 2 (Dilabeli P1E3), (g) Sungkup plastik kuning + Entres Klon MCC-02 (Dilabeli P2E1), (h) Sungkup plastik kuning + Entres Sulawesi 1 (Dilabeli P2E2), (i) Sungkup plastik kuning + Entres Sulawesi 2 (Dilabeli P2E3), (j) Sungkup plastik ungu + Entres Klon MCC-02 (Dilabeli P3E1), (k) Sungkup plastik ungu + Entres Sulawesi 1 (Dilabeli P3E2), (l) Sungkup plastik ungu + Entres Sulawesi 2 (Dilabeli P3E3). Masing-masing percobaan terdiri dari 5 polibag dengan 3 ulangan sehingga terdapat 180 polibag.

Variabel Pengamatan

Pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang dan luas daun diukur pada 15, 30, 45, dan 60 HSBS (Hari Setelah Buka Sungkup). Berat basah, dan berat kering diukur setelah pengukuran 60 HSBS selesai. Sedangkan klorofil a, klorofil b dan total klorofil diukur menggunakan Spektrofotometer dengan mengambil daun kakao kemudian dibersihkan dengan tisu, menimbang masing-masing sampel dengan berat 1 g, kemudian

potong kecil-kecil daun tersebut lalu diekstrak sampel dengan Alkohol 70% sebanyak 100 ml dengan cara digerus dalam penumbuk mortar sampai klorofil larut, selanjutnya disaring ekstrak klorofil dengan kertas saring, lalu ekstrak dimasukkan dalam erlenmeyer dan disegel dengan aluminium foil. Ekstrak dimasukkan dalam kuvet kemudian ditempatkan pada spektrofotometer, pengukuran absorbansi larutan tersebut pada panjang gelombang 649 dan 665 nm dan dilakukan 6 kali pengulangan.

Analisis Data

Semua data hasil pengukuran maupun penghitungan diuji terlebih dahulu menggunakan uji asumsi analisis varians (aditifitas, normalitas, homogenitas ragam dan kebebasan galat percobaan).. Data yang belum memenuhi persyaratan uji asumsi analisis varians ($P < 0,05$) ditransformasi menggunakan akar kuadrat. Analisis sidik ragam digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan pada tiap parameter yang diukur pada taraf $P < 0,05$. Perbedaan perlakuan satu dengan perlakuan lainnya digunakan uji Duncan pada taraf $\alpha < 0,05$. Semua data dianalisis menggunakan program SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Klorofil

Hasil penelitian pengaruh penggunaan warna sungkup plastik dan entres klon kakao pada pengukuran kadar klorofil pada daun tanaman (Tabel 1) menunjukkan adanya pengaruh warna sungkup plastik dan entres klon kakao yang digunakan. Walaupun data hasil kadar klorofil ini tidak teranalisis dengan menggunakan sidik ragam namun dari data yang dihasilkan (Tabel 1) menunjukkan bahwa adanya pengaruh dari penggunaan sungkup plastik berwarna yang menghasilkan kadar klorofil yang tinggi dibandingkan dengan penggunaan warna sungkup plastik bening (kontrol). Klorofil yang berada dalam tanaman menyerap cahaya warna biru dengan panjang gelombang antara 400 hingga 500 nm dan cahaya merah sekitar 650 hingga 680 nm (Grondelle & Boeker, 2017). Penggunaan sungkup plastik berwarna ini diduga menghasilkan cahaya dan panjang gelombang yang berkualitas dan dibutuhkan oleh klorofil dalam tanaman sehingga kadar klorofil a, klorofil b dan total klorofil lebih tinggi pada perlakuan-perlakuan sungkup yang berwarna dibandingkan warna sungkup bening atau kontrol.

Tabel 1. Hasil Analisis Warna Sungkup Plastik dan Entres Klon Kakao pada Pengukuran Kadar Klorofil a, Klorofil b dan Total Klorofil Daun (mg/L) Tanaman Kakao

Perlakuan	Klorofil a (mg/L)	Klorofil b (mg/L)	Total Klorofil (mg/L)
P0E1	14,09	18,37	32,56
P0E2	13,20	18,01	31,31
P0E3	13,33	18,50	31,93
P1E1	20,03	22,29	42,47
P1E2	16,94	19,77	36,83
P1E3	13,76	18,21	32,08
P2E1	16,64	18,20	34,96
P2E2	18,05	20,70	38,88
P2E3	13,20	16,77	30,07
P3E1	14,14	18,34	32,58
P3E2	20,88	21,12	42,15
P3E3	15,11	19,64	34,86

Tumbuhan umumnya menyerap radiasi aktif fotosintesis (PAR) berkisar 400-700 nm tetapi tidak menyerap foton secara merata di seluruh pita gelombang PAR (Kume *et al.*, 2011). Absorbansi spektral fotosistem dan kloroplas paling rendah untuk cahaya hijau, yang terjadi pada gelombang radiasi tertinggi dari radiasi matahari langsung. Penyerapan foton kloroplas sangat bergantung pada distribusi konsentrasi pigmen dan spektrum absorbansi, sedangkan gerakan kloroplas sebagai respons terhadap cahaya merupakan mekanisme

penting yang mengendalikan absorpsi PAR, gerakan ini tidak efektif untuk cahaya hijau karena kloroplas memiliki absorptansi spektral terendah di pita gelombang dan kloroplas menumpuk di area yang diterangi oleh cahaya redup sementara mereka menghindari area terpapar cahaya yang kuat (Aggarwal *et al.*, 2012). Absorbansi spektral karotenoid efektif dalam menghilangkan gelombang pendek PAR (< 520 nm), yang mengandung banyak energi berlebih yang tidak digunakan untuk fotosintesis dan dihamburkan sebagai panas. Radiasi

yang sangat tinggi juga dapat merusak fotosistem, dan serangkaian mekanisme diketahuinya melewati photoinhibition atau foto-oksidasi (Yamori, 2016). Selain itu, sebagian besar radiasi infra merah tidak terserap dan tekanan panas sangat berkurang. Insiden radiasi matahari terlalu kuat untuk digunakan untuk fotosintesis di bawah konsentrasi CO₂ saat ini di lingkungan darat. Oleh karena itu, penyerapan foton dari seluruh daun diatur secara efisien oleh pigmen fotosintesis dengan absorpsi spektral rendah pada pita gelombang radiasi tertinggi dan melalui kombinasi distribusi kerapatan pigmen dan struktur anatomi daun (Kume, 2018).

2. Kemunculan Tunas

Pengaruh penggunaan sungkup plastik berwarna dan entres klon tanaman kakao terhadap kemunculan tunas (Tabel 2) menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$) dimana perlakuan P0E3 (Sungkup plastik Bening + Entres Klon Sulawesi 2) merupakan perlakuan dengan kemunculan tunas tercepat yaitu 7,8 hari. Perlakuan yang dihasilkan P0E3 (Sungkup plastik Bening +Entres Klon Sulawesi 2) tidak berbeda nyata dengan perlakuan P0E2 (Sungkup plastik Bening + Entres Klon Sulawesi 1), artinya bahwa perlakuan sungkup

bening yang dipadukan dengan entres klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 dapat mempercepat kemunculan tunas.

Faktor penting yang memacu munculnya tunas ialah faktor genetik, pemilihan klon yang berkualitas baik akan menghasilkan tanaman yang memiliki kemampuan kemunculan tunas yang lebih cepat. Hal ini yang terjadi pada klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Daouda *et al.* (2018) yaitu penggunaan klon yang berkualitas unggul dapat menghasilkan tanaman dengan tingkat kemunculan tunas relatif cepat dengan tingkat keberhasilan mencapai 77%. Selain itu berdasarkan hasil sidik ragam bahwa perlakuan mandiri penggunaan sungkup plastik berwarna tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel pengukuran kemunculan tunas. Sedangkan perlakuan mandiri entres klon kakao dan interaksi sungkup plastik berwarna dan entres klon kakao berpengaruh signifikan terhadap kemunculan tunas. Hal ini membuktikan bahwa kemunculan tunas dipengaruhi oleh interaksi perlakuan sungkup plastik bening dan entres klon kakao Sulawesi 1 dan Sulawesi 2.

Tabel 2. Pengaruh Warna Sungkup Plastik dan Klon Entres Kakao terhadap Kemunculan Tunas (Hari)

Perlakuan	Kemunculan Tunas (Hari)
P0E1	10,800 b
P0E2	7,933 a
P0E3	7,800 a
P1E1	9,400 ab
P1E2	9,400 ab
P1E3	10,333 b
P2E1	10,817 b
P2E2	9,400 ab
P2E3	9,500 ab
P3E1	10,467 b
P3E2	9,717ab
P3E3	8,933 ab

Keterangan: Huruf yang berbeda pada akhir angka rerata menunjukkan berbeda nyata dengan uji Duncan ($\alpha < 0,05$)

Proses pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh hormon internal tanaman. Hormon yang dikandung oleh setiap tanaman berperan dalam mendorong pembelahan sel, pertumbuhan tanaman secara general, mendesak benih untuk melakukan perkecambahan, mempengaruhi diferensiasi serta pertumbuhan dari akar dan menunda terjadinya penuaan (senesen) pada tanaman (Raines *et al.*, 2016). Hormon dalam tanaman tersedia dari hasil penyerapan nutrisi oleh tanaman sehingga

membentuk fitohormon dalam tanaman. Zat humat yang merupakan nutrisi tidak hanya dianggap sebagai komponen esensial dari karbon organik tanah tetapi juga sebagai biostimulan yang dapat melakukan aktivitas seperti fitohormon serta dapat meningkatkan jumlah fitohormon dalam tanaman sehingga menginduksi terjadinya proses-proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Jindo *et al.*, 2020). Selain itu bibit tanaman unggul membuat zat humat atau nutrisi pada media

tanaman lebih mudah untuk terserap oleh tanaman, karena didukung oleh komponen tanaman yang sehat.

Kesehatan tanaman dan kesuburan tanah bergantung pada interaksi antara tanaman dan mikroba di daerah rhizosfer. Fitohormon seperti auksin, sitokinin, asam giberelat, etilen, dan asam absisat sebagai kelompok hormon klasik yang berada dalam tanaman. Mikroba tanah yaitu rhizobakteri seperti *Pseudomonas stutzeri*, *Stenotrophomonas maltophilia* dan *Pseudomonas putida* yang memiliki fungsi dalam memacu pertumbuhan tanaman dan terbukti dapat memproduksi fitohormon seperti indole 3-acetic acid (IAA), gibberellic acid dan cytokinin (kinetin dan 6-benzyladenosine) ditegaskan dalam supernatan kultur dari isolat di atas (Patel & Saraf, 2017).

3. Pertumbuhan Bibit Kakao

Pengaruh sungkup plastik berwarna dan entres klon terhadap tinggi tunas (Tabel 3) tidak berpengaruh nyata ($P < 0,05$) pada masing-masing perlakuan pada seluruh umur tanaman yaitu 15 HSBS, 30 HSBS, 45 HSBS, dan 60 HSBS. Salah satu hal yang menyebabkan keberhasilan okulasi pada tanaman kakao sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman khususnya tinggi tunas pada metode perbanyakan vegetatif sambung pucuk ialah kesesuaian batang atas dan batang bawah. Perpaduan antara klon F1 Hibrida dan Entres Klon MCC-02, Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 yang digunakan dalam penelitian ini menghasilkan tunas yang lebih tinggi walaupun pengaruhnya tidak signifikan. Kondisi ini pun sama dengan yang dilaporkan oleh Pranowo & Wardiana (2017)

bahwa perpaduan klon yang tepat antara batang bawah dan batang atas merupakan faktor penting dalam keberhasilan proses sambung pucuk tanaman, dalam penelitiannya perpaduan antara klon Sulawesi 1 sebagai batang bawah serta Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 sebagai batang atas menunjukkan tingkat kesesuaian yang lebih tinggi dibandingkan dengan klon lainnya.

Selain itu pengaruh eksternal yaitu lingkungan, juga merupakan faktor penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman antara lain cahaya matahari dan suhu. Pertumbuhan kakao tidak hanya dipengaruhi oleh suhu siang hari, tetapi juga pada suhu malam. Kesenjangan yang besar antara suhu siang dan malam menurunkan pertumbuhan kakao. Hasil penelitian menunjukkan suhu optimum antara yang diteliti untuk pertumbuhan kakao adalah kombinasi suhu malam 24 °C dan suhu siang hari 30 °C (Najihah *et al.*, 2018). Selain dari pada itu kondisi lingkungan budidaya kakao memberi peran penting dalam keberhasilan pertumbuhan kakao. Lingkungan yang tidak kondusif dapat membuat tanaman menjadi kurang optimal pertumbuhannya bahkan dapat menjadi objek serangan hama dan penyakit tanaman. Seperti yang terjadi pada penelitian ini bahwa musim hujan yang terjadi dalam beberapa hari diawal pertumbuhan bibit tanaman, membuat tanaman terserang oleh phytophthora sehingga membuat daun tanaman menjadi kekuning-kuningan hingga layu dan gugur. Oleh karena itu perlu adanya penanganan secara preventif sehingga dapat meminimalisir serangan hama dan penyakit khususnya phytophthora.

Tabel 3. Hasil Analisis Pengaruh Warna Sungkup Plastik dan Entres Klon Kakao pada Pengukuran Tinggi Tunas (cm) Tanaman Kakao

Perlakuan	Umur tanaman (HSBS)/cm			
	15	30	45	60
P0E1	6,627a	7,691 a	8,042 a	9,049 a
P0E2	5,856 a	6,056 a	6,511 a	7,017 a
P0E3	6,632 a	7,742 a	5,733 a	6,500 a
P1E1	7,325 a	7,092 a	9,067 a	9,872 a
P1E2	6,800 a	8,189 a	7,200 a	9,067 a
P1E3	5,163 a	6,914 a	8,053 a	9,067 a
P2E1	5,983 a	6,739 a	6,942 a	8,161 a
P2E2	6,691 a	7,969 a	8,700 a	11,489 a
P2E3	5,089 a	6,889 a	7,700 a	8,439 a
P3E1	6,077 a	7,127 a	8,047 a	10,130 a
P3E2	5,350 a	7,244 a	7,850 a	7,572 a
P3E3	5,514 a	5,500 a	5,770 a	8,317 a

Keterangan: - HSBS (Hari Setelah Buka Sungkup)

- Huruf yang sama pada akhir angka rerata untuk umur tanaman yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan ($\alpha < 0,05$)

Pengaruh sungkup plastik berwarna dan entres klon kakao pada pengukuran jumlah daun (Tabel 4) untuk umur tanaman 15 HSBS dan 30 HSBS berpengaruh nyata pada masing-masing perlakuannya dengan perlakuan P0E3 (Sungkup plastik Bening + Entres Klon Sulawesi 2) pada umur tanaman 15 HSBS dan perlakuan P0E2 (Sungkup plastik Bening + Entres Klon Sulawesi 1) untuk umur tanaman 30 HSBS. Selain itu pada umur tanaman 45 HSBS dan 60 HSBS terlihat perlakuan dengan entres klon yang sama yakni Sulawesi 1 merupakan perlakuan tertinggi walaupun pengaruhnya tidak signifikan pada

masing-masing perlakuannya. Penggunaan klon Sulawesi 1 maupun Sulawesi 2 pada proses perbanyakan vegetatif dengan sambung pucuk ini merupakan faktor penentu dalam signifikannya jumlah daun. Klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 merupakan klon unggul lokal yang telah teruji kualitasnya. Penggunaan klon ini terbukti dapat meningkatkan keberhasilan metode sambung pucuk yang mencapai persentase >80% sehingga penggunaan klon unggul seperti Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 diharapkan dapat dikomersialkan lebih luas untuk menciptakan bibit-bibit tanaman kakao unggul (Nappu *et al.*, 2014).

Tabel 4. Hasil Analisis Pengaruh Warna Sungkup Plastik dan Entres Klon Kakao pada Pengukuran Jumlah Daun (Helai) Tanaman Kakao

Perlakuan	Umur tanaman (HSBS)/helai			
	15	30	45	60
P0E1	4,800 ab	4,733 ab	5,978 a	6,956 a
P0E2	5,583 ab	5,722 b	5,278 a	7,833 a
P0E3	6,228 b	4,583 ab	4,083 a	5,583 a
P1E1	5,100 ab	4,667 ab	6,778 a	7,750 a
P1E2	4,972 ab	3,889 ab	3,889 a	6,444 a
P1E3	3,833 a	3,389 ab	4,583 a	5,750 a
P2E1	5,533 ab	5,222 ab	5,917 a	6,611 a
P2E2	6,111 b	5,000 ab	6,889 a	7,778 a
P2E3	4,667 ab	3,222 ab	5,500 a	6,167 a
P3E1	4,950 ab	3,567 ab	6,200 a	6,633 a
P3E2	4,383 ab	4,500 ab	7,278 a	7,500 a
P3E3	4,333 ab	2,667 a	3,333 a	5,167 a

Keterangan: - HSBS (Hari Setelah Buka Sungkup)

- Huruf yang sama pada akhir angka rerata untuk umur tanaman yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan ($\alpha < 0,05$)

Selanjutnya pengaruh sungkup plastik berwarna dan entres klon kakao pada diameter batang (Tabel 5) untuk umur tanaman 30 HSBS berpengaruh nyata terhadap masing-masing perlakuannya dimana perlakuan P3E1 (Sungkup plastik Ungu + Entres Klon MCC-02) merupakan perlakuan tertinggi dan berbeda nyata hanya pada perlakuan P0E3 (Sungkup plastik Bening + Entres Klon Sulawesi 2) yang merupakan perlakuan terendah. Sedangkan untuk umur tanaman 15 HSBS, 45 HSBS dan 60 HSBS tidak berpengaruh nyata untuk setiap perlakuannya, dengan perlakuan P1E2 (Sungkup plastik Merah + Entres Klon Sulawesi 1) yang merupakan perlakuan tertinggi untuk umur tanaman 15 HSBS dan 45 HSBS, serta perlakuan P3E1 (Sungkup plastik Ungu + Entres Klon MCC-02) untuk umur tanaman 60 HSBS. Umumnya penggunaan metode sambung pucuk memiliki manfaat dalam menciptakan bibit unggul. Hal ini dikarenakan bebasnya kita memilih klon unggul untuk proses penyambungan dengan metode

sambung pucuk, sehingga hasil yang didapatkan akan relatif lebih baik dibandingkan dengan tanaman tanpa menggunakan metode tersebut. Perlakuan perbanyakan dengan metode sambung pucuk yang dikombinasikan dengan klon unggul juga pernah diteliti oleh Goenaga *et al.* (2015) yang dimana hasilnya menunjukkan interaksi antara perbanyakan vegetatif dan klon unggul berpengaruh nyata terhadap biji kering, jumlah biji yang dihasilkan, indeks biji, tinggi tanaman dan diameter batang. Sedangkan pengaruh dari pada warna sungkup dapat dikarenakan penerimaan kualitas dan panjang cahaya yang diterima oleh tanaman untuk proses fotosintesis. Selain itu tercatat pada penelitian ini rata-rata suhu harian pada lokasi penelitian tertinggi yaitu 26,31°C. Pengaruh suhu juga dapat membuat penangkapan cahaya oleh tanaman lebih berkurang dikarenakan suhu yang tinggi dapat membuat stomata daun menjadi mengecil sehingga penerimaan cahaya oleh tanaman relatif lebih sedikit.

Tabel 5. Hasil Analisis Pengaruh Warna Sungkup Plastik dan Klon Entres Kakao pada Pengukuran Diameter Batang (cm) Tanaman Kakao

Perlakuan	Umur tanaman (HSBS)/cm			
	15	30	45	60
P0E1	0,268 a	0,309 ab	0,380 a	0,450 a
P0E2	0,257 a	0,252 ab	0,337 a	0,393 a
P0E3	0,241 a	0,198 a	0,270 a	0,298 a
P1E1	0,287 a	0,266 ab	0,376 a	0,477 a
P1E2	0,299 a	0,299 ab	0,431 a	0,477 a
P1E3	0,258 a	0,283 ab	0,408 a	0,438 a
P2E1	0,253 a	0,273 ab	0,386 a	0,443 a
P2E2	0,264 a	0,296 ab	0,409 a	0,479 a
P2E3	0,257 a	0,292 ab	0,368 a	0,426 a
P3E1	0,273 a	0,334 b	0,387 a	0,490 a
P3E2	0,258 a	0,292 ab	0,386 a	0,450 a
P3E3	0,272 a	0,264 ab	0,330 a	0,400 a

Keterangan: - HSBS (Hari Setelah Buka Sungkup)

- Huruf yang sama pada akhir angka rerata untuk umur tanaman yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan ($\alpha < 0,05$)

Pengaruh sungkup plastik berwarna dan entres klon kakao pada pengukuran luas daun (Tabel 6) untuk umur tanaman 15 HSBS berpengaruh nyata terhadap setiap perlakuannya, dimana perlakuan tertinggi ialah perlakuan P2E1 (Sungkup plastik Kuning + Entres Klon MCC-02) dan berbeda nyata terhadap perlakuan P0E2 (Sungkup plastik Bening + Entres Klon Sulawesi 1) dan perlakuan P2E3 (Sungkup plastik Kuning + Entres Klon Sulawesi 2) yang merupakan perlakuan terendah. Selain itu untuk umur tanaman 30 HSBS, 45 HSBS dan 60 HSBS terlihat tidak berbeda nyata pada masing-masing perlakuannya, namun terlihat terdapat perlakuan yang sama yang memiliki nilai luas daun tertinggi yaitu perlakuan P2E2 (Sungkup plastik Kuning + Entres Klon Sulawesi 1). Peran Entres Klon menjadi faktor penting dalam meningkatnya luas daun pada umur tanaman 15 HSBS, hal ini dapat dilihat dari hasil sidik ragam yang menunjukkan perlakuan mandiri entres berpengaruh signifikan ($<0,05$) terhadap pengukuran luas daun umur tanaman 15 HSBS. Kondisi ini meyakinkan kita bahwa penggunaan entres klon dengan menggunakan metode sambung pucuk dapat meningkatkan luas daun tanaman. Hal ini juga sesuai dengan yang dilaporkan oleh Susilo *et al.* (2020) bahwa persilangan entres klon unggul menghasilkan pertumbuhan tanaman yang signifikan antara lain luas daun, panjang akar, dan jumlah daun, dimana perlakuan induk terbaik terdapat pada klon Sulawesi 3.

Selain itu kondisi lingkungan budidaya yaitu iklim juga sangat mempengaruhi tanaman secara fisiologi hingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan Jaimez *et*

al. (2018) yang membudidayakan klon kakao unggul pada kondisi cuaca sepanjang tahun mendung dengan penguapan udara yang rendah, sehingga penanaman kakao tidak memanfaatkan naungan. Hasil penelitiannya menunjukkan semua klon meningkat rata-rata laju fotosintesis bersihnya mencapai 35% dengan peningkatan kepadatan fluks foton fotosintetik dari titik jenuh cahaya untuk kakao dari $400 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ menjadi $1000 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Walaupun kepadatan fluks foton fotosintetik tinggi namun rata-rata luas daun yang dihasilkan adalah $130 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ serupa dengan tanaman kakao yang ditanam di bawah sinar matahari penuh, bahkan hasil ini lebih rendah dibanding dengan luas daun yang dilaporkan oleh Daymond *et al.* (2011) yang menghasilkan luas daun mencapai $239 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ dengan laju fotosintesis bersih berkisar antara $3,4 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ sampai $5,7 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

4. Berat basah dan Berat kering

Pengaruh sungkup plastik berwarna dan entres klon kakao terhadap berat basah dan berat kering (Tabel 7) terlihat bahwa pada berat kering tanaman berpengaruh nyata ($P < 0,05$) pada masing-masing perlakuannya dimana perlakuan tertinggi ialah P0E3 (Sungkup plastik Bening + Entres Klon Sulawesi 2) dan berbeda nyata terhadap perlakuan P0E2 (Sungkup plastik Bening + Entres Klon Sulawesi 1) dan perlakuan P1E2 (Sungkup plastik Merah + Entres Klon Sulawesi 1) yang merupakan perlakuan terendah. Sedangkan untuk berat basah tanaman terlihat tidak berpengaruh nyata antara perlakuan, namun terlihat perlakuan yang memiliki potensi untuk dapat menjadi perlakuan terbaik ialah perlakuan P0E3 (Sungkup plastik Bening + Entres Klon Sulawesi 2) dan perlakuan P1E2 (Sungkup

plastik Merah + Entres Klon Sulawesi 1) merupakan perlakuan terendah. Berdasarkan hasil ini terlihat peran dari kombinasi perlakuan sungkup plastik bening dan entres klon Sulawesi 2 yang membuat berat basah dan berat kering tanaman menghasilkan nilai yang signifikan dibanding perlakuan kombinasi lainnya. Besar dan kecilnya

biomassa tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik dan juga lingkungan. Penggunaan benih unggul yang didukung oleh faktor lingkungan yang optimal membuat tanaman menjadi lebih berkembang dalam menghasilkan biomassa (Li *et al.*, 2019). Oleh karena itu penggunaan bibit unggul sangat penting untuk menghasilkan tanaman yang berkualitas.

Tabel 6. Hasil Analisis Pengaruh Warna Sungkup Plastik Dan Entres Klon Kakao Pada Pengukuran Luas Daun (Cm²) Tanaman Kakao

Perlakuan	Umur tanaman (HSBS)/cm ²			
	15	30	45	60
P0E1	31,118 c	23,688 a	23,801 a	28,018 a
P0E2	12,143 ab	11,183 a	14,267 a	12,120 a
P0E3	20,767 abc	20,345 a	19,331 a	16,056 a
P1E1	29,409 bc	30,393 a	26,727 a	26,094 a
P1E2	17,303 abc	10,052 a	12,050 a	15,270 a
P1E3	20,464 abc	22,027 a	24,697 a	25,321 a
P2E1	31,677 c	28,105 a	30,783 a	26,859 a
P2E2	23,151 abc	31,391 a	31,223 a	31,975 a
P2E3	11,793 a	14,761 a	14,437 a	14,772 a
P3E1	26,528 abc	27,162 a	29,324 a	29,691 a
P3E2	18,950 abc	11,581 a	14,209 a	15,832 a
P3E3	15,263 abc	12,299 a	14,674 a	14,838 a

Keterangan: - HSBS (Hari Setelah Buka Sungkup)

- Huruf yang sama pada akhir angka rerata untuk umur tanaman yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan ($\alpha < 0,05$)

Tabel 7. Hasil Analisis Pengaruh Warna Sungkup Plastik dan Entres Klon Kakao pada Pengukuran Berat Basah dan Berat Kering (g) Tanaman Kakao

Perlakuan	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)
P0E1	23,124 a	9,558 ab
P0E2	19,228 a	6,787 a
P0E3	29,246 a	13,035 b
P1E1	22,732 a	8,185 ab
P1E2	16,903 a	5,205 a
P1E3	19,411 a	7,881 ab
P2E1	18,806 a	7,322 ab
P2E2	22,667 a	7,869 ab
P2E3	19,165 a	7,150 ab
P3E1	22,504 a	9,715 ab
P3E2	21,452 a	8,661 ab
P3E3	24,927 a	8,861 ab

Keterangan: - HSBS (Hari Setelah Buka Sungkup)

- Huruf yang sama pada akhir angka rerata untuk umur tanaman yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan uji Duncan ($\alpha < 0,05$)

Selain itu yang mempengaruhi biomassa tanaman ialah faktor lingkungan, antara lain ialah radiasi surya. Tanaman yang terpapar sinar matahari secara full (100%) atau tanpa naungan membuat tanaman menjadi lebih kecil khususnya daun tanaman. Sementara itu tingkat naungan 50% membuat ukuran daun lebih besar. Warna daun di bawah naungan 50% dan 70% berwarna hijau kekuningan. Penurunan intensitas cahaya

menyebabkan peningkatan kandungan klorofil dan karotenoid. Tingkat naungan di atas 30% membatasi asimilasi karbon dan menyebabkan penurunan pertumbuhan tanaman (Rezai *et al.*, 2018).

Sedangkan secara khusus pada tanaman kakao laju fotosintesis berbeda antara setiap genotipe dengan genotipe lainnya. Tanaman di bawah naungan cahaya memiliki laju fotosintesis yang lebih tinggi

secara signifikan di musim hujan sedangkan di musim kemarau ada tren laju fotosintesis yang lebih tinggi di bawah naungan lebat. Hasil penelitian (Acheampong & Daymond, 2013) menunjukkan bahwa pada musim hujan cahaya merupakan faktor pembatas utama fotosintesis sedangkan pada musim kemarau defisit tekanan uap merupakan faktor utama pembatas fotosintesis melalui pengaturan stomata. Luas daun umumnya lebih rendah di bawah naungan yang lebih lebat tetapi perbedaan antara perlakuan naungan bervariasi antar klon. Perbedaan alokasi luas daun tersebut tampaknya mendasari perbedaan genotipe dalam produksi biomassa akhir sebagai respons terhadap naungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa naungan untuk bibit tanaman kakao harus disediakan berdasarkan lingkungan sekitar dan genotipe yang digunakan.

KESIMPULAN

Interaksi perlakuan sungkup plastik berwarna dan entres klon kakao terbaik dihasilkan oleh perlakuan P2E2 (Sungkup plastik kuning + Entres Klon Sulawesi 1), walaupun pengaruhnya tidak berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya namun perlakuan ini memiliki potensi untuk menjadi perlakuan terbaik karena merupakan perlakuan dengan nilai tertinggi pada pengukuran luas daun, jumlah daun, dan tinggi tunas. Selanjutnya interaksi perlakuan sungkup plastik berwarna dan entres klon kakao untuk pengamatan klorofil menghasilkan perlakuan terbaik yakni P1E1 (Sungkup plastik Merah + Entres Klon MCC-02) dengan pengukuran Klorofil b dan total klorofil tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Acheampong K., P. Hadley, & A. J. Daymond. (2013). Photosynthetic activity and early growth of four cacao genotypes as influenced by different shade regimes under west african dry and wet season conditions. January. Journal of Experimental Agriculture. Vol. 49(1). Cambridge University Press 2012. <https://doi.org/10.1017/S0014479712001007>
- Ameyaw L. K., G. J. Ettl, K. Leissle, & G. J. Anim-Kwapong. (2018). Cocoa and Climate Change: Insights from Smallholder Cocoa Producers in Ghana Regarding Challenges in Implementing Climate Change Mitigation Strategies. Journal of Forests (MDPI). 9(12), 742; <https://doi.org/10.3390/f9120742>
- Asare R., & S. David. (2011). Good agricultural practices for sustainable cocoa production : a guide for farmer training. Manual no. 1: Planting, replanting and tree diversification in cocoa systems, Sustainable tree crops programme, International Institute of Tropical Agriculture, Accra, Ghana. July 2011 version.
- Babin R. (2018). Pest Management in Organic Cacao. International Centre of Insect Physiology and Ecology (icipe), Nairobi, Kenya. 502–518
- Bahrin A., M. Y. Fahimuddin, L. O. Safuan, L. M. H. Kilowasid, & R. Singh. (2018). Effects of cocoa pod husk biochar on growth of cocoa seedlings in Southeast Sulawesi-Indonesia. Asian Journal of Crop Science, 10(1), 22–30. <https://doi.org/10.3923/ajcs.2018.22.30>
- Banas A. K., C. Aggarwal, J. Labuz, O. Sztatelman, & H. Gabrys. (2012). Blue light signalling in chloroplast movements. Journal of Experimental Botany. 63(4), 1559–1574. <https://doi.org/10.1093/jxb/err429>
- Basri Z. (2009). Kajian metode perbanyakan klonal pada tanaman kakao. Media Litbang Sulteng. 2(1), 7–14
- BPS. (2020). Sulawesi Tenggara Dalam Angka, 2020. In laporan
- Daouda K. K., N. Jean-Claude, K. Jane, D. Lucien, K. Jean-Luc, B. Kouadio, & K. Christophe. (2018). Comparison of Grafting Techniques and their Effects on some Growth Parameters of Ten Elite Cocoa Clones (*Theobroma cacao* L.). African Journal of Agricultural Research. 13(41), 2249–2255. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9847>
- Daymond A. J., P. J. Tricker, & P. Hadley. (2011). Genotypic variation in photosynthesis in cacao is correlated with stomatal conductance and leaf nitrogen. Biologia Plantarum, 55(1), 99–104. https://bp.ueb.cas.cz/artkey/bpl-201101-0013_Genotypic-variation-in-photosynthesis-in-cacao-is-correlated-with-stomatal-conductance-and-leaf-nit.php
- Famuwagun I. B., S. O. Agele, & O. P. Aiyelari. (2017). Shade Effects on Growth and Development of Cacao Following Two Years of Continuous Dry Season Irrigation. International Journal of Fruit Science, 00(00), 1–24. <https://doi.org/10.1080/15538362.2017.1416326>
- Gibson K. E., A. J. Lamm, F. Masambuka-kanchewa, P. R. Fisher, & C. Gomez. (2020).

- Identifying Indoor Plant Propagation Research and Education Needs of Specialty Crop Growers. *Horttechnology*. 30(August), 519–527.
<https://doi.org/10.21273/HORTTECH04622-20>
- Gockowski J., & D. Sonwa. (2010). Cocoa Intensification Scenarios and Their Predicted Impact on CO₂ Emissions, Biodiversity Conservation, and Rural Livelihoods in the Guinea Rain Forest of West Africa. *Environmental Management*. May 2014. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9602-3>
- Goenaga R., M. Guiltinan, S. Maximova, E. Seguíne, & H. Irizarry. (2015). Yield Performance and Bean Quality Traits of Cacao Propagated by Grafting and Somatic Embryo-derived Cuttings. *HortScience*. 50(3), 358–362
- Grondelle R. V., & E. Boeker. (2017). Limits on Natural Photosynthesis. *The Journal of Physical Chemistry*.
<https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.7b03024>
- Jaimez R. E., F. A. Puyutaxi, A. Vasco, R. G. Looor, O. Tarqui, G. Quijano, J. C. Jimenez, & W. Tezara. (2018). Photosynthetic Response To Low And High Light Of Cacao Growing Without Shade In An Area Of Low Evaporative Demand. *Acta Biologica Colombiana*. 23(1), 95–103.
<http://dx.doi.org/10.15446/abc.v23n1.64962>
- Jindo K., L. P. Canellas, A. Albacete, L. F. Santos, R. L. F. Rocha, D. C. Baia, N. O. A. Canellas, T. L. Goron, & F. L. Olivares. (2020). Interaction between Humic Substances and Plant Hormones for Phosphorous Acquisition. *Journal of Agronomy (MDPI)*. 10, 640; <https://doi.org/10.3390/agronomy10050640>
- Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan. (2019). Retrieved February 22, 2021, from <http://ditjenbun.pertanian.go.id/>
- Kume A. (2018). Importance of the green color , absorption gradient , and spectral absorption of chloroplasts for the radiative energy balance of leaves. *Journal of Plant Research*, 130(3), 501–514.
<https://doi.org/10.1007/s10265-017-0910-z>
- Kume A., K. N. Nasahara, S. Nagai, & H. Muraoka. (2011). The ratio of transmitted near-infrared radiation to photosynthetically active radiation (PAR) increases in proportion to the adsorbed PAR in the canopy. *Journal of Plant Research*. April 2011.
<https://doi.org/10.1007/s10265-010-0346-1>
- Lembang R. P., K. Mustari, & L. Asrul. (2019). Identification and Analysis of Relationship Several Local Promising Clones Cocoa (*Theobroma cacao* L.) based on morphological Characters in South Sulawesi. The 1st Biennial Conference on Tropical Biodiversity. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 270 (2019) 012024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/270/1/012024>
- Li Y., H. Wu, J. Wang, L. Cui, D. Tian, J. Wang, X. Zhang, L. Yan, Z. Yan, K. Zhang, X. Kang, & B. Song. (2019). Plant Biomass And Soil Organic Carbon are Main Factors Influencing Dry-Season Ecosystem Carbon Rates In The Coastal Zone Of The Yellow River Delta. *PLoS ONE* 14(1);
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210768>
- Mithöfer D., J. M. Roshetko, J. A. Donovan, E. Nathalie, V. Robiglio, D. Wau, D. J. Sonwa, & T. Blare. (2018). Unpacking ‘sustainable’ cocoa: do sustainability standards , development projects and policies address producer concerns in Indonesia, Cameroon and Peru?. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*. 13(1), 444–469.
<https://doi.org/10.1080/21513732.2018.1432691>
- Najihah T. S., M. H. Ibrahim, P. Hadley, & A. Daymond. (2018). The Effect of Different Day and Night Temperatures on the Growth and Physiology of *Theobroma cacao* under Controlled Environment Condition. *Annual Research & Review in Biology*. 27(2), 1–15.
<https://doi.org/10.9734/ARRB/2018/40413>
- Nappu M. B., J. Limbongan, & B. A. Lologau. (2014). Perbanyakan Bibit Kakao Melalui Teknik Grafting, Okulasi, dan Somatik Embriogenesis di Provinsi Sulawesi Selatan. *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan*. 17(3), 175–185
- Patel T., & M. Saraf. (2017). Biosynthesis of phytohormones from novel Rhizobacterial isolates and their in vitro plant growth-promoting efficacy. *Journal of Plant Interactions*. 12:1, 480–487. October.
<https://doi.org/10.1080/17429145.2017.1392625>
- Pranowo D., & E. Wardiana. (2017). Kompatibilitas Lima Klon Unggul Kakao Sebagai Batang Atas Dengan Batang Bawah Progeni Half-Sib

Klon Sulawesi 01. Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar. 3(1), 29-36. March 2016.

<https://doi.org/10.21082/jtidp.v3n1.2016.p29-36>

Raines T., C. Shanks, C. Cheng, D. Mcpherson, C. T. Argueso, H. J. Kim, J. M. Franco-Zorilla, I. Lopez-Vidriero, R. Solano, R. Vankova, G. E. Schaller, & J. J. Kieber. (2016). The cytokinin response factors modulate root and shoot growth and promote leaf senescence in *Arabidopsis*. *The Plant Journal* (2016) 85, 134–147. <https://doi.org/10.1111/tpj.13097>

Rezai S., N. Etemadi, A. Nikbakht, M. Yousefi, & M. M. Majidi. (2018). Effect of Light Intensity on Leaf Morphology, Photosynthetic Capacity, and Effect of Light Intensity on Leaf Morphology, Photosynthetic Capacity, and Chlorophyll Content in Sage (*Salvia officinalis* L.). *Horticultural Science and Technology* 36(1):46-47, 2018. January. <https://doi.org/10.12972/kjhst.20180006>

Susilo A. W., Sobir, D. Wirnas, & A. Wuriandani. (2020). Estimation of Genetic Components of Cocoa Populations (*Theobroma cacao* L.) in Seedling Phase. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 48(1), 83–88. DOI: <https://dx.doi.org/10.24831/jai.v48i1.30159>

Yadav D., & S. Singh. (2018). Vegetative methods of plant propagation : I - cutting layering and budding. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 7(2), 3267–3273

Yamori W. (2016). Photosynthetic response to fluctuating environments and photoprotective strategies under abiotic stress. *Journal of Plant Research*. <https://doi.org/10.1007/s10265-016-0816-1>