

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat percobaan

Percobaan dilaksanakan pada bulan Januari hingga Mei 2025 di Kelurahan Tamanjaya Kecamatan Tamansari Kota Tasikmalaya. Lokasi percobaan berada pada ketinggian 315 meter di atas permukaan laut (mdpl) , kegiatan pembuatan biochar dan analisis tanah dilaksanakan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi.

3.2 Alat dan bahan percobaan

Alat yang digunakan diantaranya alat pirolisis, alat penumbuk, sprayer, cangkul, tray semai, timbangan, meteran, jangka sorong, ember, peralatan gelas, copper, label nama, alat tulis, dan instrument analisis laboratorium.

Bahan yang digunakan adalah tempurung kelapa, limbah kayu, pupuk NPK 16-16-16, bibit cabai merah (Baja F1), pestisida (demolish, score, dan roundup), pupuk KNO_3 putih, ajir, plastik, dan tali.

3.3 Metode percobaan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan petak terbagi (*Split Plot Design*) yang terdiri dari 2 taraf petak utama (*main plot*) dan 3 taraf anak petak (*sub plot*), setiap perlakuan diulang 6 kali. Faktor petak utama adalah Biochar (B) terdiri dari 2 taraf yaitu:

b_0 : Tanpa biochar

b_1 : Biochar 10 t/ha

Faktor anak petak adalah pengaplikasian berbagai takaran pupuk NPK (P), dengan perlakuan 350 kg/ha menurut rekomendasi pemupukan NPK tanaman cabai (Widiono, 2024) yang terdiri atas 3 taraf yaitu:

p_1 : Pupuk NPK takaran 175kg/ha (50% rekomendasi)

p_2 : Pupuk NPK takaran 262,5kg/ha (75% rekomendasi)

p_3 : Pupuk NPK takaran 350kg/ha (100% rekomendasi)

Kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan

Aplikasi biochar		Pupuk NPK (P)		
(B)		p_1	p_2	p_3
b_0		$b_0 p_1$	$b_0 p_2$	$b_0 p_3$
b_1		$b_1 p_1$	$b_1 p_2$	$b_1 p_3$

Data dianalisis dengan model linier sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ik} + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dengan $i = 1, 2, \dots, a$; $j = 1, 2, \dots, b$; $k = 1, 2, \dots, r$

Keterangan :

- Y_{ijk} = Pengamatan pada satuan percobaan ke- k yang memperoleh kombinasi perlakuan taraf ke- i dan taraf ke- j dari faktor B
 μ = nilai rata-rata yang sesungguhnya (rata-rata populasi)
 α_i = pengaruh aditif taraf ke- i dari faktor A
 β_j = pengaruh aditif taraf ke- j dari faktor B
 $(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh aditif dari taraf ke- i dari faktor A dan taraf ke- j dari faktor B
 γ_{ik} = pengaruh acak dari petak utama, yang muncul pada taraf ke- I dari faktor A dalam ulangan ke ke- k ,
 ϵ_{ijk} = pengaruh acak satuan percobaan ke- k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij ,

Berdasarkan model linear tersebut, disusun daftar sidik ragam untuk mengetahui taraf nyata dari uji F sebagaimana dicantumkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Sidik ragam

Sumber Ragam	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel 5%
Ulangan	5	$\frac{\Sigma R^2}{bp} - FK$	$\frac{JKU}{dbU}$	$\frac{KT U}{KTg a}$	5,05
Biochar (B)	1	$\frac{\Sigma B^2}{rp} - FK$	$\frac{JKB}{dbB}$	$\frac{KT B}{KTg a}$	6,61
Galat (a)	5	$\frac{\Sigma(RB)^2}{p} - FK - JKU - JKB$	$\frac{JKg a}{dbg a}$		
Pupuk NPK (P)	2	$\frac{\Sigma P^2}{rb} - FK$	$\frac{JKP}{dbP}$	$\frac{KT P}{KTg b}$	3,49
BxP	2	$\frac{\Sigma(BP)^2}{r} - FK - JKB - JKP$	$\frac{JK BxP}{db BxP}$	$\frac{KT BxP}{KTg b}$	3,49
Galat (b)	20	$\frac{\Sigma(RP)^2}{b} - FK - JKU - JKP$	$\frac{JKg b}{dbg b}$		
Total	35	$\Sigma x^2 - FK$			

Sumber: Gomez dan Gomez (2007)

Tabel 3. Kaidah pengambilan kesimpulan

Hasil Analisa	Kesimpulan Analisa	Keterangan
$F_{hit} \leq F_{0,05}$	Berbeda tidak nyata	Tidak ada perbedaan pengaruh antar perlakuan
$F_{hit} > F_{0,05}$	Berbeda nyata	Ada perbedaan pengaruh antar perlakuan

Apabila F_{hit} lebih besar dari F_{tabel} (0,05), maka dilanjutkan dengan uji Jarak Berganda Duncan, untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, dengan rumus sebagai berikut:

$$LSR_{5\%} = SSR (\alpha 5\%, dbg) S_x$$

Keterangan:

LSR = *Least Significant Range*SSR = *Significant Studentized Range* α = Taraf nyata 5%

dbg = Derajat bebas galat

 S_x = Galat baku rata-rata

1. Apabila terdapat interaksi, S_x diperoleh dengan rumus sebagai berikut
 - a. Untuk membedakan pengaruh faktor B (Biochar) pada setiap taraf faktor P (takaran pupuk NPK) anak petak yang sama dengan rumus:

$$S_x = \sqrt{\frac{KT \text{ galat } b}{rb}}$$

- b. Untuk membedakan pengaruh faktor P (takaran pupuk NPK) anak petak pada setiap taraf B (Biochar) yang sama dengan rumus:

$$S_x = \sqrt{\frac{dbBxKTg(b) + KTg(a)}{rb}}$$

2. Apabila tidak terdapat interaksi, S_x diperoleh dengan rumus sebagai berikut:
 - a. Untuk membedakan pengaruh faktor B (Biochar) pada setiap taraf faktor P (takaran pupuk NPK) anak petak yang sama dengan rumus:

$$S_x = \sqrt{\frac{KT \text{ galat } a}{rb}}$$

- b. Untuk membedakan pengaruh faktor S (frekuensi penyiangan) pada setiap taraf faktor T (sistem pengolahan) dengan rumus sebagai berikut:

$$S_x = \sqrt{\frac{KT \text{ galat } b}{ra}}$$

3.4 Pelaksanaan percobaan

3.4.1 Pembuatan biochar

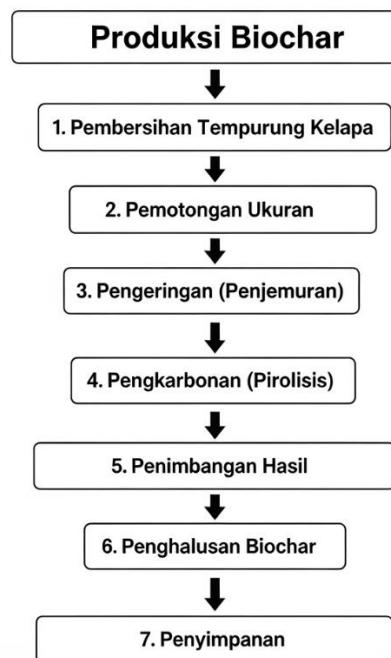
Tahapan pelaksanaan penelitian diawali dengan menyiapkan alat, bahan, dan produksi biochar. Biochar yang dihasilkan kemudian digunakan sebagai salah satu perlakuan dalam penelitian sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan. Biochar diproduksi menggunakan alat pirolisis (Gambar 3).



Gambar 3. Alat pirolisis sederhana

Sumber: Dokumentasi pribadi

Tempurung kelapa menjadi salah satu bahan baku yang umum digunakan karena kandungan karbonnya yang tinggi. Tahapan produksi biochar harus dilakukan secara terstruktur untuk memperoleh hasil yang optimal, berikut adalah tahapan produksi biochar dari tempurung kelapa:



Gambar 4. Tahapan produksi biochar

3.4.2 Analisis tanah awal

Analisis tanah awal bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan kualitas tanah sebelum adanya perlakuan atau penelitian. Analisis ini memberikan data kondisi tanah awal yang digunakan untuk mengevaluasi

perubahan pada tanah akibat perlakuan yang diberikan. Pengambilan sampel tanah dilakukan secara komposit, yaitu dengan mengambil tanah dari beberapa titik secara acak di kedalaman 20 sampai 30 cm menggunakan bor tanah, kemudian dicampur merata untuk mewakili satu satuan lahan. Sampel tanah yang telah homogen selanjutnya dikeringanginkan, diayak, dan dianalisis di laboratorium untuk memperoleh data tanah awal yang akurat.

3.4.3 Persemaian

Persemaian benih cabai dilakukan secara paralel dengan persiapan lahan. Bibit siap tanam yang akan digunakan yaitu yang telah mencapai umur 21 sampai 25 HST (hari setelah tanam) atau telah memiliki 3 sampai 4 helai daun. Selama masa persemaian, dilakukan penyiraman secara rutin setiap pagi atau sore hari untuk menjaga kelembapan media tanam, serta penyirangan terhadap gulma yang tumbuh di sekitar persemaian.

3.4.4 Persiapan lahan

Persiapan dilakukan dengan membersihkan lahan dari gulma, pembalikan tanah dengan kedalaman 20 cm, penghalusan tanah, dan pembentukan bedengan. Pengolahan lahan dilakukan secara manual menggunakan cangkul untuk membalik dan menggemburkan tanah sehingga struktur tanah menjadi lebih baik dan siap untuk ditanami. Bedengan dibuat dengan ukuran panjang 2 m dan lebar 1,2 m.

3.4.5 Pengaplikasian biochar dan pemupukan dasar

Biochar diaplikasikan dengan cara ditabur pada permukaan bedengan sesuai dengan perlakuan yang ditentukan. Pada perlakuan 10 t/ha, diperoleh takaran aplikasi biochar 1 kg/m². Luas bedengan yang digunakan percobaan yaitu 2,4 m², maka biochar yang digunakan yaitu sebanyak 2,4 kg per bedengan. Pengaplikasian pupuk dasar NPK dilakukan dengan cara ditabur sesuai dengan perlakuan yang ditentukan yaitu ½ dari pupuk rekomendasi 350 kg/ha. Setelah pengaplikasian biochar dan pemupukan kimia dasar NPK dilaksanakan pemasangan mulsa untuk menghindari penguapan hara pada pupuk.

3.4.6 Penanaman

Penanaman dilaksanakan pada sore hari dengan jarak lubang tanam 60 x 40 cm. Sebelum ditanam, bibit yang telah disemai disiram terlebih dahulu untuk menjaga kelembapan dan memastikan ketersediaan air bagi tanaman. Penanaman dilakukan secara hati-hati agar akar tidak rusak dan bibit dapat tumbuh dengan baik. Penyulaman dilaksanakan satu minggu setelah penanaman untuk menggantikan bibit yang mati atau tidak tumbuh normal di lapangan, sehingga populasi tanaman tetap optimal sesuai rencana perlakuan. Setelah penanaman, dilakukan penyiraman awal guna membantu adaptasi bibit di lahan.

3.4.7 Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan dengan melakukan sanitasi gulma di lahan percobaan untuk menghindari kompetisi dalam penyerapan unsur hara serta mencegah keberadaan vektor hama dan penyakit. Penyiraman dilakukan setiap hari pada pagi dan sore hari untuk menjaga ketersediaan air bagi tanaman. Selain itu, dilakukan monitoring secara rutin terhadap keberadaan hama dan penyakit sebagai dasar pertimbangan dalam penggunaan pestisida secara tepat dan efisien guna mencegah kerusakan tanaman.

3.4.8 Pemupukan susulan

Pemupukan susulan dilakukan dua kali pada umur 14 dan 28 HST (Hari setelah tanam). Pengaplikasian pupuk NPK tersebut dilakukan dengan cara ditabur pada jarak 5 cm dari tanaman sesuai dengan takaran setiap perlakuan. Pemupukan KNO_3 putih diaplikasikan pada umur 56 dan 70 HST (Hari setelah tanam), dengan konsentrasi 5 g/L dan volume pengecoran yaitu sebanyak 200 ml/tanaman. Metode yang digunakan dalam pengaplikasian pupuk KNO_3 putih yaitu dengan cara dikocor pada lubang tanam. Perhitungan pemupukan NPK dan KNO_3 putih terdapat pada Lampiran 5.

3.4.9 Pemanenan

Panen dilakukan saat tanaman cabai sudah berumur 80 HST (hari setelah tanam), ditandai dengan buah yang telah berubah warna dari hijau ke merah mengkilap secara merata. Panen dilaksanakan setiap 5 hari sekali dan dilakukan hingga mencapai panen ke-5. Buah yang dipanen dikumpulkan

secara hati-hati agar tidak rusak, kemudian ditimbang untuk memperoleh data hasil yang akan dianalisis berdasarkan perlakuan yang diberikan.

3.4.10 Analisis residu tanah

Analisis residu tanah dilakukan setelah panen ke-5 dengan tujuan untuk mengevaluasi perubahan sifat kimia tanah akibat perlakuan yang diberikan selama percobaan. Pengambilan sampel tanah dilakukan di sekitar perakaran tanaman secara komposit, kemudian dikeringangkan dan disiapkan untuk analisis lebih lanjut. Parameter yang dianalisis meliputi kandungan fosfor tersedia (P tersedia), fosfor potensial (P potensial), serta pengukuran pH tanah, guna mengetahui efektivitas perlakuan dalam meningkatkan ketersediaan hara dan memperbaiki kondisi kimia tanah.

3.4.11 Analisis serapan P tanaman

Analisis serapan P tanaman dilakukan setelah panen ke-5 dengan mengambil sampel brangkas tanaman (daun dan cabang) dari setiap perlakuan untuk analisis serapan P tanaman. Kemudian sampel dibersihkan dan dilakukan pengovenan selama 48 jam dengan suhu 50°C, setelah itu dilakukan penimbangan kembali untuk mengetahui bobot kering tanaman. Brangksan tanaman dihaluskan dan disaring, tahap selanjutnya dilakukan pengujian analisis serapan P tanaman. Hasil pengujian tersebut kemudian dihitung totalnya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Serapan P (mg/tanaman)} = \text{Kadar P (\%)} \times \text{Bobot kering tanaman (g)}$$

3.5 Pengamatan

3.5.1 Pengamatan penunjang

Pengamatan penunjang merupakan pengamatan terhadap parameter yang datanya tidak diuji statistik dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh lain di luar perlakuan. Parameter pengamatan penunjang dalam penelitian ini meliputi analisis tanah awal sebelum perlakuan, kondisi suhu, kelembapan udara, curah hujan selama percobaan, serta pengamatan organisme pengganggu tanaman yang menyerang tanaman. Analisis tanah awal bertujuan untuk mengetahui kondisi tanah sebelum perlakuan diterapkan, sedangkan pengamatan suhu, kelembapan udara, dan curah hujan

mengevaluasi pengaruh kondisi iklim terhadap pertumbuhan tanaman. Selain itu, pengamatan organisme pengganggu tanaman (OPT), seperti hama, penyakit dan gulma dilakukan untuk memahami potensi gangguan yang dapat memengaruhi hasil tanaman. Data ini memberikan pengaruh terhadap parameter utama.

3.5.1 Pengamatan utama

a. pH Tanah

Pengamatan pH tanah dilakukan dengan menggunakan metode elektrometrik. Tahap awal dimulai dengan mengambil sampel tanah di setiap lubang tanam lalu dihaluskan, dimasukkan 10 g sampel tanah ke dalam botol dan menambahkan aquadest 50 ml. Kemudian dikocok selama 30 menit menggunakan mesin shaker, lalu diukur menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan larutan buffer pH 7,0. Angka yang ditunjukkan oleh pH meter merupakan nilai pH sampel, pengukuran dilakukan dengan 3 kali pengulangan untuk masing-masing sampel.

b. P tersedia

Pada pengamatan P tersedia dilakukan dengan mengambil sampel tanah pada setiap lubang tanam, tanah dihaluskan, lalu diamati dengan metode Olsen menggunakan alat spektrofotometer UV-Visible.

c. P potensial

Pengamatan P potensial dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah dari setiap lubang tanam, kemudian tanah diuapkan, dan selanjutnya diperiksa dengan metode ekstrak HCL 25% menggunakan alat spektrofotometer UV-Visible.

d. Serapan P tanaman

Serapan P tanaman dilakukan pengamatan ketika masa panen telah selesai, pengambilan sampel tanaman untuk menganalisis serapan P tanaman dengan metode analisis pengabuan basah dengan HNO_3 dan HClO_4 , sampel tanaman terdiri dari daun dan cabang.

e. Diameter batang

Pengamatan diameter batang dilakukan pada 14, 28, dan 42 hari setelah tanam (HST). Diameter batang diukur menggunakan jangka sorong (caliper).

f. Panjang buah

Pengamatan panjang buah dilakukan pada setiap kali panen dengan menggunakan penggaris, yaitu dengan mengukur dari pangkal hingga ujung buah. Data panjang buah diperoleh dengan menjumlahkan panjang buah dari panen pertama hingga panen kelima, kemudian dihitung rata-rata untuk memperoleh nilai panjang buah rata-rata.

g. Bobot buah per tanaman

Bobot buah per tanaman diukur menggunakan timbangan analitik untuk mendapatkan hasil yang akurat, dilakukan setiap panen. Perhitungan bobot buah per tanaman dilakukan dengan mengakumulasikan buah dari setiap kali panen dengan cara dijumlahkan.