BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kakao (Theobroma cacao L.)

Tanaman kakao (*Theobroma cacao L.*) adalah salah satu komoditas perkebunan tropis bernilai ekonomi tinggi yang termasuk dalam famili *Malvaceae*. Kakao berasal dari kawasan hutan tropis Amazon, Amerika Selatan, dan telah menyebar luas ke daerah tropis lainnya, termasuk Asia Tenggara dan Afrika Barat. Di Indonesia, kakao menjadi komoditas ekspor penting setelah kelapa sawit dan karet, serta menjadi sumber penghidupan bagi jutaan petani di berbagai daerah seperti Sulawesi, Sumatera, dan Kalimantan (Ridwan, 2020).

Tanaman ini memiliki morfologi khas berupa batang utama yang tegak dengan percabangan bertingkat (*jorquette*) serta daun besar, tipis, dan berwarna hijau mengilap. Kakao dapat tumbuh optimal pada ketinggian 0–600 m di atas permukaan laut, suhu 25–30°C, curah hujan 1.500–2.500 mm/tahun, serta intensitas cahaya sedang (Arlianzy, Syam, & Aminah, 2022).

Secara genetik, tanaman kakao dibagi menjadi tiga kelompok utama:

1. Criollo – menghasilkan biji berkualitas tinggi dengan rasa halus, tetapi rentan terhadap penyakit.
2. Forastero – berproduksi tinggi dan tahan penyakit, banyak dibudidayakan di Indonesia.
3. Trinitario – hasil persilangan *Criollo* dan *Forastero*, memiliki mutu biji baik dan ketahanan menengah terhadap penyakit.

Jenis *Forastero* sering dijadikan batang bawah karena sistem perakarannya kuat dan tahan terhadap patogen tanah, sedangkan *Trinitario* umumnya dijadikan entres karena mutu bijinya tinggi (Rizky, 2024).

Dalam penelitian ini, batang bawah yang digunakan berasal dari klon Forastero sebagai klon lokal karena memiliki sistem perakaran yang kuat, pertumbuhan vigor, daya adaptasi tinggi terhadap kondisi lingkungan tropis, serta relatif lebih tahan terhadap beberapa penyakit akar.

Sementara itu, entres yang digunakan berasal dari klon Trinitario, yaitu hasil persilangan antara Criollo dan Forastero yang memiliki potensi produksi

tinggi, kualitas biji yang baik, ukuran biji lebih besar, serta cita rasa yang lebih baik dibandingkan Forastero. Kombinasi kedua klon tersebut diharapkan mampu menghasilkan bibit kakao dengan perakaran kuat sekaligus memiliki produktivitas dan mutu hasil yang tinggi.

2.2 Produktivitas Kakao di Indonesia dan Permasalahannya

Walaupun Indonesia termasuk tiga besar produsen kakao dunia, produktivitas nasional masih jauh di bawah potensi genetiknya. Data Direktorat Jenderal Perkebunan menunjukkan produktivitas rata-rata kakao nasional hanya sekitar 1 ton/ha/tahun, sedangkan potensi klon unggul bisa mencapai 2,5–3 ton/ha/tahun (Ramadhani, 2022).

Permasalahan rendahnya produktivitas kakao rakyat disebabkan oleh:

1. Tanaman tua dan berasal dari perbanyakan generatif (biji) yang menyebabkan keragaman genetik tinggi.
2. Serangan hama dan penyakit seperti *VSD (Vascular Streak Dieback), Black Pod Disease* (*Phytophthora palmivora*), dan penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella*).
3. Kurangnya peremajaan kebun dan minimnya penerapan teknologi vegetatif modern.

Akibatnya, kualitas dan hasil panen tidak seragam serta menurun dari tahun ke tahun. Untuk mengatasi hal ini, peremajaan tanaman melalui teknik sambung pucuk (grafting) menjadi alternatif paling efisien karena mampu mempertahankan sifat unggul klon tertentu sekaligus memperbaiki struktur tanaman lama (Fitrianti & Ruslan, 2021).

2.3 Teknik Sambung Pucuk (Grafting)

2.3.1 Pengertian dan Prinsip Dasar

Sambung pucuk atau *grafting* adalah metode perbanyakan vegetatif dengan menyatukan dua bagian tanaman dari genotipe berbeda:

1. Batang bawah (rootstock) berfungsi menyediakan sistem perakaran yang kuat, ketahanan terhadap penyakit, dan adaptasi lingkungan.

2. Batang atas (entres/scion) menentukan sifat-sifat produksi, mutu buah, dan karakter morfologi bagian atas tanaman.

Proses grafting bertujuan untuk menggabungkan keunggulan genetik kedua tanaman. Syarat keberhasilannya adalah adanya kesesuaian fisiologis dan anatomis antara jaringan kambium batang bawah dan entres, sehingga terjadi penyatuan jaringan baru yang memungkinkan aliran hara dan air (Roswanjaya & Maretta, 2020).

2.3.2 Jenis dan Teknik Sambung Pucuk

Beberapa teknik sambung pucuk yang sering digunakan pada tanaman kakao meliputi:

1. Sambung sisi (side grafting): dilakukan dengan menyayat sisi batang bawah dan memasukkan entres berbentuk baji.
2. Sambung celah (cleft grafting): dilakukan dengan membelah batang bawah di tengah, kemudian menyisipkan entres.
3. Sambung pucuk (top grafting): dilakukan pada batang tanaman yang sudah tumbuh, dengan memotong bagian atas batang bawah dan menyambungkannya dengan entres unggul.

Teknik sambung pucuk memiliki keunggulan dalam memperbaiki tanaman kakao yang telah tumbuh di lapangan tanpa harus mencabutnya. Dengan demikian, waktu peremajaan tanaman dapat dipersingkat dan produksi dapat kembali meningkat dalam waktu singkat (Ahmad & Mustapa, 2024).

2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Sambung Pucuk

Keberhasilan sambung pucuk dipengaruhi oleh kombinasi faktor internal (dari tanaman) dan eksternal (dari lingkungan).

2.4.1 Faktor Internal

1. Kesesuaian genetik dan fisiologis antara batang bawah dan entres. Ketidaksesuaian dapat menyebabkan penolakan jaringan dan kegagalan sambungan (Maghfiroh, 2025).

2. Umur batang bawah. Batang bawah berumur muda (2–3 bulan) memiliki aktivitas kambium lebih tinggi sehingga lebih mudah bersatu (Ridwan, 2020).
3. Diameter batang. Diameter batang bawah dan entres yang seragam (0,8–1,0 cm) meningkatkan kesesuaian kontak kambium.
4. Kandungan hormon tumbuh. Auksin dan sitokinin berperan penting dalam pembentukan kalus dan diferensiasi jaringan baru (Roswanjaya & Maretta, 2020).

2.4.2 Faktor Eksternal

1. Kelembapan. Proses penyatuan jaringan memerlukan kelembapan tinggi (70–80%) agar jaringan tidak mengering.
2. Suhu. Suhu optimal sekitar 25–30°C mempercepat pembelahan sel kambium.
3. Pencahayaan. Intensitas cahaya sedang diperlukan untuk fotosintesis entres tanpa menyebabkan stres air.
4. Penggunaan zat pengatur tumbuh (ZPT). Penelitian oleh Fitrianti & Ruslan (2021) menunjukkan bahwa pemberian ekstrak bawang merah yang mengandung auksin alami meningkatkan keberhasilan sambung pucuk hingga 85%.

2.5 Pengaruh Jenis Batang Bawah terhadap Sambung Pucuk Kakao

Jenis batang bawah merupakan faktor kunci yang menentukan tingkat keberhasilan sambung pucuk. Batang bawah berfungsi tidak hanya sebagai penopang mekanik tetapi juga sebagai pengatur fisiologi pertumbuhan tanaman hasil sambungan. Menurut Ridwan (2020), batang bawah dari klon *Forastero* memiliki tingkat keberhasilan sambung pucuk tertinggi karena jaringan kambium yang aktif dan toleransi tinggi terhadap cekaman lingkungan.

Sementara itu, Juang, Bolly, dan Jeksen (2023) menemukan bahwa batang bawah *Forastero lokal* yang disambungkan dengan entres *Trinitario* menunjukkan pertumbuhan tunas lebih cepat dan tingkat hidup lebih tinggi dibandingkan kombinasi lainnya. Penelitian Maghfiroh (2025) juga menunjukkan bahwa kompatibilitas antara klon *Sulawesi 01* dan *ICCRI 08* menghasilkan pembentukan

kalus yang lebih baik serta kecepatan tumbuh tunas yang signifikan. Faktor lain yang ikut memengaruhi adalah aktivitas metabolik batang bawah, kemampuan menyerap air, serta kandungan karbohidrat sebagai sumber energi pembentukan jaringan baru (Roswanjaya & Maretta, 2020).

Pada penelitian ini, batang bawah menggunakan klon Forastero karena memiliki pertumbuhan akar yang kuat, toleran terhadap kondisi lingkungan, dan mempunyai tingkat kompatibilitas yang baik pada teknik sambung pucuk. Sebagai batang atas digunakan klon Trinitario yang dipilih karena mempunyai produktivitas tinggi, mutu biji yang baik, serta pertumbuhan tajuk yang cepat. Kombinasi Forastero sebagai batang bawah dan Trinitario sebagai entres diharapkan mampu meningkatkan keberhasilan sambung pucuk serta menghasilkan bibit kakao yang lebih adaptif dan produktif.

2.6 Faktor Fisiologis Batang Bawah dalam Keberhasilan Sambung Pucuk

Batang bawah yang baik harus memiliki kemampuan fisiologis yang mendukung proses penyatuan, di antaranya:

1. Aktivitas kambium tinggi. Mempercepat proses pembentukan kalus dan vaskular baru.
2. Translokasi hormon dan nutrisi. Auksin yang dihasilkan batang bawah membantu diferensiasi jaringan pada entres.
3. Ketersediaan karbohidrat cadangan. Mendukung energi untuk pembentukan kalus awal (Roswanjaya & Maretta, 2020).

Menurut Fitrianti & Ruslan (2021), aplikasi ZPT alami seperti ekstrak bawang merah meningkatkan jumlah sel parenkim aktif yang berperan dalam penyatuan jaringan. Selain itu, batang bawah yang memiliki sistem perakaran kuat mampu menyediakan air dan mineral yang cukup selama fase penyembuhan sambungan.

2.7 Batang Bawah Lokal dan Potensinya dalam Pengembangan Kakao Unggul

Batang bawah lokal sering kali memiliki keunggulan adaptasi terhadap kondisi lingkungan ekstrem, seperti tanah asam, curah hujan tinggi, atau serangan

patogen endemik. Hal ini menjadikan batang bawah lokal kandidat ideal untuk dikombinasikan dengan entres unggul nasional (Ahmad & Mustapa, 2024).

Menurut Wunto & Murdono (2025), penggunaan batang bawah lokal yang kompatibel dapat memperbaiki pertumbuhan bibit hasil sambung pucuk serta meningkatkan keberhasilan hingga 90%. Selain itu, batang bawah lokal lebih mudah diperoleh petani, sehingga dapat menekan biaya produksi bibit unggul.

Pemilihan batang bawah lokal yang tepat juga mendukung pengembangan varietas adaptif yang mampu meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan kebun kakao nasional. Oleh karena itu, penelitian mengenai pengaruh jenis batang bawah lokal terhadap keberhasilan sambung pucuk sangat penting untuk menghasilkan kombinasi yang optimal antara ketahanan lingkungan dan mutu hasil.

Dalam penelitian ini, batang bawah lokal yang digunakan adalah Forastero. Klon ini dipilih karena telah lama dibudidayakan oleh masyarakat sehingga mampu beradaptasi dengan kondisi agroklimat setempat, memiliki sistem perakaran yang kuat, pertumbuhan vegetatif yang baik, serta toleran terhadap berbagai cekaman lingkungan. Namun demikian, mutu biji Forastero relatif lebih rendah dibandingkan beberapa klon unggul lainnya sehingga diperlukan penyambungan dengan entres unggul.

Entres yang digunakan berasal dari klon Trinitario, yaitu klon hasil persilangan Criollo dan Forastero yang memiliki keunggulan berupa produktivitas tinggi, kualitas biji yang baik, ukuran biji lebih besar, serta cita rasa yang lebih unggul. Meskipun demikian, Trinitario memiliki sistem perakaran yang tidak sekuat Forastero apabila ditanam dari biji. Oleh karena itu, penggunaan batang bawah Forastero dan entres Trinitario diharapkan mampu menggabungkan keunggulan kedua klon, yaitu sistem perakaran yang kuat, kemampuan adaptasi yang tinggi, serta produktivitas dan mutu hasil yang lebih baik

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai teknik sambung pucuk (*grafting*) pada tanaman kakao telah banyak dilakukan di Indonesia dengan tujuan meningkatkan keberhasilan sambung dan kualitas bibit yang dihasilkan. Beberapa penelitian menunjukkan

bahwa faktor utama keberhasilan sambung pucuk sangat dipengaruhi oleh jenis batang bawah, umur batang bawah, jenis entres, serta penggunaan zat pengatur tumbuh.

Fitrianti dan Ruslan (2021) meneliti pengaruh penggunaan ZPT alami dari ekstrak bawang merah terhadap keberhasilan sambung pucuk kakao. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak bawang merah mampu meningkatkan persentase sambung hidup hingga 85%, mempercepat pembentukan kalus, dan mempercepat munculnya tunas baru. Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan hormon alami dapat meningkatkan efektivitas penyatuan jaringan antara batang bawah dan entres.

Arlianzy, Syam, dan Aminah (2022) melakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi IBA dan metode sambung terhadap pertumbuhan bibit kakao. Hasilnya menunjukkan bahwa konsentrasi IBA 150 ppm dengan metode sambung pucuk menghasilkan tingkat keberhasilan sambung tertinggi, mempercepat pembentukan tunas, dan meningkatkan panjang tunas. Penelitian ini menegaskan pentingnya peran hormon auksin dalam merangsang pembentukan jaringan baru pada sambungan.

Penelitian oleh Ahmad dan Mustapa (2024) menekankan pengaruh jenis entres terhadap keberhasilan sambung pucuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan entres dari klon unggul lokal mampu meningkatkan kompatibilitas dan keberhasilan sambung hingga 90%. Sementara itu, batang bawah dengan sistem perakaran kuat dari jenis lokal memberikan daya tahan lebih baik terhadap penyakit akar.

Wunto dan Murdono (2025) meneliti pengaruh potongan entres dan aplikasi ZPT dari ekstrak bawang merah terhadap keberhasilan sambung pucuk kakao. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa potongan entres sepanjang 3 cm dengan aplikasi ZPT alami memberikan hasil sambungan paling baik, dengan persentase keberhasilan hidup mencapai 87%. Hal ini memperkuat bukti bahwa keseimbangan fisiologis jaringan dan aktivitas hormon tumbuh berpengaruh besar terhadap keberhasilan sambungan.

Penelitian oleh Ramadhani (2022) menunjukkan bahwa umur batang bawah yang optimal untuk sambung pucuk adalah 2–3 bulan dengan diameter

batang 0,8–1,0 cm. Pada umur tersebut, aktivitas kambium lebih tinggi sehingga penyatuan jaringan berjalan sempurna. Penelitian ini juga menegaskan bahwa batang bawah terlalu tua mengalami lignifikasi yang menghambat pembentukan kalus.

Maghfiroh (2025) meneliti teknik sambung dini pada klon unggul kakao Sulawesi 01 dan ICCRI 08. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa sambung pucuk pada fase awal (batang bawah berumur dua bulan) menghasilkan tingkat keberhasilan tertinggi dibandingkan sambungan pada umur lebih tua. Temuan ini menunjukkan pentingnya pemilihan fase fisiologis yang tepat saat sambung dilakukan.

Supriyanto dan Lestari (2024) mengevaluasi pengaruh batang bawah lokal terhadap pertumbuhan bibit hasil sambung dengan entres unggul. Penelitian mereka menunjukkan bahwa penggunaan batang bawah lokal dari daerah setempat memberikan pertumbuhan tunas dan daun lebih cepat dibandingkan batang bawah dari daerah lain. Hal ini menunjukkan adanya adaptasi genetik dan fisiologis antara batang bawah dan kondisi lingkungan lokal.

Prasetyo dan Wibowo (2023) meneliti penerapan teknik sambung pucuk dalam program peremajaan kakao rakyat. Hasilnya menunjukkan bahwa metode ini mampu mempercepat masa produksi tanaman hingga 12 bulan lebih cepat dibandingkan penanaman generatif, serta meningkatkan produktivitas hingga 40%. Penelitian ini menegaskan pentingnya sambung pucuk dalam mempercepat regenerasi tanaman kakao di tingkat petani.

Fauzan dan Malik (2022) mengkaji peran hormon tumbuh dalam proses penyatuan jaringan grafting. Penelitian ini menjelaskan bahwa hormon auksin berperan dalam pembentukan kalus dan pemanjangan sel, sedangkan sitokinin berperan dalam pembentukan tunas baru. Kombinasi yang seimbang antara kedua hormon tersebut sangat menentukan tingkat keberhasilan sambung pucuk.

Ridwan (2020) meneliti perbedaan umur batang bawah terhadap keberhasilan sambung pucuk pada lima klon kakao. Hasilnya menunjukkan bahwa batang bawah muda memiliki tingkat keberhasilan lebih tinggi dibandingkan yang lebih tua, dengan nilai keberhasilan mencapai 82%. Penelitian ini memberikan dasar penting untuk menentukan umur optimal batang bawah pada praktik

sambung pucuk kakao.

Dari berbagai penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa faktor genetik (jenis batang bawah dan entres), fisiologis (umur batang bawah, aktivitas kambium, hormon pertumbuhan), serta lingkungan (kelembapan dan suhu) berpengaruh besar terhadap tingkat keberhasilan sambung pucuk. Namun, masih terdapat variasi hasil antar penelitian, terutama pada kombinasi batang bawah lokal dengan entres unggul nasional. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh jenis batang bawah terhadap keberhasilan sambung pucuk kakao lokal dengan kakao unggul menjadi penting untuk mendapatkan kombinasi terbaik dalam perbanyakan bibit kakao unggul.