Jurnal Pertanian Kepulauan (JPK) eISSN 2962-7796

Pengaruh Lama Perendaman dan Pengelupasan Kulit Benih Terhadap Kualitas Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L) Varietas Sulawesi 01

Effect of Soaking Duration and Seed Coat Removal on the Quality of Cocoa (Theobroma cacao L.) Seedlings of the Sulawesi 01 Variety

Arnolv Crystovel Sinaga[1], Johan Riry[1], Marthini K. Lesilolo[1]
[1] Program Studi Agroteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura
Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon 97233

Vol. 10, No.:1, Maret 2026 DOI:
10.30598/jpk.2026.1.48

Received: Jan 07, 2026
Accepted: March 20, 2026
Online publication: March, 20, 2026

*Correspondent author:
riryjohan@gmail.com

Abstract
The availability of high-quality and uniform cocoa (*Theobroma cacao* L.) planting material depends on seed germination and early seedling growth. This study aimed to evaluate the effects of soaking duration, seed coat (*testa*) removal, and their interaction on the germination and seedling vigor of the Sulawesi 01 cocoa clone. The experiment was conducted at the Laboratory of the Center for Seed Quality and Crop Protection of Estate Crops (BBPPTP), Ambon, Indonesia, using a two-factor Completely Randomized Design (CRD) with two replications. The first factor was soaking duration (0, 12, 24, 36, and 48 h), while the second factor was seed coat treatment (testa removed and intact testa). Each experimental unit consisted of 50 seeds, resulting in a total of 1,000 seeds. Analysis of variance showed that seed coat removal significantly improved germination performance. Testa removal increased germination percentage from 85.60% to 94.80%, reduced germination time from 9.09 to 7.75 days, and increased germination speed from 8.45% day^{-1} to 12.07% day^{-1}. Soaking duration did not significantly affect germination parameters but significantly influenced seedling growth. The 48-h soaking treatment produced the tallest seedlings, reaching 26.85 cm at 42 days after planting (DAP). A significant interaction between seed coat removal and soaking duration was observed only for leaf number, where the combination of testa removal and 12-h soaking (P_1W_1) produced the highest leaf number (4.35 leaves) at 42 DAP. These results indicate that seed coat removal effectively improves cocoa seed germination, while the combination of testa removal and 12-h soaking supports better early seedling growth.
Keywords: seed coat removal, seedling growth, soaking duration, Sulawesi 01 cocoa variety, *Theobroma cacao* L

Abstrak
Ketersediaan bahan tanam kakao (*Theobroma cacao* L.) yang bermutu dan seragam sangat dipengaruhi oleh keberhasilan perkecambahan benih serta pertumbuhan awal bibit. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh lama perendaman, pengelupasan kulit ari benih, dan interaksi keduanya terhadap perkecambahan serta pertumbuhan bibit kakao klon Sulawesi 01. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP) Ambon menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua ulangan. Faktor pertama adalah lama perendaman dalam air (0, 12, 24, 36, dan 48 jam), sedangkan faktor kedua adalah pengelupasan kulit ari benih (dikelupas dan tidak dikelupas). Setiap unit percobaan terdiri atas 50 benih dengan total 1.000 benih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelupasan kulit ari benih berpengaruh nyata terhadap parameter perkecambahan. Perlakuan ini meningkatkan daya kecambah dari 85,60% menjadi 94,80%, mempercepat waktu perkecambahan dari 9,09 hari menjadi 7,75 hari, serta meningkatkan kecepatan tumbuh benih dari 8,45% menjadi 12,07%. Lama perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap daya kecambah, laju perkecambahan, dan kecepatan tumbuh benih, tetapi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit. Perendaman selama 48 jam menghasilkan tinggi bibit tertinggi, yaitu 26,85 cm pada umur 42 hari setelah tanam (HST). Interaksi antara lama perendaman dan pengelupasan kulit ari hanya berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Kombinasi

pengelupasan kulit ari dan perendaman selama 12 jam (P_1W_1) menghasilkan jumlah daun tertinggi, yaitu 4,35 helai pada umur 42 HST. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelupasan kulit ari efektif meningkatkan mutu perkecambahan benih kakao, sedangkan kombinasi pengelupasan kulit ari dan perendaman selama 12 jam mendukung pertumbuhan awal bibit yang lebih baik.

Kata kunci: kakao, lama perendaman, pengelupasan kulit ari, pertumbuhan bibit, varietas Sulawesi 01.

Laman : https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/jpk/article/view/24259

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia. Tanaman ini tidak hanya bermanfaat bagi kesehatan karena kandungan flavonoidnya yang berpotensi membantu mengurangi dampak paparan radiasi dari perangkat elektronik (Hadi, 2020), tetapi juga berkontribusi sebagai sumber pendapatan masyarakat dan penghasil devisa negara. Indonesia tercatat sebagai salah satu produsen dan pengekspor kakao terbesar di dunia, setelah Pantai Gading dan Ghana, dengan produksi mencapai 713,40 ribu ton. Berdasarkan data *Statistik Kakao Indonesia* tahun 2020, luas areal perkebunan kakao mencapai 1.528.400 hektare dan menunjukkan tren peningkatan dari tahun ke tahun (BPS, 2020). Oleh karena itu, pengembangan budidaya kakao yang berkelanjutan menjadi penting untuk mendukung peningkatan produksi dan daya saing komoditas ini di pasar global.

Kinerja ekspor kakao Indonesia menunjukkan fluktuasi dari tahun ke tahun. Nilai ekspor tertinggi tercatat pada tahun 2018, mencapai US$ 1,24 miliar dengan tingkat pertumbuhan sebesar 11,18%. Peningkatan tersebut didorong oleh tingginya permintaan Amerika Serikat terhadap produk olahan kakao, terutama lemak dan minyak kakao. Sebaliknya, pada tahun 2017 nilai ekspor kakao Indonesia mengalami penurunan hingga mencapai titik terendah, yaitu sebesar US$ 1,12 miliar atau turun 9,63% dibandingkan tahun sebelumnya. Meskipun demikian, pada tahun 2020 nilai ekspor kakao kembali meningkat menjadi US$ 1,24 miliar dengan pertumbuhan sebesar 8,80% (Tumanggor, 2023). Pencapaian ini menunjukkan bahwa industri pengolahan kakao nasional tetap mampu memberikan kontribusi yang signifikan terhadap penerimaan devisa negara, bahkan di tengah tantangan yang ditimbulkan oleh pandemi COVID-19.

Menurut Rubiyo dan Siswanto (2012), beberapa klon kakao memiliki produktivitas tinggi sekaligus ketahanan terhadap hama dan penyakit utama tanaman kakao. Klon-klon tersebut antara lain DR 2, DR 16, PA 300, RCC 71, RCC 73, ICCRI 01, ICCRI 02, ICCRI 03, dan ICCRI 04 yang mampu menghasilkan produksi rata-rata lebih dari 1,5 ton per hektare serta memiliki ketahanan terhadap penyakit busuk buah. Selain itu, klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 dilaporkan tahan terhadap penyakit *Vascular-Streak Dieback* (VSD). Ketahanan terhadap hama penggerek buah kakao (PBK) ditemukan pada klon KW 617 dan KW 516, sedangkan klon ICCRI 01, ICCRI 02, ICCRI 03, dan ICCRI 04 diketahui memiliki ketahanan terhadap hama *Helopeltis* spp. Di samping itu, beberapa klon yang termasuk dalam kelompok Forastero, yaitu ICS 60, TSH 858, Sca 6, Sulawesi 01, Sulawesi 02, ICCRI 03, dan ICCRI 04, juga banyak dimanfaatkan dalam program pengembangan dan pemuliaan tanaman kakao (Dwijatmoko *et al.*, 2018).

Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Nomor 694/Kpts/SR.120/12/2008, klon Sulawesi 1 direkomendasikan sebagai salah satu klon unggul untuk pengembangan kakao di wilayah Sulawesi. Klon ini memiliki potensi hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan klon lokal serta menunjukkan ketahanan terhadap penyakit *Vascular-Streak Dieback* (VSD). Keunggulan tersebut menjadikan Sulawesi 1 sebagai salah satu sumber daya genetik penting dalam program pemuliaan dan pengembangan varietas kakao nasional. Selain itu, klon Sulawesi 1 memiliki karakteristik mutu biji yang baik, ditandai dengan bobot biji kering sekitar 1,1 g per biji dan kandungan lemak berkisar antara 48-50%. Karakteristik tersebut mendukung peningkatan produktivitas sekaligus mutu kakao Indonesia, sehingga berpotensi meningkatkan daya saing produk kakao di pasar internasional.

Perendaman benih sebelum proses perkecambahan merupakan salah satu perlakuan yang dilakukan untuk mempercepat munculnya kecambah (Sahroni *et al.*, 2018). Perlakuan ini termasuk ke dalam teknik invigorasi benih yang bertujuan meningkatkan kecepatan perkecambahan serta menghasilkan bibit yang lebih vigor (Santoso *et al.*, 2014). Melalui proses perendaman, benih mampu menyerap air secara optimal sehingga memicu berlangsungnya proses fisiologis yang mendukung perkecambahan. Pada fase imbibisi, kulit benih menjadi lebih lunak dan mengalami keretakan, yang diikuti oleh peningkatan aktivitas respirasi serta aktivasi enzim-enzim metabolik di dalam benih. Aktivasi enzim tersebut berperan dalam menguraikan cadangan makanan yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan embrio hingga terbentuk kecambah.

Perendaman benih menggunakan akuades selama 24 jam dilaporkan mampu memberikan hasil terbaik pada beberapa parameter pertumbuhan, seperti persentase perkecambahan, panjang batang, dan panjang akar (Ali,

2015). Selain itu, benih yang dikecambahkan setelah penghilangan kulit ari menunjukkan performa perkecambahan yang lebih baik dibandingkan benih yang masih memiliki kulit ari. Hasil penelitian Fauzi *et al.* (2017) juga menunjukkan bahwa perlakuan pengupasan pulp dan kulit ari benih berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun bibit kakao. Namun, perlakuan tersebut tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap diameter batang, bobot basah, maupun luas daun bibit kakao. Perbedaan respons pada berbagai parameter pertumbuhan tersebut menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan perendaman dan pengelupasan kulit benih terhadap pertumbuhan bibit kakao masih perlu dikaji lebih lanjut. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh lama perendaman dan pengelupasan kulit benih terhadap pertumbuhan serta kualitas bibit kakao.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilaksanakan pada bulan Juni hingga Juli 2025 di Laboratorium Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP), Kota Ambon, Provinsi Maluku. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pisau, ember, *hand sprayer*, ayakan berukuran 1,18 mm, bak perkecambahan berukuran 50 cm × 50 cm × 20 cm, alat tulis, baskom, label, meteran, sekop, kuali berukuran besar, dan kamera digital. Bahan yang digunakan terdiri atas benih kakao varietas Sulawesi 01, pasir steril, akuades, air, abu sekam, fungisida Amistar Top, serta kayu bakar.

Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri atas dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah lama perendaman (W) yang terdiri atas lima taraf, yaitu W_0 = tanpa perendaman (0 jam), W_1 = 12 jam, W_2 = 24 jam, W_3 = 36 jam, dan W_4 = 48 jam. Faktor kedua adalah pengelupasan kulit ari benih (P), yang terdiri atas dua taraf, yaitu P_1 = kulit ari dikelupas dan P_2 = kulit ari tidak dikelupas.

Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan Benih dan Pembuatan Media Perkecambahan

Benih yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kakao varietas Sulawesi 01 yang diperoleh dari sumber benih yang sama di Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBPPTP). Media perkecambahan yang digunakan berupa campuran pasir steril dan abu sekam yang ditempatkan dalam bak perkecambahan berukuran 50 cm × 50 cm × 20 cm.

Pengelupasan dan Perendaman Benih

Benih yang telah disiapkan dibagi menjadi dua kelompok sesuai dengan perlakuan yang diberikan. Sebanyak 50% benih diberi perlakuan pengelupasan kulit ari, sedangkan 50% lainnya dibiarkan tanpa pengelupasan kulit ari. Selanjutnya, benih pada masing-masing kelompok direndam sesuai taraf perlakuan, yaitu tanpa perendaman (0 jam), perendaman selama 12 jam, 24 jam, 36 jam, dan 48 jam.

Persemaian dan Pemeliharaan

Benih yang telah mendapatkan perlakuan pengelupasan kulit ari dan perendaman kemudian disemai pada media perkecambahan yang telah disiapkan. Setiap bak perkecambahan diisi sebanyak 50 benih dan diberi label sesuai dengan kombinasi perlakuan yang diterapkan. Pemeliharaan dilakukan dengan menyiram media menggunakan *hand sprayer* untuk menjaga kelembapan media agar tetap optimal bagi proses perkecambahan. Pengamatan dilakukan secara berkala hingga benih berkecambah. Benih yang tidak tumbuh atau mati selama masa pengamatan dicatat dan disingkirkan dari media perkecambahan guna menjaga kondisi persemaian tetap baik.

Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati meliputi daya kecambah benih, laju perkecambahan, kecepatan tumbuh benih, tinggi tanaman dan jumlah daun.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji analisis varians (ANOVA), bila terdapat perbedaan yang signifikan maka akan dilanjutkan dengan menggunakan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) taraf 5%.

HASIL

Berdasarkan analisis ragam, perlakuan pengelupasan kulit ari benih mendominasi pengaruh terhadap variabel perkecambahan benih, sedangkan perlakuan lama perendaman memberikan pengaruh dominan terhadap

pertumbuhan vegetatif bibit (Tabel 1).

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Sidik Ragam Pengaruh Lama Perendaman dan Pengelupasan Kulit Benih Terhadap Kualitas Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L) Varietas Sulawesi 01.

Variabel Pengamatan	Sidik ragam		
	Lama Perendaman	Pengelupasan Kulit	Interaksi
Daya kecambah (%)	tn	*	tn
Laju Perkecambahan (Hari)	tn	**	tn
Kecepatan Tumbuh Benih (%)	tn	**	tn
Tinggi Bibit (cm)	**	tn	tn
Jumlah Daun (helai)	*	tn	*

Ket : tn (tidak nyata), * (nyata), ** (sangat nyata).

Hasil analisis ragam pada Tabel 1, perlakuan lama perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap parameter perkecambahan benih, yaitu daya kecambah, laju perkecambahan, dan kecepatan tumbuh benih. Namun, perlakuan tersebut berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit, yang ditunjukkan oleh peningkatan tinggi bibit dan jumlah daun. Hasil ini mengindikasikan bahwa lama perendaman lebih berperan dalam mendukung pertumbuhan vegetatif bibit setelah proses perkecambahan berlangsung. Sebaliknya, perlakuan pengelupasan kulit ari benih memberikan pengaruh yang lebih dominan terhadap karakteristik perkecambahan. Pengelupasan kulit ari terbukti berpengaruh nyata terhadap daya kecambah serta berpengaruh sangat nyata terhadap laju perkecambahan dan kecepatan tumbuh benih. Kondisi ini menunjukkan bahwa penghilangan kulit ari dapat mempercepat proses imbibisi dan pertukaran gas sehingga mendukung aktivitas metabolisme benih selama perkecambahan.

Interaksi antara lama perendaman dan pengelupasan kulit ari benih umumnya tidak berpengaruh nyata terhadap sebagian besar variabel pengamatan, yaitu daya kecambah, laju perkecambahan, kecepatan tumbuh benih, dan tinggi bibit. Namun, interaksi kedua perlakuan tersebut berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, yang mengindikasikan adanya respons berbeda pada pertumbuhan bibit akibat kombinasi perlakuan yang diberikan.

Karakteristik Perkecambahan Benih Kakao

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengelupasan kulit ari benih merupakan faktor utama yang memengaruhi daya kecambah, laju perkecambahan, dan kecepatan tumbuh benih. Tidak ditemukannya interaksi yang nyata antara pengelupasan kulit ari dan lama perendaman mengindikasikan bahwa efektivitas pengelupasan kulit ari dalam meningkatkan performa perkecambahan relatif konsisten pada berbagai tingkat lama perendaman yang diuji (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh pengelupasan kulit ari terhadap tolok ukur perkecambahan benih kakao klon Sulawesi 01

Perlakuan Kulit Ari	Daya Kecambah (%)	Laju Perkecambahan (hari)	Kecepatan Tumbuh (%)
P1 (Dikelupas)	94,80 a	7,75 b	12,07 a
P2 (Utuh)	85,60 b	9,09 a	8,45 b
Nilai Kritis DMRT (5%)	*7,85*	*0,50*	*0,96*

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5%. Pada Laju Perkecambahan, angka yang lebih rendah mengindikasikan waktu berkecambah yang lebih cepat.

Benih yang mengalami pengelupasan kulit ari (P_1) menunjukkan performa perkecambahan yang lebih baik dibandingkan benih berkulit ari utuh (P_2). Perlakuan ini meningkatkan daya kecambah sebesar 9,20%, mempercepat munculnya kecambah normal hingga 1,34 hari, serta meningkatkan kecepatan tumbuh benih sebesar 1,42 kali. Peningkatan tersebut diduga berkaitan dengan berkurangnya hambatan mekanis pada permukaan benih, sehingga proses imbibisi, pertukaran gas, dan aktivitas metabolisme embrio berlangsung lebih cepat dan optimal. Kondisi ini pada akhirnya mendukung peningkatan viabilitas serta vigor benih kakao.

Pertumbuhan Tinggi Bibit

Pertumbuhan tinggi bibit kakao pada umur 28, 35, dan 42 hari setelah tanam (HST) dipengaruhi sangat nyata oleh perlakuan lama perendaman benih. Sebaliknya, perlakuan pengelupasan kulit ari benih maupun interaksi antara lama perendaman dan pengelupasan kulit ari tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi bibit pada seluruh umur pengamatan (Tabel 3).

Perlakuan perendaman selama 48 jam (W_4) memberikan respons pertumbuhan tinggi bibit yang paling baik pada seluruh umur pengamatan (28, 35, dan 42 HST). Pada akhir pengamatan, tinggi bibit mencapai 26,85 cm

dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Sebaliknya, perendaman selama 24 jam (W_2) menghasilkan tinggi bibit terendah, yaitu 23,64 cm pada 42 HST, bahkan lebih rendah dibandingkan kontrol tanpa perendaman (W_0). Perbedaan ini mengindikasikan bahwa respons pertumbuhan bibit kakao terhadap lama perendaman tidak selalu bersifat linier, melainkan dipengaruhi oleh kemampuan benih dalam menyerap air secara optimal untuk mendukung aktivitas metabolisme dan pertumbuhan awal tanaman.

Tabel 3. Pengaruh lama perendaman terhadap tinggi bibit kakao klon Sulawesi 01 pada umur 28, 35, dan 42 HST

Perlakuan Perendaman	Tinggi 28 HST (cm)	Tinggi 35 HST (cm)	Tinggi 42 HST (cm)
W0 (0 jam)	24,13 ab	24,80 b	25,64 b
W1 (12 jam)	24,02 b	24,46 b	25,69 b
W2 (24 jam)	22,59 c	23,09 c	23,64 c
W3 (36 jam)	24,12 ab	24,78 b	25,69 b
W4 (48 jam)	24,98 a	25,48 a	26,85 a
DMRT 5%	*0,86*	*0,64*	*0,88*

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Jumlah Daun Bibit Kakao Umur 42 HST

Berdasarkan hasil analisis ragam pada Tabel 4, interaksi antara lama perendaman dan pengelupasan kulit ari benih berpengaruh nyata terhadap jumlah daun fungsional pada umur 42 HST. Adanya interaksi ini menunjukkan bahwa respons pembentukan daun pada bibit kakao dipengaruhi oleh kombinasi kedua perlakuan, sehingga pengaruh lama perendaman dapat berbeda pada benih yang dikupas maupun yang tidak dikupas kulit arinya. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya hubungan sinergis antara kedua faktor dalam mendukung pertumbuhan vegetatif bibit.

Tabel 4. Interaksi lama perendaman dan pengelupasan kulit ari terhadap jumlah daun (helai) bibit kakao klon Sulawesi 01 pada 42 HST

Perlakuan Lama Perendaman	Kulit Ari Dikelupas (P1)	Kulit Ari Utuh (P2)	Rata-rata Faktor W
W0 (0 jam)	3,95 c	4,15 b	4,05 b
W1 (12 jam)	4,35 a	4,10 bc	4,22 a
W2 (24 jam)	4,05 bc	4,05 bc	4,05 b
W3 (36 jam)	4,05 bc	4,12 bc	4,08 b
W4 (48 jam)	4,00 bc	4,02 bc	4,01 b
Rata-rata Faktor P	4,08 tn	4,09 tn	–

Keterangan: *Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT taraf 5% (a = 0,05). Notasi huruf digunakan untuk membandingkan interaksi perlakuan W×P dengan nilai beda kritis 0,1690-0,1888 helai. Notasi* ***tn*** *menunjukkan pengaruh faktor tunggal pengelupasan kulit ari benih (P) tidak berbeda nyata.*

Kombinasi perlakuan P_1W_1 menghasilkan jumlah daun fungsional tertinggi dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya. Peningkatan jumlah daun pada kombinasi tersebut menunjukkan bahwa pengelupasan kulit ari yang diikuti perendaman selama 12 jam mampu menciptakan kondisi yang optimal bagi perkecambahan dan pertumbuhan awal bibit. Namun, peningkatan durasi perendaman hingga 24, 36, dan 48 jam tidak lagi memberikan respons yang lebih baik terhadap pembentukan daun, yang ditunjukkan oleh nilai rata-rata jumlah daun yang relatif sama. Kondisi ini mengindikasikan bahwa perendaman selama 12 jam telah cukup untuk mendukung proses fisiologis benih yang berkontribusi terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kakao.

PEMBAHASAN

Efektivitas Pengelupasan Kulit Ari terhadap Fase Perkecambahan

Daya kecambah merupakan indikator viabilitas benih yang mencerminkan kemampuan embrio untuk tumbuh dan berkembang membentuk struktur esensial tanaman secara normal pada kondisi lingkungan yang sesuai (Lesilolo *et al.,* 2018). Salah satu faktor yang memengaruhi keberhasilan perkecambahan adalah karakteristik kulit benih. Kulit benih yang keras dapat menyebabkan dormansi fisik karena menghambat masuknya air dan oksigen serta memberikan hambatan mekanis terhadap perkembangan embrio. Meskipun demikian, sifat impermeabel kulit benih memiliki fungsi penting sebagai pelindung alami terhadap serangan serangga dan infeksi patogen, khususnya cendawan (Yuniarti & Djaman, 2015).

Keberhasilan proses perkecambahan ditandai oleh munculnya kecambah dan berkembangnya struktur-struktur penting embrio yang mampu mendukung pertumbuhan menjadi tanaman normal. Oleh karena itu, kemunculan kecambah merupakan indikator bahwa benih telah berhasil mengaktifkan proses fisiologis dan metabolisme yang diperlukan untuk pertumbuhan awal tanaman (Tasfa *et al.*, 2016). Dengan demikian, peningkatan daya kecambah pada benih yang mengalami pengelupasan kulit ari menunjukkan bahwa berkurangnya hambatan fisik pada permukaan benih dapat memperlancar proses imbibisi, pertukaran gas, dan aktivasi metabolisme embrio sehingga mendukung perkecambahan yang lebih optimal.

Perkecambahan benih kakao sangat dipengaruhi oleh integritas fisik lapisan pembungkus benih, khususnya kulit ari (*testa*). Peningkatan daya kecambah hingga 94,80% serta percepatan waktu perkecambahan menjadi 7,75 hari pada perlakuan pengelupasan kulit ari (P_1) (Tabel 2) menunjukkan bahwa *testa* berperan sebagai penghambat mekanis utama terhadap masuknya air dan oksigen menuju embrio. Kulit benih yang masih utuh dapat membatasi proses imbibisi dan pertukaran gas sehingga memperlambat aktivasi metabolisme yang diperlukan untuk memulai perkecambahan. Sebagai benih rekalsitran, benih kakao memiliki kadar air yang relatif tinggi dan aktivitas respirasi yang tetap berlangsung setelah benih dipisahkan dari buahnya. Oleh karena itu, keberadaan hambatan fisik pada kulit benih menjadi faktor penting yang menentukan keberhasilan perkecambahan.

Pengelupasan kulit ari mengurangi hambatan mekanis terhadap munculnya radikula sekaligus meningkatkan difusi oksigen dan penyerapan air ke dalam jaringan benih. Kondisi tersebut mempercepat reaktivasi metabolisme selama fase imbibisi, yang ditunjukkan oleh meningkatnya indeks kecepatan tumbuh pada perlakuan benih yang dikelupas (P_1) sebesar 12,07% dibandingkan benih tanpa pengelupasan (P_2) sebesar 8,45%. Ketersediaan air yang lebih cepat di dalam jaringan benih memungkinkan aktivasi berbagai enzim hidrolitik, seperti α-amilase, protease, dan lipase, yang berperan dalam menguraikan cadangan makanan menjadi senyawa sederhana untuk mendukung pertumbuhan embrio (Tasfa *et al.*, 2016). Hasil hidrolisis tersebut selanjutnya ditranslokasikan ke sumbu embrio sebagai sumber energi dan bahan penyusun sel selama proses pertumbuhan kecambah. Tidak adanya pengaruh nyata lama perendaman terhadap daya kecambah, laju perkecambahan, dan kecepatan tumbuh benih (Tabel 1) mengindikasikan bahwa benih kakao varietas Sulawesi 01 yang digunakan dalam penelitian ini telah memiliki kandungan air yang cukup untuk memulai proses perkecambahan. Dengan demikian, faktor pembatas utama perkecambahan bukanlah ketersediaan air dari perlakuan perendaman, melainkan permeabilitas lapisan penutup benih. Temuan ini semakin memperkuat dugaan bahwa pengelupasan kulit ari merupakan perlakuan yang lebih efektif dalam meningkatkan viabilitas dan vigor benih kakao dibandingkan peningkatan lama perendaman.

Pengaruh Perendaman terhadap Pertumbuhan Vegetatif

Pertumbuhan tanaman ditandai oleh peningkatan ukuran dan biomassa yang berlangsung seiring bertambahnya umur tanaman. Pertumbuhan tersebut terjadi melalui proses pembelahan dan pembesaran sel pada jaringan meristem apikal yang dipengaruhi oleh ketersediaan air, unsur hara, dan cahaya matahari. Aktivitas tersebut mendorong terjadinya pemanjangan batang sehingga berkontribusi terhadap peningkatan tinggi tanaman. Menurut Gardner *et al.* (1991), pertumbuhan tinggi tanaman akan terus berlangsung selama tanaman berada pada fase vegetatif dan didukung oleh kondisi lingkungan yang optimal. Selain faktor lingkungan, ketersediaan cadangan makanan juga berperan penting dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Hanif (2019) menyatakan bahwa pertumbuhan akar, batang, dan daun dapat berlangsung lebih cepat apabila cadangan makanan yang dibutuhkan untuk pembentukan organ tanaman tersedia dalam jumlah yang cukup dan kondisi yang baik.

Dalam penelitian ini, pengaruh lama perendaman terhadap tinggi bibit diduga berkaitan dengan kemampuan benih menyerap air yang diperlukan untuk mengaktifkan proses metabolisme dan mobilisasi cadangan makanan. Cadangan makanan yang tersedia kemudian dimanfaatkan untuk mendukung pembelahan, pemanjangan, dan diferensiasi sel pada jaringan tanaman, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan tinggi bibit kakao. Oleh karena itu, perlakuan perendaman yang mampu mengoptimalkan hidrasi benih berpotensi meningkatkan pertumbuhan vegetatif bibit pada fase awal perkembangan.

Respons pertumbuhan tinggi bibit kakao menunjukkan pola yang berbeda dibandingkan dengan parameter perkecambahan. Perlakuan perendaman selama 48 jam (W_4) menghasilkan tinggi bibit tertinggi hingga umur 42 HST, yaitu 26,85 cm, sedangkan perendaman selama 24 jam (W_2) menghasilkan tinggi bibit terendah, yaitu 23,64 cm (Tabel 3). Hasil ini menunjukkan bahwa lama perendaman berperan dalam memengaruhi pertumbuhan vegetatif bibit setelah proses perkecambahan berlangsung.

Tingginya pertumbuhan bibit pada perlakuan W_4 diduga berkaitan dengan optimalnya hidrasi jaringan benih selama proses imbibisi. Perendaman yang lebih lama memungkinkan penyerapan air berlangsung lebih sempurna sehingga meningkatkan tekanan turgor sel pada jaringan meristematik hipokotil dan epikotil. Kondisi tersebut mendukung proses pelunakan dinding sel serta pemanjangan sel (*cell elongation*), yang pada akhirnya meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit (Gardner *et al.*, 1991; Widiarti *et al.*, 2016). Selain itu, ketersediaan air yang cukup juga berperan dalam mengaktifkan berbagai proses metabolisme dan mobilisasi cadangan makanan yang diperlukan untuk pembentukan jaringan baru selama fase pertumbuhan awal. Sebaliknya, rendahnya tinggi bibit pada perlakuan perendaman 24 jam (W_2) diduga berkaitan dengan terganggunya proses respirasi benih akibat terbatasnya ketersediaan oksigen selama perendaman. Benih yang terendam dalam air statis berpotensi mengalami kondisi hipoksia karena berkurangnya oksigen terlarut di sekitar jaringan embrio. Kondisi tersebut dapat menyebabkan terjadinya respirasi anaerob yang kurang efisien dalam menghasilkan energi, sehingga sebagian hasil metabolisme berupa senyawa intermediat, seperti laktat atau etanol, dapat terakumulasi dan menghambat pertumbuhan awal bibit (Supardy *et al.*, 2016; Finch-Savage & Leubner-Metzger, 2006).

Meskipun demikian, peningkatan pertumbuhan pada perlakuan perendaman 48 jam mengindikasikan bahwa benih kakao masih mampu memanfaatkan air yang tersedia untuk mendukung proses imbibisi secara optimal tanpa mengalami kerusakan fisiologis yang berarti. Kondisi tersebut memungkinkan berlangsungnya pemanjangan hipokotil dan perkembangan jaringan vegetatif secara lebih cepat setelah benih ditanam. Oleh karena itu, perendaman selama 48 jam diduga merupakan durasi yang paling efektif untuk mendukung pertumbuhan tinggi bibit kakao pada fase awal pertumbuhan dibandingkan lama perendaman lainnya yang diuji dalam penelitian ini.

Interaksi Antar Perlakuan Terhadap Pembentukan Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara lama perendaman dan pengelupasan kulit ari benih hanya berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada umur 42 HST (Tabel 4). Hasil ini mengindikasikan bahwa pembentukan daun pada bibit kakao dipengaruhi oleh kombinasi antara tingkat hidrasi benih dan kemudahan proses respirasi selama fase awal perkecambahan. Kombinasi perlakuan pengelupasan kulit ari dan perendaman selama 12 jam (P_1W_1) menghasilkan jumlah daun tertinggi, yaitu rata-rata 4,35 helai. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa perendaman selama 12 jam pada benih tanpa kulit ari mampu menyediakan air dalam jumlah yang cukup untuk mengaktifkan proses metabolisme tanpa menimbulkan gangguan aerasi pada jaringan embrio. Keadaan ini diduga mendukung diferensiasi dan perkembangan primordia daun pada epikotil secara lebih optimal (Habeahan *et al.*, 2021).

Meskipun demikian, perbedaan jumlah daun antarperlakuan relatif kecil, yaitu berkisar antara 3,95 hingga 4,35 helai dengan selisih maksimum hanya 0,40 helai. Hal ini menunjukkan bahwa respons pembentukan daun pada fase awal pertumbuhan bibit kakao masih terbatas. Pada umur 42 HST, bibit kakao umumnya masih berada pada fase transisi dari ketergantungan terhadap cadangan makanan kotiledon (*heterotrophic stage*) menuju fase pertumbuhan yang lebih mandiri melalui aktivitas fotosintesis (*autotrophic stage*). Pada fase tersebut, pembentukan buku dan daun baru belum berlangsung secara intensif karena masih dipengaruhi oleh ketersediaan cadangan hara benih dan karakter pertumbuhan genetik tanaman.

Selain itu, terbatasnya variasi jumlah daun antarkombinasi perlakuan diduga berkaitan dengan pola pertumbuhan flush yang merupakan karakteristik alami tanaman kakao. Pertumbuhan daun kakao berlangsung secara periodik dan tidak terus-menerus, sehingga respons perlakuan terhadap pembentukan daun pada fase pembibitan awal cenderung lebih lambat dibandingkan respons terhadap perkecambahan maupun pertumbuhan tinggi bibit. Dengan demikian, meskipun interaksi perlakuan memberikan pengaruh nyata secara statistik, besarnya respons biologis yang dihasilkan terhadap jumlah daun masih relatif terbatas pada umur pengamatan 42 HST (Khairunnisa *et al.*, 2025; Ratnawati *et al.*, 2013).

Menurut Khairunnisa *et al.* (2025), daun merupakan organ penting yang berperan dalam berbagai proses fisiologis tanaman, seperti fotosintesis, respirasi, dan transpirasi. Pertumbuhan dan perkembangan daun dipengaruhi oleh faktor genetik serta kondisi lingkungan, terutama ketersediaan unsur hara yang mendukung pembentukan dan perkembangan organ vegetatif. Perbedaan karakter genetik tanaman dapat menyebabkan variasi jumlah daun yang terbentuk pada setiap individu.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah daun bibit kakao pada umur 42 HST relatif tidak mengalami peningkatan yang berarti. Kondisi ini diduga disebabkan oleh singkatnya periode pengamatan, sehingga respons pertumbuhan jumlah daun belum dapat diamati secara optimal. Pada fase awal pertumbuhan, bibit kakao masih berada dalam tahap transisi dari pemanfaatan cadangan makanan dalam kotiledon menuju fase pertumbuhan yang lebih mengandalkan hasil fotosintesis. Oleh karena itu, pembentukan daun baru masih berlangsung secara terbatas.

Selain itu, tanaman kakao memiliki pola pertumbuhan vegetatif yang relatif lambat pada fase pembibitan awal. Pertambahan jumlah daun umumnya lebih jelas terlihat setelah tanaman memasuki fase pertumbuhan yang lebih aktif dan sistem perakaran telah berkembang dengan baik. Oleh karena itu, evaluasi jumlah daun pada bibit kakao akan lebih representatif apabila dilakukan pada umur 4-6 bulan setelah tanam, ketika pembentukan daun telah berlangsung lebih intensif dan respons perlakuan dapat diamati dengan lebih jelas. Untuk memperoleh informasi yang lebih komprehensif mengenai respons pertumbuhan bibit kakao, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan periode pengamatan yang lebih panjang, yaitu hingga 4-6 bulan setelah tanam, sehingga pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan vegetatif, terutama jumlah daun dan perkembangan bibit, dapat diamati secara lebih optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kepala BBPPTP Ambon yang telah memfasilitasi, memotivasi dan memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan kegiatan penelitian.

KESIMPULAN

Pengelupasan kulit ari benih kakao klon Sulawesi 01 secara mandiri mampu meningkatkan kualitas perkecambahan benih, yang ditunjukkan oleh peningkatan daya kecambah dari 85,60% menjadi 94,80%, percepatan waktu perkecambahan menjadi 7,75 hari, serta peningkatan kecepatan tumbuh benih hingga 12,07%. Sementara itu, lama perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan, tetapi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit. Perlakuan perendaman selama 48 jam menghasilkan tinggi bibit tertinggi, yaitu 26,85 cm pada umur 42 HST. Selain itu, terdapat interaksi nyata antara lama perendaman dan pengelupasan kulit ari benih terhadap jumlah daun. Kombinasi pengelupasan kulit ari dan perendaman selama 12 jam (P_1W_1) menghasilkan jumlah daun terbanyak, yaitu 4,35 helai pada umur 42 HST.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, A. (2015). View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk. 274–282.

BPS. 2020. Statistik Kakao Indonesia. Badan Pusat Statistik Indonesia.

Dwijatmoko, M. I., Nurtama, B., Yuliana, N. D., dan Misnawi, M. (2018). Characterization of polyphenols from various cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones during fermentation. *Coffee and Cocoa Research Journal*, 34(2).

Fauzi, A., Faisal, F., dan Rafli, M. (2017). Dampak Letak Buah Pada Pohon dan Perlakuan Benih Terhadap Perkecambahan Benih Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agrium*, 14(1), 1–7.

Finch-Savage, W. E., dan Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. New Phytologist, 171(3), 501–523.

Gardner, F. P., Pearce, R. B., dan Mitchell, R. L. (1991). Fisiologi tanaman budidaya = Physiology of Crop Plants (H. (Translator) Susilo (ed.)). UI Press.

Habeahan, K. B., Cahyaningrum, H., dan Aji, H. B. (2021). Pengaruh komposisi media tanam dan ZPT atonik terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(2), 106–111.

Hadi, N. S. (2020). Peran coklat dalam penanganan stress saat Work From Home dan kesehatan mata saat terpapar radiasi online. Prosiding Seminar Nasional Hardiknas, 1, 65–70.

Hanif, K. (2019). Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L .) Sripsi.

Khairunnisa, L., Parawansa, A. K., dan Gani, M. S. (2025). Pengaruh waktu perendaman benih kakao pada Trichoderma harzianum terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.). *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Pertanian*, 6(2), 200–216.

Lesilolo, M. ., Riry, J., dan Matatula, E. . (2018). Pengujian Viabilitas Dan Vigor Benih Beberapa Jenis Tanaman Yang Beredar Di Pasaran Kota Ambon. *Agrologia*, 2(1). https://doi.org/10.30598/a.v2i1.272

Rubiyo, R., dan Siswanto, S. (2012). Peningkatan produksi dan pengembangan kakao (*Theobroma cacao* L.) di Indonesia. *Journal of Industrial and Beverage Crops*, 3(1), 33–48.

Sahroni, M., Handayani, T., Zulkifli, Z., dan Yulianty, Y. (2018). Pengaruh Perendaman dan Letak Posisi Biji Dalam Buah Terdapat Perkecambahan dan Pertumbuhan Kecambah Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen Dan Keanekaragaman Hayati*, 5, 27–36. https://doi.org/10.23960/jbekh.v5i1.58

Santoso, I., Sulistyani, dan Sudarsianto. (2014). Studi Perkecambahan Benih Kakao Melalui Metode Perendaman. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.

Statistik, B. P. (2020). Kakao Indonesia. Badan Pusat Statistik. http://www.bps.go.id/

Supardy, S., Adelina, E., & Made, U. (2016). Pengaruh Lama Perendaman Dan Konsentrasi Giberelin (Ga3) Terhadap Viabilitas Benih

Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Agrotekbis: Jurnal Ilmu Pertanian* (e-journal), 4(4), 425–431.

Tasfa, D. M., Syamsuddin, S., dan Halimusyadah, H. (2016). Efektivitas Ekstrak Jambu Biji Merah (Psidium guajava L.) sebagai Antioksidan terhadap Laju Kemunduran Beberapa Varietas Benih Kedelai (Glycine max (L.) Merr.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 1(1), 239–250.

Tumanggor, J. (2023). Analisis Ekspor Kakao Indonesia Periode 1991-2020. Universitas Jambi.

Widiarti, W., Wulandari, E., dan Rahardjo, P. (2016). Respons vigor benih dan pertumbuhan awal tanaman tomat terhadap konsentrasi dan lama perendaman asam klorida (HCl). *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 14(2), 151–160.

Yuniarti, N., dan Djaman, D. F. (2015). Teknik pematahan dormansi untuk mempercepat perkecambahan benih kourbaril (Hymenaea courbaril), 1(6), 1433–1437.