

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Krisis iklim merupakan sebuah ancaman besar bagi ketahanan pangan di Indonesia. Diproyeksikan bahwa sektor pertanian akan kehilangan produktivitasnya sebagai dampak dari kenaikan suhu, kenaikan permukaan air laut, peningkatan intensitas curah hujan serta penundaan awal musim hujan. Fenomena ini pada akhirnya akan bermuara pada sejumlah dampak negatif bagi kelangsungan sektor pertanian, seperti ketersediaan air yang lebih rendah, degradasi tanah dan erosi tanah, perubahan kemunculan hama dan penyakit, spesies invasif baru, tekanan panas, intrusi air laut, dan perendaman di daerah pesisir (Abdissa & Gemeda, 2025; Albugami et al., 2024; Okolie et al., 2024). Masalah krisis iklim tentu tak hanya dapat dipandang sebagai masalah besar yang berdiri sendiri, kompleksitas menjadi bagian tak terpisahkan yang dimana, di satu sisi, kecepatan dan ruang lingkup perubahan iklim menguasai kapasitas adaptif petani kecil dan disisi lain, emisi gas rumah kaca dari pertanian dan perubahan penggunaan lahan berkontribusi besar terhadap perubahan iklim. Selain itu, pertanian keluarga petani kecil yang menghasilkan sebagian besar makanan pokok tidak memiliki sarana untuk menerapkan langkah-langkah mitigasi dan adaptasi perubahan iklim (Hazarika et al., 2024; Karamidehkordi et al., 2023; Ojo et al., 2024; Oyarzo et al., 2024).

Sistem pangan dan pertanian yang tangguh serta rendah emisi sangat diperlukan untuk memerangi tantangan global dari isu perubahan iklim seperti yang tertuang pada tujuan Perjanjian Paris dan SDGs (de Andrade Correa & Voigt, 2021; Leahy et al., 2020; Rosegrant et al., 2022). Kedepannya agar hal ini dapat terwujud, petani kecil harus menjadi layak secara ekonomi, rendah emisi, dan lebih tangguh, yang pada gilirannya akan turut memberdayakan mereka yang paling terpinggirkan, yaitu petani perempuan dan petani muda, yang akan membentuk masa depan untuk menghasilkan pangan yang cukup dengan cara yang lebih berkelanjutan secara ekonomi dan lingkungan serta rendah emisi (Jost et al., 2016; Murray et al., 2016; Musafiri et al., 2020). Pembentukan pola ini akan menjadi kunci ketahanan pangan dan ekonomi pedesaan yang sejahtera di Indonesia.

Masalah utama tingkat adaptasi petani yang rendah adalah kurangnya terhadap restorasi karbon. Restorasi karbon memerlukan perhatian khusus mengingat pentingnya unsur ini dalam proses produksi tanaman dan perlindungan degradasi lahan (O'Dell et al., 2020; Tian et al., 2023; Zuza et al., 2024). Karbon organik tanah adalah salah satu karakteristik tanah yang paling penting yang dihasilkan dari interaksi antara produsen primer, pengurai, dan mineralogi (Wasner et al., 2024; H. Zhang et al., 2024). Stabilisasi karbon organik tanah dengan mineral reaktif, khususnya tanah liat dan mineral logam (hidro) oksida, menyediakan matriks yang mendukung struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, dan

mengandung nutrisi yang mampu mendukung dan meningkatkan produktivitas tanaman (Meena et al., 2021; Singh et al., 2018; Waqas et al., 2020). Sederhananya, penyerapan karbon organik tanah dipercaya mampu meningkatkan kesehatan dan produktivitas tanah atau tingkat kesuburan serta untuk mengurangi emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dari perubahan penggunaan lahan.

Biochar dan kompos merupakan sumber utama karbon organik yang telah banyak dimanfaatkan untuk perbaikan dan peningkatan kualitas (Antonangelo et al., 2021; Qian et al., 2023; Zhao et al., 2022). Berbagai macam penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kompos untuk produksi tanaman diakui sebagai pendekatan yang layak secara ekonomi dan dapat diterima lingkungan sebagai pengganti bahan kimia pertanian. Namun dewasa ini pengaplikasian kompos saja dinilai tak cukup dalam membenahi dan mengembalikan produktivitas lahan, maka dari itu biochar memiliki peran sentral sebagai ameliorant (pembenah tanah) yang dapat memperbaiki kualitas tanah, memperbaiki kualitas secara fisik dengan meningkatkan kapasitas menahan air dan kemandapan agregat, memperbaiki berat isi dan menurunkan ketahanan tanah karena strukturnya yang berpori (Guo et al., 2020; Hadiya et al., 2022; HAIDER et al., 2022). Biochar mengandung beberapa unsur hara yang cukup tinggi, dan dapat mempengaruhi kehilangan unsur hara, antara lain nitrogen dan kalium (Dai et al., 2020; J. Zhang et al., 2021). Biochar dihasilkan dari proses pembakaran berbagai biomassa sehingga sifat biochar sangat bergantung pada bahan baku.

Salah satu komoditas unggulan yang memiliki kekhasan (*specialty*) sangat penting dikembangkan dan dipertahankan guna menjaga biodiversitas spesifik dan meningkatkan potensi ekonomi adalah "**Cabai Katokkon**". Cabai jenis ini merupakan tanaman *specialty* yang dimiliki dan dikembangkan di wilayah Kabupaten Toraja Utara dan Kabupaten Tana Toraja, Provinsi Sulawesi Selatan, dan dikenal didunia sebagai jenis cabai dengan karakteristik istimewa. Keistimewaan ini mendorong masyarakat untuk membudidayakannya secara intensif karena memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi dan pemanfaatan cabai ini dapat berkaitan dengan sosio-kultural masyarakat (BPTP Sulawesi Selatan, 2017; Flowrenzhy & Harijati, 2017). Budidaya yang intensif ini memberikan tekanan kepada lahan sebagai media pertumbuhan dan produksi cabai. Pengembangan wilayah budidaya dengan tidak mempertimbangkan kemungkinan degradasi lahan, penggunaan pupuk dan pengelolaan kesuburan tanah, pemanfaatan varietas unggul, dapat mengakibatkan tidak tercapainya produksi ideal, dan penurunan kualitas sumber daya lahan (Gorain et al., 2024; Hossain et al., 2020; Raimondo et al., 2021). Karbon organik tanah merupakan salah satu unsur didalam tanah yang seringkali mengalami penurunan bahkan hilang dari dalam tanah akibat penggunaan lahan secara intensif dan penggunaan pupuk kimia/sintetis yang berlebihan (Li et al., 2022; Ouyang et al., 2018; Pahalvi et al., 2021). Dengan demikian strategi aplikasi bahan organik dapat memberikan pengaruh signifikan dalam tercapainya produksi yang ideal dan berkelanjutan.

## 1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian diatas dapat ditarik rumusan permasalahan sebagai berikut:

1. Kombinasi mana antara kompos dan biochar yang paling efektif dalam menunjang produktivitas cabai katokkon?
2. Bagaimana kondisi dan peningkatan kualitas tanah setelah pengaplikasian kompos dan biochar?, serta
3. Bagaimana korelasi pemberian kompos dan biochar, perbaikan sifat tanah dan pertumbuhan tanaman?

## 1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Menjaga dan meningkatkan kualitas dan kesuburan tanah untuk mendukung pengembangan cabai katokkon sebagai tanaman specialty memiliki kendala teknologi dalam memadukan intensifikasi dengan menjaga terjadinya degradasi lahan. Oleh karena itu penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan:

1. Menemukan kombinasi kompos dan biochar yang tepat dan efektif dalam menunjang produktivitas cabai katokkon.
2. Memahami struktur dan kondisi tanah serta menilai dampak penggunaan kompos dan biochar pada perbaikan kualitas tanah dan restorasi karbon.
3. Memahami korelasi utuh dalam pemberian kompos dan biochar terhadap perbaikan kualitas tanah dan pertumbuhan cabai katokkon

Berdasarkan tujuan penelitian ini, penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dalam aspek:

### 1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan ilmu tanah dan agronomi, khususnya dalam memahami peran sinergis antara kompos dan biochar dalam memperbaiki kualitas tanah serta meningkatkan produktivitas tanaman hortikultura. Selain itu, hasil penelitian ini dapat memperkaya kajian mengenai mekanisme restorasi karbon tanah melalui pemanfaatan bahan organik lokal yang berpotensi menunjang sistem pertanian berkelanjutan.

### 2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi petani, penyuluh pertanian, dan pengambil kebijakan dalam menentukan kombinasi dosis kompos dan biochar yang optimal untuk budidaya cabai Katokkon lokal. Penerapan hasil penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan produktivitas tanaman, memperbaiki kesuburan dan struktur tanah secara berkelanjutan, serta mendukung upaya adaptasi-mitigasi perubahan iklim melalui peningkatan penyerapan karbon di lahan pertanian.

## 1.4. Kebaharuan Penelitian

Kebaharuan dari penelitian ini terletak pada belum adanya informasi yang memadai mengenai komposisi biochar sekam padi dan kompos yang paling ideal untuk mendukung pertanian cabai Katokkon. Selain itu, penelitian ini juga merupakan bagian dari upaya pemurnian benih cabai Katokkon, yang hingga saat ini belum memiliki varietas yang terdaftar secara resmi.

## 1.5. Kerangka Pikir



**Gambar 1.** Kerangka Pikir

Berikut hubungan antara peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK) dari aktivitas pertanian dengan upaya mitigasi melalui pemanfaatan bahan organik seperti kompos dan biochar. Pada bagian atas gambar terlihat akumulasi gas rumah kaca utama, yaitu karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), dan dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ), yang berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi emisi di atmosfer. Peningkatan emisi tersebut menyebabkan terjadinya perubahan iklim global, yang berdampak negatif terhadap produktivitas lahan dan keberlanjutan sistem pertanian.

Sebagai upaya menekan dampak tersebut, kerangka ini menunjukkan konsep pemanfaatan limbah pertanian, seperti sekam padi dan bahan organik lokal, yang diolah menjadi kompos dan biochar. Kedua bahan ini berperan penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Kompos berfungsi sebagai sumber unsur hara dan memperkaya aktivitas mikroorganisme tanah, sedangkan biochar

berperan dalam menyimpan karbon dalam tanah, meningkatkan porositas, serta menurunkan kehilangan unsur hara dan emisi gas rumah kaca dari tanah.

Sinergi antara kompos dan biochar kemudian mendukung sistem pertanian yang lebih sehat, produktif, dan rendah emisi melalui peningkatan kapasitas tanah dalam menyimpan karbon dan pemanfaatan bahan organik secara lebih efisien. Hal ini tergambar pada bagian bawah gambar, di mana penggunaan kombinasi kedua bahan tersebut dapat meningkatkan produktivitas tanaman, memperbaiki kesehatan tanah, serta mengunci sebagian emisi karbon di dalam tanah, sehingga tidak terlepas ke atmosfer. Dengan demikian, penerapan kompos dan biochar menjadi strategi penting dalam mewujudkan sistem pertanian berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan iklim, khususnya dalam budidaya cabai Katokkon lokal.

## BAB II

### METODE PENELITIAN

#### 2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Dusun Karondeng, Lembang Ullin, Kec. Rembon. Penelitian ini berupa 1 (satu) seri percobaan yang berlangsung dari bulan Januari – Juli 2024. Analisis sifat kimia tanah (C-organik) dan fisika tanah (Bulk Density) dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

#### 2.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu ring sampel, bor tanah, pisau lapang, cangkul, sekop, plastik sampel tanah, ECH2O moisture sensor, enam unit lysimeter, altimeter, kamera, alat tulis, dan lain-lain. Bahan-bahan yang akan digunakan adalah biochar dengan bahan dasar sekam padi, kompos dari kandang kerbau dan babi, benih cabai Katokkon, dan zat-zat kimia untuk kepentingan analisis tanah dan jaringan tanaman di laboratorium.

#### 2.3. Desain Penelitian

Penelitian ini di desain menggunakan Rancangan Petak Terpisah (*Split Plot Design*). **Petak utama** adalah **genotipe cabai katokkon** dan **Anak Petak** adalah **perlakuan aplikasi Biochar dan Kompos**. Komposisi rencana perlakuan pada penelitian terdiri dari: 2 genotipe, ditandai dengan simbol L (L1 dan L2), kemudian biochar dan kompos diberi simbol R. Kombinasi komposisi perlakuan pada rencana penelitian disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1:** Kombinasi Komposisi Rencana Perlakuan

Genotipe (L)	Perlakuan Biochar dan Kompos (R)						Keterangan
	R0	R1	R2	R3	R4	R5	
L1	L1R0	L1R1	L1R2	L1R3	L1R4	L1R5	R0 = Kontrol (100% kompos) R1 = 20% : 80% R2 = 40% : 60% R3 = 60% : 40% R4 = 80% : 20% R5 = 100% : 0%
L2	L2R0	L2R1	L2R2	L2R3	L2R4	L2R5	
Ulangan	Perlakuan diulang 4 (empat) kali						Total plot = 54 plot

## 2.4. Mekanisme Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan bersama bersama 12 petani yang tergabung dalam kelompok Sekolah Lapang Iklim di Dusun Karondeng, Lembang Ullin, Kec. Rembon dengan tahapan sebagai berikut.

### 2.4.1. Persiapan Awal

Persiapan lahan dilakukan sebagai tahap awal untuk menentukan posisi setiap plot percobaan. Tahap ini memastikan bahwa area penelitian telah siap digunakan sesuai prosedur. Penentuan plot dilakukan dengan ukuran tetap, yaitu 1 m × 1,5 m, sehingga perlakuan dapat diterapkan secara konsisten dan pengamatan menjadi lebih teratur.

Penyusunan plot juga mengikuti desain percobaan yang sudah direncanakan. Dengan mengikuti desain ini, penelitian dapat berjalan lebih sistematis dan menghasilkan data yang lebih dapat dipercaya.

Pada penelitian ini, jumlah amandemen tanah yang digunakan adalah 15 t/ha untuk setiap perlakuan, dengan perbandingan kompos dan biochar yang berbeda-beda. Adapun rincian perlakuannya sebagai berikut:

- R0 (100% kompos): 15 t/ha kompos
- R1 (80% kompos + 20% biochar): 12 t/ha kompos + 3 t/ha biochar
- R2 (60% kompos + 40% biochar): 9 t/ha kompos + 6 t/ha biochar
- R3 (40% kompos + 60% biochar): 6 t/ha kompos + 9 t/ha biochar
- R4 (20% kompos + 80% biochar): 3 t/ha kompos + 12 t/ha biochar
- R5 (100% biochar): 15 t/ha biochar.

Setiap perlakuan menerima total amandemen sebesar 15 t/ha. Dengan demikian, perbandingan kompos dan biochar dapat dievaluasi secara objektif karena jumlah bahan yang digunakan tetap sama pada semua perlakuan.

### 2.4.2. Pembuatan Kompos

Kompos dibuat dari kotoran kerbau dan babi, titonia, daun gamal, batang pisang, Jerami padi, daun sirsak, EM4 1 botol, gula aren, air.

Jerami padi dan *tiotonis sp bersama* dicacah secara manual, lalu dicampur dengan kotoran ternak dan disiram dengan MOL yang diproduksi sendiri oleh Petani peneliti.

Semua bahan dicampur sampai merata dan di basahi dengan MOL, hingga campuran menggumpal bila digenggam. Bahan yang telah tercampur dipindahkan ke tempat teduh agar tidak kena sinar matahari langsung. Campuran ditutup dengan terpal selama setidaknya 2 minggu, dan diaduk setiap minggu.

Setelah semua bahan tercampur secara merata, kompos ditutup dengan terpal dan diaduk setiap minggu. Setelah 4 minggu, kompos siap digunakan.