

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani dan Syarat Tumbuh Cabai Merah

Tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) termasuk ke dalam famili *Solanaceae* yang memiliki karakteristik morfologi herba tegak atau perdu jangka pendek. Secara botanis, organ perakaran cabai merah terdiri atas akar tunggang dengan jangkauan serabut lateral yang cukup masif di zona topsoil. Komponen batang umumnya berkayu ringan pada bagian pangkal dengan pola percabangan dikotomus atau menggarpu (Kusuma & Harahap, 2024). Daun cabai merah diklasifikasikan sebagai daun tunggal dengan bangun lanset atau bulat telur meruncing yang tersusun selang-seling. Struktur morfologi ini sangat peka terhadap perubahan status air dan defisiensi unsur hara makro di dalam tanah (Sitorus *et al.*, 2024).

Syarat tumbuh optimal tanaman cabai merah menuntut kondisi tanah yang remah, gembur, memiliki porositas tinggi, serta kaya akan cadangan bahan organik stabil dengan kisaran pH ideal antara 6,0–6,8. Budidaya tanaman ini dapat tumbuh maksimal mulai dari dataran rendah hingga kawasan pegunungan dengan elevasi mencapai 1.400 meter di atas permukaan laut (mdpl). Kebutuhan agroklimatologis yang esensial meliputi curah hujan tahunan berkisar antara 1.500–2.500 mm, distribusi air tanah yang kontinu namun bebas genangan, serta paparan intensitas penyinaran matahari penuh minimal 10–12 jam per hari untuk memacu laju fotosintesis fotosintat secara kontinu (Kusuma & Harahap, 2024).

2.2 Sistem Bedengan dengan Mulsa Plastik Hitam Perak (MPHP)

Penggunaan sistem bedengan yang dikombinasikan dengan teknologi Mulsa Plastik Hitam Perak (MPHP) merupakan langkah intensifikasi agronomi modern yang bertujuan untuk merekayasa dan memodifikasi komponen lingkungan mikro (mikroklimat) tanah (Arifin & Nasution, 2019). Bedengan fisik berfungsi untuk memperbaiki tata udara (aerasi) dan meningkatkan kapasitas drainase perakaran guna mencegah akumulasi air berlebih yang

memicu busuk akar akibat infeksi jamur patogen tular tanah (Feni, 2025). Lapisan atas mulsa yang berwarna perak dirancang khusus untuk memantulkan radiasi sinar ultraviolet (UV), yang berfungsi sebagai repelen alami untuk menghalau dan mengacaukan orientasi hama vektor pengisap cairan seperti kutu daun (*Aphids*) dan trips (Arifin & Nasution, 2019).

Di sisi lain, lapisan bawah mulsa yang berwarna hitam pekat bertugas menahan penetrasi spektrum cahaya matahari sepenuhnya ke permukaan tanah, sehingga benih dan organ propagasi gulma kompetitor tidak mampu berkecambah atau berfotosintesis (Setiadi & Sukma, 2019). Secara akumulatif, keberadaan MPHP mampu mereduksi laju penguapan air tanah (evapotranspirasi), menjaga kestabilan fluktuasi suhu tanah diurnal pada zona perakaran, meminimalisir erosi permukaan bedengan dari hantaman air hujan, serta mencegah terjadinya pencucian unsur hara makro terlarut (*nutrient leaching*). Hal ini menjamin pasokan nutrisi di rizosfer tetap tersedia dalam jumlah yang konstan bagi perakaran cabai (Marlina *et al.*, 2020).

2.3 POC *Eco Enzyme* sebagai Biostimulan Fisiologis Tanaman

Eco Enzyme merupakan suatu larutan ekstrak organik kompleks hasil dari proses fermentasi anaerobik substrat limbah basah organik dapur (seperti kulit buah segar dan sisa sayuran) yang dikombinasikan dengan sumber karbon berupa molase atau gula merah, serta media air dengan formula perbandingan 3:1:10 (Budi *et al.*, 2022). Proses biologis ini berlangsung secara anaerob selama minimal 3 bulan guna memastikan pemecahan senyawa makromolekul organik berlangsung sempurna oleh mikroorganisme fungsional (Samosir *et al.*, 2021). Selama masa fermentasi tersebut, metabolit sekunder yang berharga terbentuk dan menghasilkan cairan yang kaya akan asam-asam organik esensial (seperti asam asetat, asam sitrat, dan asam laktat) serta kelimpahan enzim ekstraseluler fungsional, meliputi amilase, protease, dan lipase (Prasetyo & Utami, 2023).

Dalam sistem pertanian berkelanjutan, *Eco Enzyme* tidak hanya berperan sebagai agen penyedia hara makro dan mikro konvensional, melainkan bertindak secara aktif sebagai biostimulan fisiologis tanaman yang mutakhir. Mekanisme kerja utama biostimulan larutan ini melibatkan proses aktivasi enzimatik di

dalam sel tanaman, merangsang diferensiasi dan pemanjangan sel-sel rambut akar baru, serta meningkatkan koefisien efisiensi penyerapan unsur hara esensial dari tanah (Halawa *et al.*, 2025). Nutrisi organik dengan bobot molekul yang sederhana di dalam POC ini memudahkan proses asimilasi secara cepat, baik melalui penetrasi stomata daun melalui penyemprotan maupun diabsorpsi langsung oleh dinding sel bulu akar tanaman (Lestari *et al.*, 2021).

2.4 Pengaruh Aplikasi *Eco Enzyme* Terhadap Rizosfer dan Kesehatan Tanaman

Aplikasi *Eco Enzyme* secara langsung ke tanah rizosfer terbukti mampu meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) dan memicu aktivitas mikroba saprofit menguntungkan di zona perakaran, seperti bakteri pelarut fosfat (BPF) dan bakteri penambat nitrogen (Alviani *et al.*, 2021). Aktivitas metabolisme mikroba tanah ini secara tidak langsung mengubah unsur hara terikat di dalam kompleks tanah menjadi bentuk yang siap diserap tanaman (*available forms*) (Iman *et al.*, 2022). Selain itu, kelimpahan senyawa bioaktif dan enzim pada *Eco Enzyme* dilaporkan memiliki fungsi ganda sebagai elisitor organik yang merangsang sintesis senyawa fitoaleksin tanaman. Induksi ketahanan sistemik ini meningkatkan imunitas tanaman cabai merah terhadap cekaman biotik, khususnya infeksi patogen tular tanah yang merugikan (Wulandari *et al.*, 2021).

Pemberian dosis konsentrasi *Eco Enzyme* yang presisi dan terjadwal berkorelasi linier dengan peningkatan performa agronomis tanaman hortikultura. Sintesis klorofil daun meningkat sehingga kapasitas asimilasi karbon menjadi lebih optimal selama fase vegetatif awal (Pitri, 2024). Optimalnya perkembangan vegetatif (tinggi tanaman dan jumlah daun) menjadi modal utama bagi tanaman untuk memasuki fase generatif (Rahmawati *et al.*, 2022). Pasokan karbohidrat hasil fotosintesis yang melimpah mempercepat inisiasi pembungaan, meminimalkan risiko kerontokan bakal buah, serta meningkatkan bobot buah ekonomis per tanaman pada saat pemanenan dilakukan di lapangan (Fadhilah *et al.*, 2020).

2.5 Penelitian Terdahulu

Peningkatan produktivitas tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara dalam tanah yang dapat diperbaiki melalui pemanfaatan bahan organik maupun pupuk mineral. Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik dan anorganik dapat memberikan efek sinergis terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman (Fadhilah et al., 2020).

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti dan Tahun	Judul Peneliti	Data dan Algoritma (Metode/Desain Penelitian)	Hasil Penelitian
1.	Fadhilah et al. (2020)	Respon agronomi cabai merah terhadap frekuensi pengocoran pupuk organik cair di atas bedengan mulsa plastik.	Metode yang digunakan adalah eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan 2 faktor (konsentrasi POC dan frekuensi aplikasi).	Aplikasi POC secara berkala di atas bedengan bermulsa memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, luas daun, dan bobot buah ekonomi cabai merah per plot.
2.	Alviani et al. (2021)	Aplikasi limbah sayur dan buah sebagai <i>Eco Enzyme</i> untuk	Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif komparatif	Pemberian cairan <i>Eco Enzyme</i> terbukti meningkatkan kapasitas tukar

		meningkatkan kesuburan tanah rizosfer tanaman hortikultura	laboratorium dan lapangan dengan uji sampel tanah rizosfer.	kation (KTK) tanah, meningkatkan populasi mikroba fungsional, dan mempercepat pelepasan hara makro.
3.	Rahmawati <i>et al.</i> (2022)	Pengaruh dosis fermentasi limbah buah (<i>Eco Enzyme</i>) terhadap pembungaan dan pembuahan tanaman cabai keriting	Metode yang digunakan adalah eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 tingkat dosis perlakuan.	Konsentrasi perlakuan <i>Eco Enzyme</i> yang optimum secara nyata mempercepat umur muncul bunga pertama dan menekan persentase kerontokan bakal buah cabai.
4.	Nasution <i>et al.</i> (2025)	Pemeliharaan kelembaban tanah menggunakan mulsa plastik pada pertanaman cabai merah di Kabupaten	Metode yang digunakan adalah eksperimen lapangan dengan desain Rancangan Acak Kelompok (RAK) Non-	Penggunaan mulsa plastik hitam perak (MPHP) mampu menstabilkan suhu perakaran tanah diurnal dan menjaga kelembaban

		Labuhanbatu	Faktorial.	mikro tanah secara konstan di daerah Labuhanbatu.
5.	Ginting <i>et al.</i> (2023)	Pemanfaatan Eco Enzyme dalam memacu pertumbuhan vegetatif bibit tanaman hortikultura Solanaceae	Eksperimen lapangan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL).	Pemberian Eco Enzyme konsentrasi rendah secara rutin mempercepat munculnya daun sejati dan meningkatkan vigor bibit tanaman Solanaceae
6.	Hafizah <i>et al.</i> (2018)	Efektivitas pupuk organik cair berbasis limbah buah terhadap tinggi dan jumlah daun tanaman cabai merah	Eksperimen dengan variasi dosis POC berbasis limbah organik	POC limbah buah memberikan kontribusi signifikan terhadap penambahan tinggi batang dan jumlah daun dibandingkan kontrol (tanpa POC)
7.	Halawa <i>et al.</i> (2025)	Analysis of the effectiveness	Penelitian eksperimental pada tanaman	Penggunaan nutrisi organik cair

		of organic fertilizer in improving the quality and yield of cucumber crops	hortikultura	meningkatkan efisiensi penyerapan hara dan kualitas hasil panen, termasuk bobot buah segar
8.	Supriyadi <i>et al.</i> (2023)	Aplikasi pupuk organik cair komersial vs Eco Enzyme mandiri pada pertumbuhan vegetatif sayuran buah	Studi komparatif antara POC komersial dan Eco Enzyme buatan sendiri	Eco Enzyme mandiri menunjukkan performa pertumbuhan yang setara atau lebih baik karena kandungan enzim fungsional yang lebih beragam
9.	Sitorus <i>et al.</i> (2024)	Analisis pertumbuhan tanaman Capsicum annuum L. dengan pemberian suplemen bio enzim organik teratur	Eksperimen faktorial dengan frekuensi pemberian berbeda	Pemberian bio- enzim organik secara teratur meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan dan menstabilkan laju pertumbuhan

10.	Utami <i>et al.</i> (2022)	Hubungan mikroiklim bedengan bermulsa plastik terhadap aktivitas enzim tanah dan penyerapan hara makro tanaman cabai	Observasi lapangan pada kondisi mikroklimat tanah	Penggunaan mulsa plastik mengoptimalkan aktivitas enzimatis di zona rizosfer, yang bersinergi positif dengan penyerapan unsur hara makro (N, P, K)
-----	-------------------------------	---	---	--
