

BAB I

PENDAHULUAN UMUM

1.1 Latar Belakang

Isu lingkungan hidup yang menjadi perhatian banyak negara saat ini adalah krisis iklim dan pemanasan global. Fenomena ini disebabkan oleh peningkatan gas rumah kaca. Gas rumah kaca dihasilkan oleh berbagai aktivitas terutama pembakaran bahan bakar fosil dari kendaraan bermotor, industry, dan emisi sektor pertanian (Ketaren, 2023).

Penelitian Menegat et al, (2022) mengungkap penggunaan pupuk nitrogen sintetik menyumbang 38,8% dari total emisi. Penggunaan pupuk nitrogen sintesis dinilai tidak ramah lingkungan. Di Indonesia, sektor pertanian menyumbang 8% dari emisi Gas Rumah Kaca Nasional. Gas Rumah Kaca yang diproduksi dari sektor pertanian berasal dari penanaman padi, penggunaan pupuk, pengelolaan tanah, pengelolaan kotoran hewan, dan hasil fermentasi enterik dari proses pencernaan hewan (IPCC, 2019).

Pemanasan global akibat peningkatan temperatur bumi berdampak pada berubahnya iklim secara global. Perubahan tersebut menyebabkan terjadinya perubahan curah hujan (Adinatha & Arif, 2022). Penelitian Pabontongan (2024) mengungkap bahwa dampak dari *El-Nino Southern Oscillation* (ENSO) mengakibatkan pada rentang tahun 2000-2019 di wilayah Tana Toraja terjadi penurunan suhu udara rata-rata tahunan, peningkatan kelembapan udara, dan perubahan pola curah hujan menjadi tipe iklim ekuatorial. Analisis gabungan menunjukkan kenaikan rata-rata 4.5% per tahun hingga 2029.

Perubahan ini berdampak pada degradasi tanah, air, dan pertumbuhan serta produksi tanaman. Degradasi tanah menurunkan kualitas, ketahanan dan stabilitas tanah sehingga menyebabkan tanah menjadi kurang produktif dan sangat rentan (Kumar et al., 2022). Ditambah lagi praktik pertanian yang tidak berkelanjutan menyebabkan tanah menjadi lebih padat, miskin unsur hara, dan kurang mampu menahan air (Lal, 2015).

Degradasi tanah dapat dipicu oleh kemunduran sifat fisik, kimia, dan proses biologi tanah. Kemunduran sifat fisik tanah terjadi akibat erosi, pemadatan, dan rekahan. Kemunduran sifat kimia tanah akibat pencucian hara, pengasaman, dan salinisasi. Sedangkan kemunduran sifat biologi tanah disebabkan oleh pengurangan karbon organik dan mikroorganisme tanah. Pengurangan karbon organik tanah dapat mengakibatkan penurunan kualitas tanah, mengurangi aktivitas mikroba yang berdampak terhadap pori air tersedia untuk tanaman, akibatnya produktivitas tanaman ikut menurun (Utami, 2019).

Cabai katokkon (*Capsicum chinense* Jacq). merupakan cabai unik spesifik lokasi yang ada di Kabupaten Toraja Utara. Sama halnya dengan kerbau, cabai katokkon merupakan identitas budaya masyarakat Toraja dan sumber pendapatan bagi petani lokal. Oleh karena itu, keberadaan cabai katokkon dinilai memiliki peran sentral dalam praktik budaya dan ekonomi masyarakat

(Dermawan, et al., 2025). Namun, pada tahun 2020 produksi cabai katokkon mengalami penurunan sebesar 3 ton dari 11 ton/ha pada tahun 2021 menjadi 8 ton/ha pada 2021 (BPS Toraja Utara, 2022).

Kabupaten Toraja Utara merupakan sentra perdagangan kerbau yang terletak di Pasar Hewan Bolu. Penelitian Sirajuddin., et al (2022) melaporkan bahwa limbah yang dihasilkan cukup signifikan dan tidak terkelola, sehingga sebagian besar masyarakat sekitar pasar hewan merasa terganggu terutama dari segi bau dan kekhawatiran terhadap dampak kesehatan.

Persoalan degradasi tanah, penurunan produktifitas dan limbah feses kerbau yang tidak dikelola merupakan tantangan sekaligus peluang yang seyogyanya dapat dikelola dengan baik. Oleh karena itu, melalui pendekatan model sistem pertanian terpadu, dampak akibat kejadian iklim ekstrim dapat ditekan (Musa, 2018).

Salah satu bentuk pengelolaan terbaik melalui pembuatan pupuk organik dan biochar. Penggunaan biochar dan kompos mampu meningkatkan retensi air dan memperbaiki struktur tanah, meningkatkan karbon organik tanah, dan meningkatkan populasi mikroba tanah. Penerapan biochar dan pengolahan tanah konservasi adalah strategi pertanian yang umum untuk meningkatkan kandungan karbon organik dalam campuran tanah-biochar (Cheng et al., 2017). Karbon organik tanah mempengaruhi pertumbuhan dan keanekaragaman mikroba dengan mempengaruhi sifat kimia, fisik dan biologi tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi biochar mempunyai pengaruh paling besar terhadap stok karbon organik tanah di lahan pertanian (25,38%) diikuti oleh pengolahan tanah konservasi (18,81%) dan tanaman penutup tanah (15,8%) (Das et al., 2022). Penambahan pupuk organik ke dalam tanah terbukti sangat baik dalam memperbaiki struktur tanah pertanian. Selain itu, daya serap tanah terhadap air juga menjadi lebih baik akibat pemberian pupuk organik (Risna et al., 2023). Penerapan gabungan biochar dan kompos terbukti lebih efektif dibandingkan dengan penerapan tunggal bahan-bahan tersebut (Zahra et al., 2021). Selain melalui amandemen bahan organik.

Studi Aji et al (2020) dan Prosanti et al., (2023) menunjukkan perlakuan jumlah lubang resapan biopori, baik 4, 5, maupun 6 lubang dan bahan pengisi baik cocopeat maupun zeolit dapat meningkatkan kadar air tanah di rizosfer tanaman jeruk. Biopori juga dilaporkan dapat meningkatkan kelimpahan mikroba tanah, jumlah spora dan sifat tanah yang berkorelasi positif dengan pH, C organik, N total, P tersedia dan KTK. Dengan demikian, metode biopori dinilai penting untuk mendukung pengelolaan tanah berkelanjutan.

Namun, belum diketahui secara pasti bagaimana dosis kombinasi biochar-kompos yang efektif dalam hal peningkatan produktifitas dan resiliensi tanah. Resiliensi tanah merupakan potensi untuk memulihkan integritas fungsional dan struktural setelah gangguan (Ludwig, 2018). Lebih lanjut, Blanco dan Lal (2010) mendeskripsikan, tanah yang kaya bahan organik, stabil secara

agregat, dan aktif secara biologis memiliki resiliensi tinggi. Resiliensi dipengaruhi oleh topografi, iklim, dan manajemen bahan organik memegang peranan penting dalam membangun resiliensi tanah. Kompos, pupuk kandang, dan pupuk hijau menyediakan sumber karbon, meningkatkan biomassa mikroba, dan mempercepat siklus hara. Sedangkan biochar adalah bentuk karbon stabil yang meningkatkan simpanan karbon jangka panjang, membantu meningkatkan produksi tanaman dan kualitas tanah. Aplikasi berkelanjutan dari bahan organik ini membantu memulihkan struktur tanah, meningkatkan retensi air dan ketersediaan hara, serta memperkuat fungsi biologis tanah secara bertahap.

Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menjaga dan meningkatkan fungsi tanah guna mendukung pengembangan cabai katokkon sebagai tanaman yang bernilai budaya dan ekonomi. Namun, dalam penerapannya memiliki kendala teknologi dalam memadukan intensifikasi dengan menjaga terjadinya degradasi lahan. Berdasarkan alasan tersebut, penelitian ini menjadi penting dilakukan untuk menganalisis dosis kombinasi yang efektif terhadap pertumbuhan dan produktifitas cabai katokkon. Selain itu, melalui penerapan metode in situ biopori sebagai salah satu metode konservasi tanah dan air, hal ini diharapkan dapat meningkatkan resiliensi tanah terhadap perubahan iklim.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana efektivitas berbagai dosis kombinasi biochar dan kompos terhadap pertumbuhan dan produktifitas cabai katokkon?
2. Bagaimana peningkatan retensi air tanah pada perlakuan insitu biopori kombinasi biochar dan kompos?
3. Bagaimana hubungan C Organik terhadap kelimpahan populasi mikroba tanah?
4. Bagaimana indeks kesuburan tanah pada lahan budidaya cabai katokkon organik?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tujuan yang berkesinambungan, yaitu:

1. Menganalisis dosis terbaik pada berbagai dosis kombinasi biochar dan kompos terhadap pertumbuhan dan produktifitas cabai katokkon.
2. Menganalisis nilai retensi air tanah pada perlakuan insitu biopori kombinasi biochar dan kompos
3. Menganalisis kelimpahan mikroba pada perlakuan insitu biopori kombinasi biochar dan kompos serta mengkaji hubungan C Organik terhadap kelimpahan populasi mikroba tanah.
4. Menganalisis status kesuburan tanah pada lahan budidaya cabai katokkon organik.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu konservasi tanah dan air, khususnya dalam penerapan teknologi in situ biopori dan biochar-kompos sebagai strategi peningkatan kesuburan dan resiliensi tanah pada budidaya cabai katokkon. Secara praktis, penelitian ini dapat menjadi acuan bagi petani di Toraja Utara dalam mengelola lahan secara berkelanjutan melalui pemanfaatan insitu biopori dan bahan organik untuk meningkatkan produktivitas cabai Katokkon serta menjaga keseimbangan ekosistem tanah.

1.5 Kebaruan Penelitian

Beberapa hasil studi pustaka ditemukan beberapa penelitian yang berhubungan dengan topik dan lokasi penelitian. Secara umum mengangkat topik tentang aspek pemberian pupuk organik dan biochar pada budidaya cabai katokkon, pengujian budidaya cabai katokkon pada ketinggian yang berbeda, serta penerapan biopori sebagai faktor peningkat kualitas tanah.

Penelitian Flowrenzhy & Harijati (2017) menganalisis pertumbuhan dan produktivitas cabai katokkon pada ketinggian tempat yang berbeda (600 m dpl dan 1200 m dpl). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketinggian tempat tidak berpengaruh pada tinggi tanaman dan diameter batang utama cabai katokkon. Namun, ketinggian tempat berpengaruh terhadap waktu berbunga dan berbuah serta produktivitas cabai. Cabai katokkon berbunga dan berbuah lebih cepat di ketinggian 1.200 m dpl dibandingkan pada ketinggian 600 m dpl. Produktivitas cabai katokkon di ketinggian 1.200 m dpl sebesar 916,3-1.089,3 g/tanaman, sedangkan pada ketinggian 600 m dpl sebesar 661,9-989,8 g/tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas cabai katokkon di ketinggian tempat 1.200 m dpl lebih tinggi dibandingkan pada ketinggian 600 m dpl. Ekstensifikasi cabai katokkon dapat dilakukan di kedua ketinggian tempat, namun dataran tinggi adalah tempat yang paling sesuai untuk pembudidayaan cabai katokkon.

Penelitian Kaimuddin et al., (2020) bertujuan mengevaluasi model CropSyst dalam mensimulasikan pertumbuhan dan produksi cabai Katokkon. Penelitian dilakukan di Desa To'pao dan Tallang Sura (Toraja) serta di Laboratorium Agroklimatologi Universitas Hasanuddin menggunakan metode survei dan simulasi. Hasil menunjukkan produktivitas hasil simulasi mendekati observasi lapangan, yaitu 6,87 vs 6,60 ton/ha di To'pao dan 6,74 vs 6,63 ton/ha di Tallang Sura. Model CropSyst paling akurat memprediksi varietas Leatung 2 ($d = 0,54$) dibanding Limbong Sampolo ($d = 0,51$) dan Leatung 1 ($d = 0,48$).

Penelitian Kaimuddin et al., (2021) bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian kompos *Tithonia* terhadap pertumbuhan dan produksi beberapa varietas lokal cabai Katokkon (*Capsicum chinense* Jacq) asal Toraja, Sulawesi Selatan. Penelitian lapangan dilakukan di Desa Tallangsura,

Kecamatan Buntao, Kabupaten Toraja Utara pada ketinggian 800 mdpl dengan suhu 18,7–29,4°C. Rancangan yang digunakan adalah Split Plot Design dengan dua faktor, yaitu tiga varietas cabai Katokkon (Limbong Sampolo, Leatung #1, dan Leatung #2) serta tiga dosis kompos Tithonia (12,5%, 25,0%, dan 37,5%), masing-masing diulang tiga kali dengan 15 tanaman per petak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas Leatung #2 dengan dosis kompos Tithonia 37,5% memberikan hasil tertinggi berupa tinggi tanaman 38,78 cm pada 46 hari setelah tanam (HST), sedangkan varietas Leatung #1 dengan dosis 25% menghasilkan jumlah cabang produktif terbanyak (44,33 cabang pada 60 HST). Varietas Limbong Sampolo memiliki persentase gugur buah terendah (7,62%), dan Leatung #2 menunjukkan diameter buah terbesar (3,35 cm).

Penelitian Bandaso et al., (2022) mengkaji tentang respons tanaman cabai katokkon terhadap pemberian pupuk kandang dan biochar sekaligus untuk mendapatkan jenis pupuk organik yang sesuai di dataran rendah yakni di lembah Palu. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) satu faktor yaitu pupuk organik yang terdiri dari lima perlakuan, yakni: Tanpa pupuk (P0), Pupuk kandang ayam (P1), Pupuk kandang kambing (P2), Pupuk kandang kambing (P3), Pupuk kandang domba (P4), dan pupuk biochar (P5). Pemberian bahan organik pada tanaman cabai katokkon nyata meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Peningkatan produksi rata-rata mencapai 111,45% dibandingkan dengan kontrol. Bahan organik berupa pupuk kandang ayam memberikan pengaruh yang lebih baik dari jenis bahan organik lainnya dan bobot buah lebih berat 194% dibandingkan kontrol.

Studi yang dilakukan Aji et al (2020) melaporkan perlakuan jumlah lubang resapan biopori, baik 4, 5, maupun 6 lubang dan bahan pengisi baik cocopeat maupun zeolit dapat meningkatkan kadar air tanah di rizosfer tanaman jeruk. Selanjutnya, penelitian Prosanti et al., (2023) menguji lubang biopori berkompos pada dalaman ± 100 cm di dalam tanah untuk resapan udara, yang berguna untuk mengurangi terjadinya genangan udara yang berlebihan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh sifat tanah seperti pH, N total, P tersedia, KTK dan tekstur terhadap jumlah spora dan kolonikar oleh mikoriza arbuskula terhadap pengaruh lubang resapan biopori dengan penambahan bahan organik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah spora mikoriza arbuskula dan koloni akar terbanyak pada perlakuan lubang resapan biopori dengan pupuk kandang kambing yaitu 16,3 spora 100 g⁻¹ tanah dan kolonisasi akar 66,22%. Genera mikoriza arbuskula yang ditemukan meliputi Glomus, Acaulospora, Scutellospora, dan Gigaspora. Jumlah spora dan sifat tanah yang berkorelasi positif adalah pH C organik, N total, P tersedia dan KTK.

Penelitian Iswoyo et al., (2023) menunjukkan bahwa perlakuan bio-seedpriming ekstrak keong mas dengan konsentrasi 20 ml·L⁻¹ menghasilkan daya kecambah terbaik sebesar 67%. Interaksi antara varietas cabai Katokkon dan konsentrasi pupuk cair ekstrak keong mas tidak berpengaruh nyata terhadap

pertumbuhan dan hasil tanaman. Varietas Leatung 2 memberikan hasil terbaik dengan tinggi tanaman 24,62 cm, jumlah buah 3,72 buah, bobot panen 8,05 g, dan panjang buah 20,22 mm.

Tabel 1.1 Penelitian terkait cabai katokkon, biochar, kompos dan biopori.

No	Judul Penelitian	Peneliti	Metode
1	Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai Katokkon (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.) di Ketinggian 600 Meter dan 1.200 Meter di atas Permukaan Laut	(Flowrenzhy & Harijati, 2017)	Eksperimen semu kualitatif
2	Evaluasi model CropSyst dalam mensimulasikan pertumbuhan dan produksi cabai Katokkon (<i>Capsicum chinense</i> Jacq)	(Kaimuddin et al., 2020)	Pemodelan CropSyst
3	Pertumbuhan dan produksi cabai Katokkon lokal Toraja (<i>Capsicum chinense</i> Jacq) pada berbagai komposisi kompos organik <i>Tithonia</i>	(Kaimuddin et al., 2021)	RPT
4	Respon Tanaman Cabai Katokkon (<i>Capsicum Chinense</i> Jacq.) Terhadap Pemberian Pupuk Organik Response Of Katokkon Chili Plant (<i>Capsicum Chinense</i> Jacq.) To Organic Fertilizer	(Bandaso et al., (2022)	RAK
5	Lubang Resapan Biopori untuk Meningkatkan Kapasitas Penyimpanan Air di Daerah Perakaran Jeruk Keprok (<i>Citrus reticulata</i>)	(Aji et al., 2020)	RAK
6	Aplikasi Lubang Resapan Biopori Berkompos di Kebun Kopi Meningkatkan Jumlah Spora dan Mikoriza Arbuskula dan Koloni Akar	(Prosanti et al., 2023)	RAK
7	Pengaruh ekstrak keong mas untuk perlakuan benih (seedpriming) terhadap pertumbuhan dan hasil cabai Katokkon lokal (<i>Capsicum chinense</i> Jacq)	Iswoyo et al., (2023)	RPT dalam RAK

Beberapa penelitian yang telah dijabarkan merekomendasikan penggunaan pupuk organik dari berbagai sumber antara lain feses ayam, kambing, domba, tanaman paitan (*Thitonia, sp*), ekstrak keong mas dan biochar dalam hal peningkatan produktifitas tanaman dan kesuburan tanah. Pada penelitian tentang biopori, ditemukan peningkatan unsur N, P, K, dan KTK serta keragaman mikroba tanah didukung oleh teknologi biopori dalam penerapannya.

Lebih spesifik pada penelitian di Tallang Sura', belum ada penelitian mendalam terkait perlakuan kompos dan biochar yang mengkaji aspek karakteristik dan kesuburan tanah. Metode yang digunakan masih terbatas pada praktik budidaya tanpa mengintegrasikan dengan teknologi konservasi tanah.

Adapun kebaruan dari penelitian ini yaitu, pada kompos berbahan baku feses kerbau dan thitonia yang selama ini dipakai oleh petani dikombinasi dengan biochar sekam padi. Peneliti memodifikasi pada aspek metode konservasi degradasi lahan dengan menggunakan insitu biopori yang dikombinasi dengan berbagai dosis biochar-kompos. Metode ini akan menguji dosis terbaik yang berpengaruh pada pertumbuhan dan produktifitas cabai katokkon,

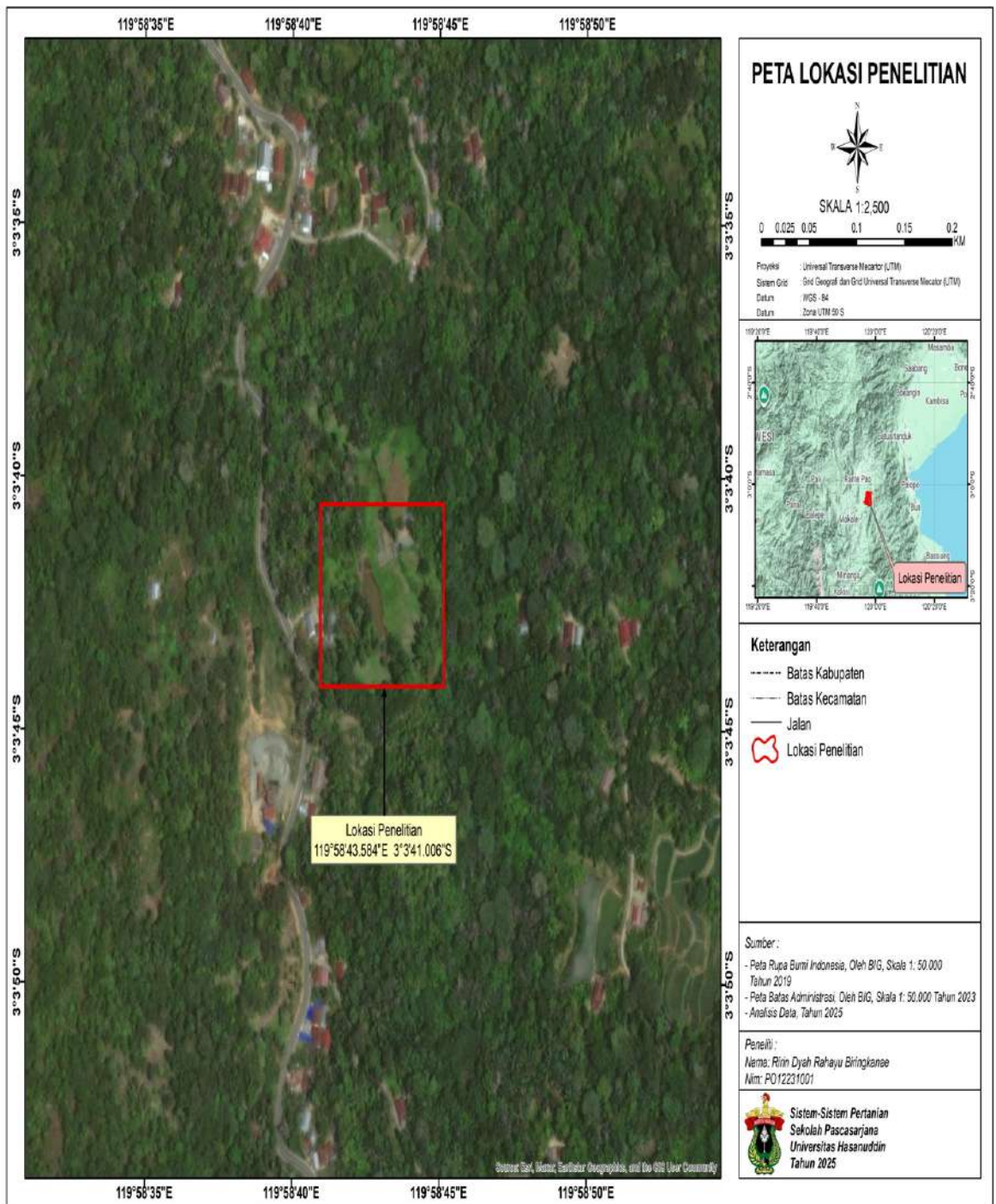
Pada konteks adaptasi dan mitigasi iklim, aspek resiliensi tanah pada lahan budidaya cabai katokkon organik belum banyak dikaji, Perlakuan insitu biopori yang dikombinasi berbagai dosis biochar-kompos dalam penelitian ini berupaya menganalisis pola perbaikan dari sifat fisika, biologi, dan kimia tanah yang terdiri dari retensi air, c-organik, kelimpahan mikroba tanah, dan indeks kesuburan tanah yang secara sinergis mengarah kepada upaya tanah untuk pulih dari degradasi.

1.6 Deskripsi Umum Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Tallang Sura', Kecamatan Buntao', Kabupaten Toraja Utara (3°03'41.006"S 119°58'584"E) pada ketinggian 863 mdpl. Berdasarkan klasifikasi Arsyad (2010), kemiringan lereng plot penelitian berada kelas 15%-30% termasuk dalam kategori agak curam.

Penggunaan lahan selama beberapa tahun terakhir adalah budidaya sayuran (Kaimuddin, 2021). Namun, sejak tahun 2017, digunakan petani untuk menanam cabai katokkon secara monokultur dan organik. Vegetasi alami di sekitar areal penelitian cukup beragam, diantaranya, yaitu pohon aren, kopi, tanaman paitan (*Thyttonia*, sp), jagung, dan beberapa tanaman hortikultura.

Lahan dikelola oleh kelompok petani peneliti dari Yayasan Motivator Pembangunan Masyarakat yang bekerjasama dengan berbagai institusi pendidikan tinggi, termasuk Universitas Hasanuddin. Peta lokasi penelitian dan Kondisi actual plot penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2



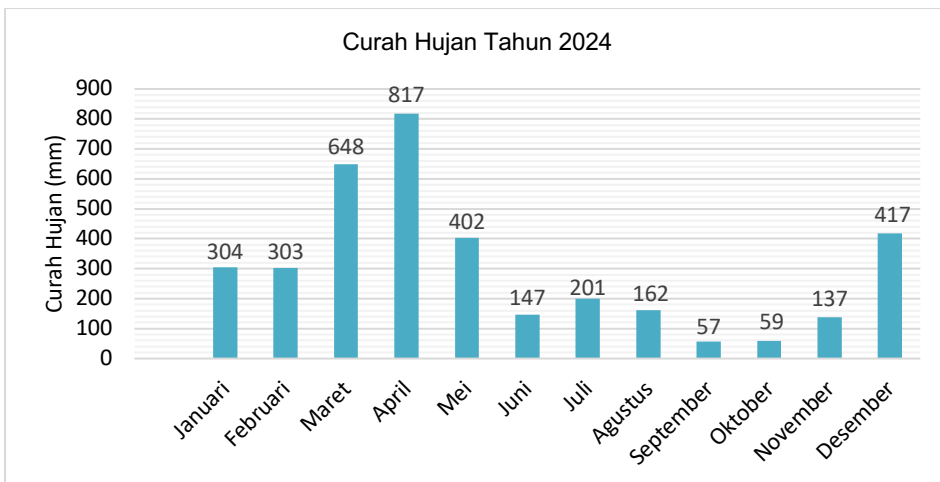
Gambar 1.1 Peta Lokasi Penelitian



Gambar 1.2 Plot Penelitian dengan kondisi lereng 15%-25% (agak curam)

1.6.1 Curah Hujan

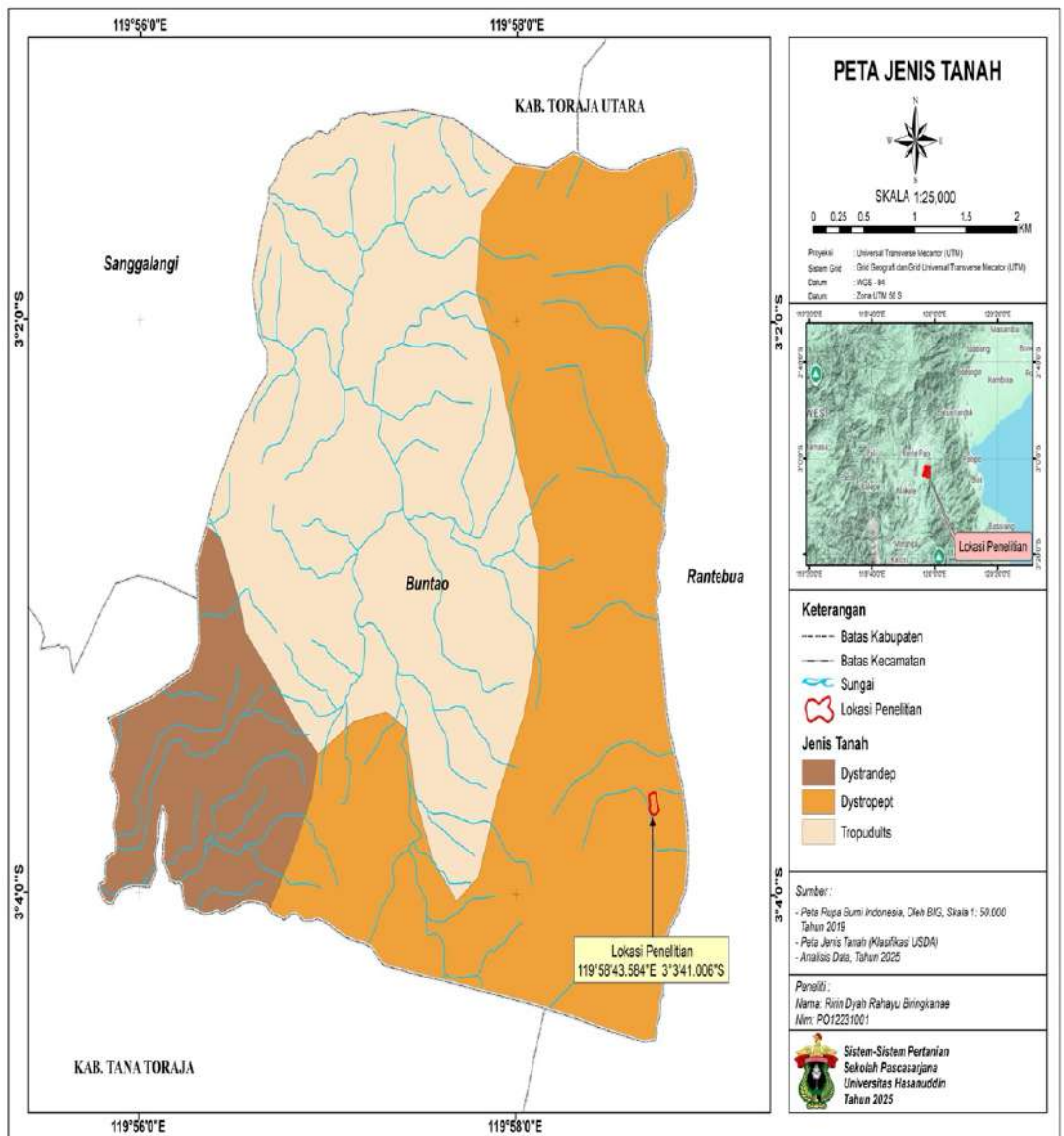
Curah hujan di lokasi plot penelitian diukur menggunakan alat penakar curah hujan manual yang dicatat secara harian. Curah hujan tahun 2024 sebesar 3.654 mm/tahun. Berdasarkan klasifikasi Schmidt dan Ferguson (1951), terdapat 10 bulan basah (curah hujan ≥ 100 mm) dan 2 bulan kering (curah hujan < 60 mm). Nilai Q yang diperoleh sebesar 20, sehingga wilayah penelitian tergolong dalam tipe iklim B (basah) dengan musim kering yang relatif singkat. Grafik rata-rata curah hujan bulanan dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Curah Hujan bulanan tahun 2024

1.6.2 Jenis Tanah

Secara umum, sebaran jenis tanah di Kecamatan Buntao' ada 3 sub ordo, yaitu dystrandepts, dystropepts, dan tropoduls. Pada lokasi penelitian merupakan sub ordo dystropepts yang termasuk dalam ordo inceptisols. Tanah ini umumnya terbentuk dari pelapukan batuan yang belum terlalu lanjut, memiliki kesuburan sedang yaitu tanah mineral muda yang berkembang pada kondisi iklim basah. Tanah ini ditandai oleh tekstur liat, kapasitas tukar kation sedang, kejenuhan basa rendah, dan kandungan karbon organik yang mudah terdegradasi karena tingginya laju dekomposisi dan curah hujan. Karakteristik tersebut menyebabkan tanah sensitif terhadap kehilangan unsur hara dan memerlukan penambahan bahan organik secara kontinu untuk mempertahankan produktivitas (Riry, 2023). Sehingga, dengan kondisi lereng yang tergolong agak curam, tanah pada lokasi penelitian rentan mengalami degradasi akibat erosi dan aliran permukaan. Peta jenis tanah diilustrasikan pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Peta Jenis Tanah Lokasi Penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibuat berdasarkan alur penelitian dan tujuan penelitian yang terbagi ke dalam empat sub topik penelitian. Adapun sistematika penulisan tesis ini, yaitu sebagai berikut:

BAB I Menguraikan tentang pendahuluan umum yang berisi latar belakang penelitian, tujuan, manfaat, kebaruan, keadaan umum lokasi, dan sistematika penulisan.

- BAB II** Menuliskan sub topik penelitian satu, dengan judul Aplikasi In Situ Biopori Pada Berbagai Dosis Kombinasi Biochar-Kompos Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Budidaya Cabai Katokkon. Uraian ini sekaligus menjawab tujuan pertama penelitian yang akan mengkaji pengaruh kombinasi dosis biochar-kompos yang paling efektif, sehingga hal ini dapat menjadi indikator agronomis dalam menilai keberlanjutan pertumbuhan dan produktifitas cabai katokkon. Perlakuan yang dilakukan selanjutnya menjadi acuan untuk melihat perubahan pada fungsi tanah dari segi fisik, biologi, dan kimia.
- BAB III** Menguraikan sub topik penelitian kedua, dengan judul Dinamika Retensi Air Tanah Pada Aplikasi Insitu Biopori Kombinasi Kompos pada Lahan Cabai Katokkon Organik. Pada bagian ini akan mengulas efektifitas perlakuan yang telah diberikan terhadap nilai kadar air kapasitas lapang, kadar air titik layu permanen, dan kapasitas air tersedia pada tanah perlakuan. Sub topik ini menjawab tujuan kedua dari penelitian. Perubahan retensi air dijadikan dasar dalam mendeskripsikan fungsi resiliensi fisika tanah.
- BAB IV** Menuliskan sub topik penelitian tiga, dengan judul Kelimpahan Mikroba Tanah dan Korelasinya terhadap C Organik pada Lahan Budidaya Cabai Katokkon. Pada Bab ini, diuraikan efektifitas perlakuan terhadap kelimpahan populasi jamur dan bakteri tanah sebagai indikator biologi tanah. Kemudian melihat pola hubungan antara komponen biologi tanah dan penambahan karbon organik. Sehingga, temuan ini akan dijadikan gambaran perbaikan kondisi biologis tanah.
- BAB V** Menguraikan sub topik penelitian empat, dengan judul Indeks Kesuburan Tanah Pada Lahan Budidaya Cabai Katokkon Organik. Sub topik ini akan mendeskripsikan kondisi lahan budidaya secara umum saat sebelum diberikan perlakuan dan setelah diberikan perlakuan. Bab ini mengkaji dari parameter KTK (cmol/kg) N total tanah (%), C organik tanah (%), P tersedia (ppm), K tertukarkan (cmol/kg), Ca tertukarkan (cmol/kg), Mg tertukarkan (cmol/kg), dan Kejenuhan Al (%). Setelah menentukan indeks kesuburan tanah, dilakukan uji korelasi untuk melihat parameter yang berhubungan kuat dengan kesuburan tanah. Sehingga, output dari korelasi digunakan sebagai arahan untuk meningkatkan kesuburan tanah di masa depan.
- BAB VI** Menuliskan pembahasan umum yang berasal dari hasil-hasil penelitian. Hasil-hasil tersebut dibahas secara holistik dengan melihat pola keterkaitan antara aspek agronomis cabai katokkon dengan perbaikan fungsi fisika, biologi, dan kimia tanah. Komponen ini acuan untuk memberikan gambaran secara deskriptif upaya resiliensi tanah pada lahan budidaya katokkon serta impilkasi secara agronomis.

BAB II

Aplikasi In Situ Biopori dan Berbagai Dosis Kombinasi Biochar-Kompos Terhadap Respon Vegetatif dan Produktivitas Budidaya Cabai Katokkon

2.1 Abstrak

Upaya resiliensi tanah melalui aplikasi bahan organik menjadi solusi adaptasi pertanian terhadap krisis iklim, terutama untuk cabai katokkon. Penelitian ini mengevaluasi berbagai kombinasi dosis biochar dan kompos dengan metode insitu biopori pada fase vegetatif serta pengaruhnya terhadap kadar air kapasitas lapang dan kadar air titik layu permanen. Penelitian dilaksanakan di Desa Tallang Sura', Kabupaten Toraja Utara. Metode penelitian dilaksanakan dalam bentuk rancangan petak terpisah yang terdiri dari dua faktor. Petak utama terdiri dari dua taraf, yaitu landrace katokkon Limbong dan Leatung 2. Anak petak terdiri dari 6 kombinasi dosis biochar dan kompos, yaitu (0% : 100%), (100% : 0%), (20% : 80%), (40% : 60%), (60% : 40%), dan (80% : 20%). Terdapat interaksi antara landrace katokkon leatung 2 dan kombinasi dosis 40% biochar dan 60% kompos. menghasilkan tinggi tanaman tertinggi (30,63 cm), diameter batang tertinggi (5,48 cm), Landrace katokkon leatung 2 berpengaruh sangat nyata terhadap berat buah panen pada dosis kombinasi 40% biochar : 60% kompos sebesar 102,50 gram atau setara dengan 0,68 ton. Penggunaan landrace katokkon leatung 2 dan kombinasi dosis 40% biochar dan 60% kompos, secara simultan meningkatkan pertumbuhan cabai katokkon.

Kata kunci: in situ biopori, resiliensi, tanah, katokkon, biochar, kompos.

2.2 Pendahuluan

Sistem pertanian saat ini sangat bergantung pada pupuk kimia, yang berdampak negatif terhadap kesehatan tanah, lingkungan, dan produktivitas tanaman (Iqbal et al., 2019). Salah satu solusi yang bisa ditempuh melalui pertanian organik. Pertanian organik berperan penting dalam hal mengurangi efek rumah kaca, memperbaiki kesuburan, dan kapasitas tanah dalam menyimpan air, sekaligus mengurangi polusi akibat residu kimia sintesis.

Praktik ini telah dikembangkan oleh kelompok petani peneliti di Toraja Utara dalam hal budidaya cabai katokkon secara organik. Cabai katokkon merupakan salah satu jenis cabai yang unik dan termasuk tumbuhan spesifik lokasi. Dapat ditemukan di dataran tinggi Toraja pada ketinggian 800 sampai 1.800 meter di atas permukaan laut (mdpl) (Kaswar et al., 2023). Katokkon terkenal karena aroma yang tajam dan khas dibanding jenis cabai lainnya. Serta mempunyai tingkat kepedasan tinggi, yaitu 30,000 to 50,000 SHU (Scoville Heat Unit) (Marano, 2017).

Menurut data Badan Pusat Statistik Toraja Utara (2022), kelompok cabai besar di Kabupaten Toraja Utara didominasi cabai katokkon sebesar 80%. Namun, produksi cabai katokkon mengalami penurunan produksi. Pada tahun 2020, produksi cabai katokkon sebesar 11 ton/ha. Sedangkan, tahun 2021 hanya

mencapai 8 ton/ha. Hal ini diduga disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan kurangnya penguasaan teknologi di tingkat petani, terbatasnya modal usaha, dan serangan hama penyakit (Kaimuddin, 2020).

Penerapan pertanian organik terpadu menggunakan input yang ramah iklim, contohnya biochar dan kompos. Biochar dapat digunakan sebagai bahan remediasi tanah, yang bersumber dari bahan kayu dan kering, termasuk limbah pertanian seperti jerami, sekam, dan kulit kacang. Biochar sangat penting untuk meningkatkan kualitas tanah dan mengurangi emisi rumah kaca, sehingga mengurangi dampak perubahan iklim global (Yadav et al., 2023; Taraqqi et al., 2021).

Kompos terbukti dapat membantu tanaman cabai meningkatkan kesuburan tanah, pemenuhan nutrisi, dan daya tahan akibat stress yang dipengaruhi oleh logam berat dan salinitas (Suvendran, 2025). Penggunaan kompos, seperti kompos *Tithonia*, terbukti meningkatkan pertumbuhan dan hasil cabai katokkon, termasuk tinggi tanaman, jumlah cabang produktif, diameter buah, dan menurunkan persentase buah rontok (Kaimuddin, 2021)

Limbah pertanian merupakan masalah penting bagi lingkungan karena perannya dalam meningkatkan emisi gas rumah kaca (Mubarak et al., 2021). Menurut data BPS (2022), populasi kerbau di Toraja Utara mencapai 23. 539 ekor, tetapi kelimpahan populasi ternak tersebut menghasilkan limbah yang turut menyumbang emisi gas metana pencemar udara yang berasal dari limbah feses kerbau. Penelitian Sirajuddin (2022) menyimpulkan, dari persepsi masyarakat yang bermukim di sekitar pasar hewan Bolu, Toraja Utara merasa terganggu dan khawatir terhadap cemaran limbah yang dapat mengganggu kesehatan. Studi lain dilakukan oleh Saputra (2021), mengungkap bahwa feses kerbau di Toraja mengandung bakteri pengurai lignoselulosa, yang berpotensi dimanfaatkan untuk konversi biomassa dan limbah ini kaya mikroorganisme aktif sehingga limbah feses kerbau dapat dikelola menjadi kompos

Penggunaan bahan organik seperti biochar dan kompos telah disarankan sebagai pendekatan baru untuk mitigasi tanah terdegradasi. Biochar dan kompos berpotensi meningkatkan kesuburan tanah, produksi tanaman, dan produktivitas air dengan mengurangi dampak lingkungan. Selain itu, penerapan gabungan biochar dan kompos terbukti lebih efektif dibandingkan dengan penerapan tunggal bahan-bahan tersebut (Zahra et al., 2021).

Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menjaga dan meningkatkan kesuburan tanah guna mendukung pengembangan cabai katokkon sebagai tanaman *specialty*. Namun, dalam penerapannya memiliki kendala teknologi dalam memadukan intensifikasi dengan menjaga terjadinya degradasi lahan.

Penggunaan biopori pada lahan diketahui dapat meningkatkan kelimpahan mikroba tanah, jumlah spora dan sifat tanah yang berkorelasi positif dengan pH, C organik, N total, P tersedia dan KTK yang dapat mempengaruhi kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman (Prosanti et al., 2023). Melalui

metode tanam insitu biopori kombinasi biochar-kompos dimaksudkan untuk menjawab tantangan perihal penguasaan teknologi di tingkat petani sekaligus penambahan bahan organik sebagai upaya meningkatkan kesuburan tanah secara berkelanjutan.

Berdasarkan alasan tersebut, maka penulis bermaksud untuk mengkaji melalui pendekatan integrasi antara metode tanam insitu biopori kombinasi berbagai dosis biochar-kompos dalam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas cabai katokkon.

2.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini, yaitu untuk menganalisis dosis terbaik pada berbagai dosis kombinasi biochar dan kompos terhadap pertumbuhan dan produktivitas cabai katokkon.

2.4 Metode Penelitian

2.4.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Salu Bantere, Kel. Tallang Sura', Kec. Buntao, Kabupaten Toraja Utara, dan Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Pada bulan Januari – Desember 2024.

2.4.2 Metode penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam bentuk rancangan petak terpisah yang terdiri dari dua faktor. Petak utama terdiri dari dua taraf, yaitu landrace katokkon Limbong dan Leatung 2. Anak petak terdiri dari 6 kombinasi dosis biochar dan kompos, yaitu R0, R1, R2, R3, R4, dan R5. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga, terdapat 48 unit percobaan.

a. Landrace katokkon, diantaranya:

1. K1: Limbong
2. K2: Liatung 2

b. Perbandingan biochar dan kompos (R) dengan 6 perbandingan, yaitu:

1. R0= 0% : 100% atau setara dengan 0 g : 375 g
2. R1=100%: 0% atau setara dengan 375 g : 0 g
3. R2= 20% : 80% atau setara dengan 75 g : 300 g
4. R3= 40% : 60% atau setara dengan 150 g : 225 g
5. R4= 60% : 40% atau setara dengan 225 g : 150 g
6. R5= 80% : 20% atau setara dengan 300 g : 75 g

Dengan demikian terdapat 12 kombinasi perlakuan, yaitu:

K1R0	K1R1	K1R2	K1R3	K1R4	K1R5
K2R0	K2R1	K2R2	K2R3	K2R4	K2R5

Perlakuan tersebut dilakukan dengan 4 kali ulangan.

2.4.3 Tahapan Penelitian

1. Persiapan Lahan

Menggemburkan tanah dengan cara manual, kemudian membuat plot percobaan dengan ukuran 1 meter x 1,5 meter dengan jarak tanam 50 cm x 50 cm.

2. Pembuatan Kompos

Pembuatan kompos merujuk pada metode Iswoyo., et al (2022) dengan komposisi antara lain feses kerbau, titonia, daun gamal, batang pisang, jerami padi, daun sirsak, EM4 1 botol, gula aren, air, dan jerami padi. Titonia sp bersama dicacah secara manual, lalu dicampur dengan kotoran ternak dan MOL. Setelah bahan tercampur rata, kemudian disiram dengan larutan air dan EM4. Menutup kompos dengan terpal plastik. Tumpukan harus dibuat lebih tinggi 1 meter agar panas dalam tumpukan bisa terakumulasi dan menyebar merata. Setelah 1 minggu, kompos dibolak-balik untuk memastikan mikroba mendapat pasokan udara. Setelah pengadukan pertama, maka setiap 3 hari sekali dilakukan pengadukan atau pembalikan tumpukan bahan organik. Tumpukan bagian bawah dipindahkan ke atas. Kompos akan matang setelah 12 hari pengomposan.

3. Pembuatan Biochar

Pembuatan biochar dilakukan secara konvensional . Adapun langkah-langkah pembuatannya, yaitu membuat cerobong dari atap seng bekas. Kemudian, menyalakan api dengan bahan bakar ranting kayu kering atau sabut kelapa yang ditempatkan di sekitar cerobong. Setelah api stabil, sekam padi ditumpuk di sekitar cerobong. Pada saat pembakaran, pengawasan penting dilakukan agar sekam padi tidak menjadi debu. Sekam yang sudah menjadi hitam diaduk dengan sekam yang belum terbakar sampai semua sekam menjadi arang. Langkah terakhir, mematikan api dengan cara menyiram air secara merata sampai api padam. Penyiraman dilakukan secara terukur sehingga tidak sampai becek.

4. Perendaman Biochar

Biochar direndam dalam larutan pupuk organik cair yang telah direndam dalam air hujan dengan perbandingan 1 : 5 selama satu minggu. Lalu ditiriskan selama 1 malam. Selanjutnya, biochar dicampur dengan kompos sesuai dosis kombinasi yang ditentukan.

5. Pembuatan In Situ Biopori

Membuat lubang biopori menggunakan bor tanah pada kedalaman 20 cm sebanyak 6 lubang pada setiap petak percobaan dengan jarak tanam 50 x 50 cm. Masing-masing lubang diisi kombinasi biochar dan kompos dengan dosis kombinasi setinggi 15 cm dan dilapisi tanah 5 cm. Ilustrasi metode tanam insitu biopori ditunjukkan pada Gambar Lampiran 1. Kemudian diinkubasi selama 2 hari sebelum penanaman.

6. Penanaman

Bibit yang digunakan yaitu bibit yang berumur 25 HSS dan memiliki daun 4 – 5 helai. Penanaman dilakukan pada tanggal 20 April 2024 Bibit ditanam pada

lubang biopori, kemudian ditutup dengan tanah pada daerah perakaran setebal 5 cm. Kemudian disiram dengan air secukupnya.

7. Pemeliharaan dan Pengukuran

Pemeliharaan tanaman selama penelitian meliputi penyiraman, pembumbunan/pemeliharaan petak percobaan. Pengendalian gulma serta hama dan penyakit tanaman menggunakan pestisida nabati. Pengukuran data vegetative tanaman meliputi tinggi tanaman dan diameter batang. Pengukuran selanjutnya dilakukan dalam interval 7 (tujuh) hari. Sedangkan buah panen diukur pada 63 HST sampai 105 HST.

8. Parameter Pengamatan

Parameter tanaman cabai meliputi tinggi tanaman, diameter batang, dan berat buah panen.

2.4.4 Analisis Statistik

Setelah melakukan pengamatan, data tanaman dianalisis menggunakan sidik ragam ANOVA apabila terdapat data yang berbeda nyata maka dianalisis menggunakan BNT 95%.

2.5 Hasil

2.5.1 Tinggi Tanaman

Hasil pengamatan rata-rata tinggi tanaman dan sidik ragamnya disajikan pada Tabel Lampiran 1a. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan landrace katokkon dan dosis bahan organik interaksinya berpengaruh sangat nyata pada tinggi tanaman pada umur 56 HST.

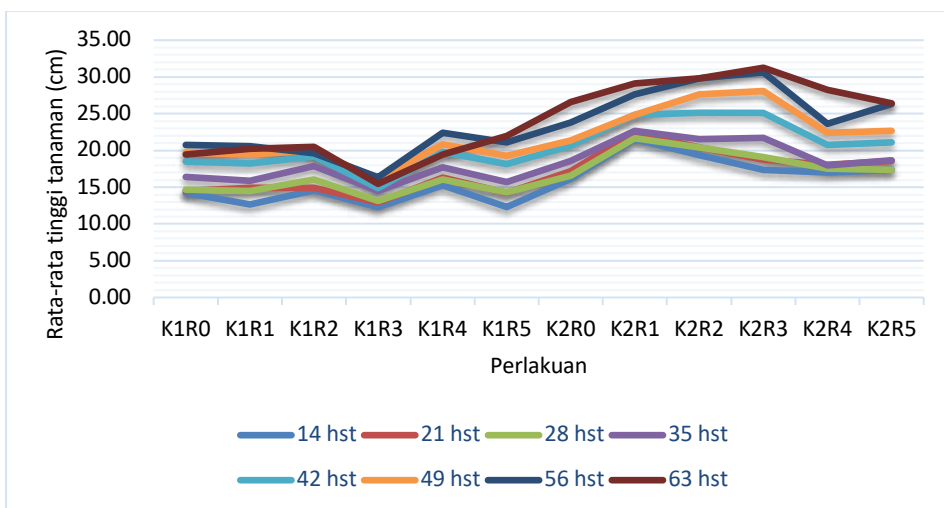
Tabel 2.1. Tinggi tanaman cabai katokkon pada umur 56 HST pada perlakuan landrace katokkon dan dosis kombinasi biochar-kompos

Landrace Katokkon	Dosis Kombinasi Biochar-Kompos						NP BNT 0.05%
	R0	R1	R2	R3	R4	R5	
K1	20,71 ^a _{pq}	20,55 ^b _{pq}	19,65 ^b _{pq}	16,35 ^b _q	22,38 ^a _p	21,13 ^a _{pq}	5,20
K2	23,79 ^a _q	27,63 ^a _{pq}	29,83 ^a _p	30,63^a _p	23,66 ^a _q	26,29 ^a _{pq}	
NP BNT 0.05%				4,79			

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada baris (a,b) dan kolom yang sama (p,q) berbeda nyata menurut Uji BNT 95 %.

Hasil uji BNT pada tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat interaksi sangat nyata antara landrace katokkon leatung 2 (K2) dan perlakuan kombinasi dosis biochar dan kompos R3 (40% : 60% atau 150 g : 225 g) menghasilkan tinggi tanaman

tertinggi (30,63 cm) dan nilai terendah terdapat pada perlakuan landrace limbong (K1R3), yaitu 16,35 cm.



Gambar 2.1 Rata-rata tinggi tanaman

2.5.2 Diameter Batang 56 HST

Hasil pengamatan rata-rata diameter batang tanaman dan sidik ragam disajikan pada Tabel Lampiran 1b. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan landrace katokkon berpengaruh sangat nyata tetapi perlakuan dosis bahan organik dan interaksinya berpengaruh tidak nyata pada diameter batang tanaman katokkon pada 56 HST.

Tabel 2.2. Diameter batang cabai katokkon pada umur 56 HST pada perlakuan landrace katokkon dan dosis kombinasi biochar-kompos

Landrace Katokkon	Dosis Kombinasi Biochar-Kompos						NP BNT 0.05%
	R0	R1	R2	R3	R4	R5	
K1	5,41 ^a _p	5,14 ^a _p	4,78 ^a _p	4,15 ^b _q	4,98 ^a _p	5,11 ^a _p	0,58
K2	5,28 ^a _{pq}	4,50 ^b _q	5,00 ^a _{pq}	5,48^a_p	5,26 ^a _{pq}	4,65 ^a _{pq}	
NP BNT 0,05%	0,90						

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada baris (a,b) dan kolom yang sama (p,q) berbeda nyata menurut Uji BNT 95 %.

Hasil uji BNT pada Tabel 2.2 menunjukkan bahwa terdapat interaksi sangat nyata antara landrace katokkon leatung 2 (K2) dan perlakuan kombinasi dosis biochar dan kompos R3 (40% : 60% setara dengan 150 g : 225 g) menghasilkan diameter tanaman tertinggi (5,48 cm) dan nilai terendah terdapat pada perlakuan landrace limbong (K1R3), yaitu 4,15 cm.

2.5.3 Berat Buah Panen

Hasil pengamatan rata-rata diameter batang tanaman dan sidik ragamnya disajikan pada Tabel Lampiran 1c. Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan landrace katokkon berpengaruh nyata tetapi perlakuan dosis bahan organik dan interaksinya berpengaruh tidak nyata pada berat buah panen.

Tabel 2.3. Berat buah panen cabai katokkon pada perlakuan landrace katokkon dan dosis kombinasi biochar-kompos

Landrace Katokkon	Dosis Kombinasi Biochar-Kompos						Rata-rata	NP BNT 0.05%
	R0	R1	R2	R3	R4	R5		
K1	13,00	13,0	13,0	19,0	19,0	19,0	16,00b	46,17
K2	79,50	62,5	81,5	102,5	35,0	35,7	66,13a	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada baris (a,b) dan kolom yang sama (p,q) berbeda nyata menurut Uji BNT 95 %.

Hasil uji BNT pada tabel 2.3 menunjukkan bahwa perlakuan landrace leatung 2 memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap parameter bobot buah panen tertinggi 102,5 gram atau setara dengan 0,68 ton/ha dan nilai terendah pada landrace limbong, yaitu 13,00 gram setara dengan 0,08 ton/ha.

2.6 Pembahasan

Interaksi Landrace Katokkon dengan Dosis Kombinasi Biochar-Kompos

Berdasarkan hasil uji BNT pada tabel 1 dan 2 menunjukkan interaksi sangat nyata antara landrace katokkon leatung 2 (K2) dan perlakuan dosis kombinasi (R3) 40% biochar : 60% kompos atau setara dengan 150 g : 225 g terhadap tinggi tanaman (30,63 cm) dan diameter batang (5,48 mm). Kondisi ini dapat dijelaskan melalui perbandingan proporsi dan fungsi biochar-kompos terhadap pertumbuhan tanaman. Proporsi dominan 60% kompos yang berbahan dasar titonia sp, feses kerbau, dan hijauan mengandung nitrogen sangat tinggi, yaitu 1,25% (Tabel Lampiran 13) berkontribusi terhadap pemanjangan akar dan pelebaran diameter batang. Dikombinasi dengan proporsi 40% biochar berperan memperbaiki struktur tanah dan ketersediaan air dalam tanah. Temuan ini sejalan dengan studi Lebrun et al (2024) mengungkapkan bahwa perbandingan rasio biochar lebih rendah dari kompos memberikan efek sinergis terbaik, sebab dapat mengurangi keterbatasan nitrogen dan serapan hara dalam tanah. Dengan demikian, proporsi kombinasi tersebut membuat tanah menjadi lebih lengas. Hal ini memicu penetrsi akar yang baik dalam penyerapan air dan unsur hara yang digunakan untuk fotosintesis.

Perlakuan R1 tidak berpengaruh nyata sebab kombinasi dosis biochar-kompos R1 (100% : 0% atau 375 g : 0 g) menghasilkan tinggi tanaman 27,63 cm dan 5,41 mm. Dosis 100% biochar pada dasarnya meningkatkan porositas dan retensi air tanah, meski demikian sebagian air tersimpan di dalam pori-pori mikro, atau intrapori biochar, yang memiliki daya ikat yang sangat kuat. Akibatnya, akar tanaman sulit untuk menyerapnya (Santos, 2022). Tanpa pemberian kompos

(0%) tanah menjadi sangat kekurangan unsur hara. Padahal, di fase vegetatif tanaman membutuhkan suplai unsur hara, salah satunya Nitrogen yang berfungsi sebagai pembentuk asam amino, enzim, dan protein yang penting terhadap pembesaran sel dan pertumbuhan tinggi tanaman (Shandu, 2021).

Perlakuan kombinasi dosis biochar-kompos R0 (0% : 100% atau 0 g : 375 g) tidak berbeda nyata dan menghasilkan tinggi tanaman landrace limbong (21,33 cm). Dosis kompos 100% mengindikasikan tanah kaya unsur hara, tetapi dengan dosis biochar 0% membuat tanah lebih padat dan ruang pori lebih rendah dibanding perlakuan lainnya. Pada kondisi curah hujan sangat tinggi yang terjadi di wilayah penelitian, tanah sangat rentan terhadap pencucian. Di mana salah satu fungsi biochar yaitu sebagai penyangga unsur hara dan menjaga kestabilan suplai air di dalam tanah (Alkharabsheh, 2021).

Pengaruh Landrace Katokkon Leatung 2 terhadap berat buah panen

Pada parameter bobot buah panen cabai katokkon, perlakuan landrace katokkon Leatung 2 memberikan pengaruh yang signifikan terhadap bobot buah panen tertinggi 102,5 gram atau setara dengan 0,68 ton/ha dan nilai terendah pada landrace limbong, yaitu 13,00 gram setara dengan 0,08 ton/ha. Hal ini dipengaruhi oleh pertumbuhan vegetative, leatung 2 lebih unggul dalam hal tinggi tanaman terbaik (30,63 cm) dan diameter batang (5,48 mm) yang memungkinkan tanaman untuk menyerap hara lebih baik daripada landrace limbong. Temuan ini sejalan dengan Siddu et al., (2025) melaporkan bahwa tinggi tanaman cabai hijau berkorelasi positif dengan bobot buah. Selanjutnya penelitian Genefianti (2024) mengungkap karakteristik diameter batang berkorelasi positif terhadap komponen hasil cabai. Selain itu, temuan Kaimuddin (2021) melaporkan bahwa landrace katokkon leatung 2 memiliki produktivitas lebih tinggi daripada limbong sampolo dan leatung 1 di lokasi penelitian yang sama.

Produksi 0,68 ton terbilang masih sangat rendah diakibatkan oleh serangan penyakit layu fusarium (Gambar lampiran 4) yang terjadi menyerang xilem berakibat pada terhambatnya penyaluran air dan nutrisi yang menyebabkan fotosintesis terganggu, sehingga mengurangi jumlah bunga dan buah per tanaman dan berat buah rata-rata (Abdila et al., 2022; Purba et al., 2023). Persentase insidensi penyakit (Tabel Lampiran 4c) sebesar 31,9% pada landrace limbong dan 15,2 % pada landrace leatung 2 saat 46 HST. Tingkat serangan penyakit sebesar 31,9 % tergolong sedang, sedangkan 15,2% tergolong kelas rendah (Tricahyati et al., 2021). Kondisi stres biotik ini menurunkan hasil panen secara umum. Studi Bai et al., (2018) melaporkan bahwa survei di berbagai sentra cabai menunjukkan insidensi layu fusarium di kisaran 30–40% tergolong tinggi dan berkaitan dengan kehilangan hasil nyata secara ekonomi. Selanjutnya, penelitian Iqbal et al., (2024) menemukan bahwa insidensi lebih rendah, cukup untuk menurunkan hasil melalui berkurangnya jumlah tanaman sehat dan stres kronis pada tanaman cabai yang terinfeksi ringan.

Upaya pengendalian penyakit dilakukan dengan cara memilah dan membuang tanaman yang sakit. Selain itu, dilakukan penanganan berupa pengaplikasian bio fungisida hayati yang mengandung *Trichoderma sp* dan *Gliocladium sp* serta bakteri pengurai lainnya. Diaplikasikan pada tanah dengan dosis 20gram/5liter air yang diterapkan 1 kali dalam seminggu.

Hasil Uji BNT menunjukkan perlakuan dosis kombinasi R0, R1, R2, R3, R4, R5 dan produksi per petak tidak berpengaruh nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa masing-masing variabel bekerja secara independent. Hasil lebih dipengaruhi oleh perbedaan genetik landrace cabai katokkon, tetapi kombinasi biochar-kompos cenderung memiliki efek perbaikan tanah secara bertahap. Hal ini sesuai dengan studi Wijitkosum et al., (2025) melaporkan bahwa manfaat interaksi biochar dan kompos terhadap hasil panen cenderung tidak langsung terlihat selama satu musim tanam karena perbaikan lebih banyak terjadi pada struktur tanah, retensi air, dan aktivitas mikroba. Manfaat ini cenderung bersifat kumulatif dan lebih nyata dalam jangka panjang, seiring dengan peningkatan bertahap pada kualitas tanah.

Konsistensi keunggulan landrace leatung 2 membuktikan bahwa dalam konteks lokasi Tallang Sura', landrace katokkon leatung 2 memiliki daya tumbuh dan daya tahan terhadap perubahan kondisi lingkungan yang terjadi selama penelitian. Hal ini sejalan dengan temuan Kaimuddin (2021) bahwa landrace katokkon leatung 2 memiliki produktivitas lebih tinggi daripada limbong sampolo dan leatung 1 di lokasi penelitian yang sama.

2.7 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Terdapat interaksi antara landrace katokkon leatung 2 dan perlakuan dosis kombinasi 40% biochar : 60% kompos atau setara dengan 150 g : 225 g terhadap tinggi tanaman tertinggi, yaitu 30,63 cm dan diameter batang tertinggi 6,73mm.
2. Landrace katokkon leatung 2 berpengaruh sangat nyata terhadap berat buah panen pada dosis kombinasi 40% biochar : 60% kompos sebesar 102,50 gram atau setara dengan 0,68 ton.