

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan tempat

Percobaan ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Mei 2025 di Kampung Babakan RT/RW 03/03, Kelurahan Tamanjaya, Kecamatan Tamansari, Kota Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat. Lokasi percobaan ini berada di ketinggian 315 meter di atas permukaan laut (mdpl) dengan luasan lahan 86,4 m².

3.2. Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada percobaan adalah alat pirolisis, alat penghancur (*grinding*), saringan, tray semai, cangkul, alat pelubang mulsa, meteran kain, penggaris, jangka sorong (*caliper*), gembor, ember, gelas ukur, penyemprot elektrik otomatis (*automatic sprayer*), *yellow trap*, timbangan *digital portable*, timbangan analitik, instrument analisis laboratorium, spidol, label nama, dan *handphone*.

Bahan yang digunakan pada percobaan adalah tempurung kelapa sebagai bahan dasar pembuatan biochar, limbah potongan kayu sebagai bahan bakar untuk pembuatan biochar, benih cabai merah besar (*Capsicum annuum L.*) varietas Baja, mulsa plastik hitam perak, karung, pupuk anorganik (NPK 16:16:16), KNO₃ putih, herbisida (Round Up), pestisida, plastik, tali plastik, ajir, dan air bersih.

3.3. Metode penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan menggunakan rancangan petak terbagi (*split plot design*), dengan faktor takaran biochar ditempatkan pada petak utama (*main plot*) dan faktor takaran pupuk NPK 16:16:16 ditempatkan pada anak petak (*sub plot*). Taraf perlakuan penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Taraf perlakuan

Petak utama = biochar (B)	Anak petak = takaran pupuk NPK 16:16:16 (P)
$b_0 = 0 \text{ t/ha}$	$p_1 = 175 \text{ kg/ha NPK 16:16:16}$
$b_1 = 10 \text{ t/ha biochar}$	$p_2 = 262,5 \text{ kg/ha NPK 16:16:16}$
	$p_3 = 350 \text{ kg/ha NPK 16:16:16}$

Setiap perlakuan diulang sebanyak 6 kali untuk memperoleh data yang representatif, sehingga total perlakuan berjumlah 36 plot. Pada setiap plot perlakuan, sampel tanaman yang diamati sebanyak 5 tanaman, sehingga jumlah keseluruhan tanaman sampel yang diamati yaitu sebanyak 180 tanaman.

Untuk mengetahui taraf nyata dari uji F, data hasil pengamatan dari setiap perlakuan diolah secara statistik menggunakan sidik ragam (ANOVA). Perhitungan sidik ragam (ANOVA) disajikan pada Tabel 2 dan untuk pengambilan kesimpulan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Sidik ragam (ANOVA)

Sumber ragam	Db	JK	KT	Fhit	Ftabel 5%
Ulangan	5	$\frac{\Sigma R^2}{bp} - FK$	$\frac{JKU}{dbU}$		5,05
Biochar (B)	1	$\frac{\Sigma B^2}{rp} - FK$	$\frac{JKB}{dB}$	$\frac{KT B}{KT g a}$	6,61
Galat (a)	5	$\frac{\Sigma(RB)^2}{p} - FK - JKU - JKB$	$\frac{JKg a}{dbg a}$		
Pupuk NPK (P)	2	$\frac{\Sigma P^2}{rb} - FK$	$\frac{JKP}{dbP}$	$\frac{KT P}{KT g b}$	3,49
BxP	2	$\frac{\Sigma(BP)^2}{r} - FK - JKB - JKP$	$\frac{JK BxP}{db BxP}$	$\frac{KT BxP}{KT g p}$	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 (2010)

Tabel 3. Kaidah pengambilan kesimpulan

Hasil Analisa	Kesimpulan Analisa	Keterangan
$F_{hit} \leq F_{0,05}$	berbeda tidak nyata	tidak terdapat perbedaan pengaruh antar perlakuan
$F_{hit} > F_{0,05}$	berbeda nyata	terdapat perbedaan pengaruh antar perlakuan

Sumber: Gomez dan Gomez (2010)

Data hasil pengamatan dianalisis dengan model linear, yaitu 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.

Apabila data yang diperoleh terdapat perbedaan yang signifikan, maka analisis dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$LSR_{5\%} = SSR (\alpha_{5\%} \cdot dbg) S_x$$

Keterangan:

- LSR = *Least Significant Range*
- SSR = *Significant Studentized Range*
- α = Taraf nyata 5%
- dbg = Derajat bebas galat
- S_x = Galat baku rata-rata

Perhitungan Galat Baku (S_x):

Apabila terdapat interaksi:

- Untuk membedakan pengaruh faktor B (Biochar) pada setiap taraf faktor P (takaran pupuk NPK) dalam anak petak yang sama, rumusnya:

$$S_x = \frac{\sqrt{KTgalat(b)}}{r}$$

- Untuk membedakan pengaruh faktor B (biochar) pada setiap taraf faktor P (takaran pupuk NPK), rumusnya:

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

Apabila tidak terdapat interaksi:

- Untuk membedakan pengaruh faktor B (biochar) pada setiap taraf faktor P (takaran pupuk NPK) dalam anak petak yang sama, rumusnya:

$$S_x = \frac{\sqrt{KTgalat(a)}}{rb}$$

- Untuk membedakan pengaruh faktor S (frekuensi penyiraman) pada setiap taraf faktor T (sistem pengolahan), rumusnya:

$$S_x = \frac{\sqrt{KTgalat(b)}}{ra}$$

Keterangan:

$KTgalat(a)$ = Kuadrat tengah galat pada faktor A

$KTgalat(b)$ = Kuadrat tengah galat pada faktor B

r = Jumlah ulangan

b = Jumlah taraf faktor B

a = Jumlah taraf faktor A

3.4. Prosedur percobaan

3.4.1. Pembuatan biochar

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan biochar adalah tempurung kelapa. Tempurung kelapa terlebih dahulu dibersihkan dari kulit atau serat yang masih menempel, kemudian dimasukkan ke dalam drum kecil hingga penuh. Drum kecil tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam drum besar, ditutup rapat, dan dipastikan dalam kondisi kedap udara agar proses pirolisis berlangsung secara optimal tanpa adanya oksigen yang masuk.

Proses pirolisis dilakukan selama kurang lebih 7 sampai 8 jam. Setelah proses selesai, drum kecil dikeluarkan dan dibiarkan hingga suhu turun mencapai suhu ruang. Biochar hasil pirolisis kemudian ditimbang dan disimpan dalam karung. Selanjutnya, biochar digiling menggunakan mesin penghancur (*grinding*) hingga berbentuk partikel kecil, kemudian diayak dengan saringan berukuran

sampai 10 mm untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam sebelum digunakan pada tahap aplikasi berikutnya.

3.4.2. Analisis tanah awal

Pengambilan sampel tanah awal dilakukan sebelum perlakuan diberikan, dengan tujuan untuk mengetahui kondisi awal sifat kimia tanah di lokasi percobaan. Sampel tanah diambil dari beberapa titik secara diagonal pada kedalaman 0 sampai 20 cm, kemudian dikompositkan hingga homogen. Sampel tanah yang telah homogen selanjutnya dianalisis di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya.

3.4.3. Tahapan budidaya

a) Persemaian

Persemaian benih cabai dilakukan secara bersamaan dengan kegiatan persiapan lahan percobaan. Varietas yang digunakan adalah cabai merah varietas Baja. Sebelum disemai, benih terlebih dahulu diseleksi melalui proses perendaman untuk memastikan viabilitasnya, benih yang layak tanam adalah benih yang tenggelam. Benih yang telah diseleksi kemudian disemai pada tray semai yang telah diisi media tanam berupa campuran tanah dan pupuk kompos dengan perbandingan 1:1.

Perawatan selama masa persemaian meliputi penyiraman secara rutin, pemantauan terhadap keberadaan organisme pengganggu tanaman (OPT), serta pengaturan naungan untuk melindungi bibit dari paparan sinar matahari langsung yang berlebihan. Bibit cabai dinyatakan siap tanam ketika telah berumur 21 hari setelah semai (HSS) dan menunjukkan pertumbuhan yang sehat dan kokoh.

b) Pengolahan lahan

Persiapan lahan merupakan tahap awal yang harus dilakukan sebelum kegiatan penanaman. Pengolahan lahan dilakukan dengan cara membersihkan gulma, membalik tanah hingga kedalaman ±20 cm, serta membuat 36 petak percobaan sesuai dengan rancangan penelitian yang telah ditetapkan.

c) Aplikasi biochar

Aplikasi biochar dilakukan sebelum pemberian pupuk anorganik dengan tujuan agar biochar dapat mengadsorpsi dan menahan unsur hara dari pupuk tersebut,

sehingga unsur hara tersedia bagi tanaman dalam jangka waktu yang lebih lama dan mengurangi kehilangan unsur hara melalui pencucian. Metode pengaplikasian biochar adalah dengan menaburkannya di atas permukaan petak, lalu mencampurnya dengan tanah menggunakan cangkul. Perhitungan kebutuhan biochar tercantum pada Lampiran 5.

d) Aplikasi pupuk anorganik dasar

Pengaplikasian pupuk anorganik dasar dilakukan setelah pengaplikasian biochar. Hal ini bertujuan agar pupuk anorganik dapat diikat oleh biochar, sehingga unsur hara dalam pupuk anorganik tersedia bagi tanaman dan tidak cepat hilang. Metode pengaplikasianya adalah dengan menaburkannya di atas permukaan petak. Pupuk anorganik yang digunakan pada pemupukan dasar adalah NPK 16:16:16 dengan takaran 175 kg/ha, 262,5 kg/ha, dan 350 kg/ha. Perhitungan kebutuhan pupuk anorganik dasar tercantum pada Lampiran 4.

e) Pemasangan mulsa

Pemasangan mulsa dilakukan setelah aplikasi biochar dan pupuk anorganik dasar. Tujuan pemasangan mulsa adalah untuk mengurangi penguapan air dan unsur hara dari permukaan tanah, sehingga ketersediaan unsur hara tetap terjaga dan tidak mengalami kehilangan akibat volatilisasi maupun pencucian.

f) Penanaman

Penanaman bibit cabai pada setiap petak dilakukan sebanyak 10 tanaman, sehingga jumlah total tanaman dalam percobaan ini adalah 360 tanaman. Jarak antar lubang tanam yang digunakan adalah $60\text{ cm} \times 40\text{ cm}$, yang telah ditentukan untuk memberikan ruang tumbuh yang optimal bagi tanaman cabai. Proses penanaman dilakukan dalam satu hari, yaitu pada sore hari, guna mengurangi stres tanaman dan memberikan waktu adaptasi terhadap lingkungan baru. Varietas cabai yang digunakan adalah varietas Baja, yang dikenal memiliki ketahanan yang baik serta potensi hasil produksi yang tinggi. Setelah proses penanaman selesai, dilakukan penyiraman awal untuk menjaga kelembapan tanah dan mendukung perkembangan sistem perakaran.

g) Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman dilakukan untuk memastikan pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai berlangsung optimal. Kegiatan pemeliharaan meliputi pembersihan gulma, penyiraman, penyulaman, pemantauan organisme pengganggu tanaman (OPT), serta pemasangan ajir sebagai penyangga tanaman.

1) Pembersihan gulma

Pembersihan gulma dilakukan dengan cara mekanik dan pengaplikasian herbisida jenis Round Up. Proses ini bertujuan untuk menghindari kompetisi unsur hara, air, dan cahaya matahari antara tanaman cabai dan gulma, serta mengurangi keberadaan vektor, hama, dan penyakit.

2) Penyiraman

Penyiraman tanaman cabai dilakukan setiap hari pada pagi dan sore hari, kecuali turun hujan pada waktu tersebut, maka penyiraman tidak dilakukan.

3) Penyulaman

Penyulaman dilakukan apabila terdapat tanaman cabai yang mati atau tumbuh tidak normal. Kegiatan ini dilaksanakan pada fase vegetatif awal, yaitu pada umur tanaman 7 hingga 10 hari setelah tanam (HST).

4) Organisme pengganggu tanaman (OPT)

Organisme pengganggu tanaman dilakukan secara mekanis, seperti pengambilan secara manual menggunakan tangan, pemasangan *yellow trap*, serta secara kimia dengan penggunaan pestisida sintetik.

5) Pemasangan ajir

Pemasangan ajir dan pengingatan pada tanaman cabai dilakukan pada saat tanaman berumur 14 sampai 21 hari setelah tanam (HST). Proses ini bertujuan untuk menjaga tanaman agar tetap tegak, mencegah kerusakan tanaman akibat angin, dan mendukung pertumbuhan tanaman agar tumbuh dengan baik.

h) Pemupukan susulan

Pemupukan susulan dilakukan dengan menggunakan pupuk anorganik, yaitu pupuk NPK 16:16:16 pada fase vegetatif dan pupuk KNO₃ putih pada fase generatif. Aplikasi pupuk NPK 16:16:16 dilakukan pada umur 14 dan 28 hari setelah tanam (HST) dengan dosis yang telah ditentukan, yaitu 175 kg/ha, 262,5 kg/ha, dan 350

kg/ha. Pupuk NPK diaplikasikan dengan cara ditabur sejauh ±5 cm dari lubang tanam.

Aplikasi pupuk KNO₃ putih dilakukan pada fase generatif, yaitu pada saat tanaman berumur 56 dan 70 HST. Pupuk ini diaplikasikan dengan metode kocor ke dalam lubang tanam menggunakan larutan berkonsentrasi 5 g/L dengan volume sebanyak 200 ml per tanaman. Perhitungan kebutuhan pupuk NPK 16:16:16 dan KNO₃ putih untuk luasan petak 86,4 m² disajikan pada Lampiran 5.

i) Pemanenan

Pemanenan tanaman cabai dilakukan pada umur 80 sampai 82 hari setelah tanam (HST), sesuai dengan karakteristik fisiologis varietas cabai merah Baja, di mana sekitar 80% buah telah menunjukkan warna merah sebagai indikator kematangan. Pemanenan dilakukan sebanyak 5 kali, dimulai pada umur 80 HST hingga 105 HST, dengan interval waktu pemanenan setiap 5 hari sekali.

3.4.4. Analisis kandungan nitrogen tanaman

Pengambilan sampel tanaman dilakukan dengan mengambil satu tanaman dari setiap perlakuan. Sampel kemudian dipisahkan menjadi dua bagian, yaitu akar dan bagian atas tanaman (batang, daun, dan cabang). Setelah pemisahan, setiap bagian ditimbang untuk memperoleh bobot basah, kemudian dikeringkan menggunakan oven selama 48 jam pada suhu 70°C di Laboratorium Produksi, Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi.

Setelah proses pengeringan selesai, sampel ditimbang kembali untuk memperoleh bobot kering. Bagian daun dan cabang selanjutnya dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk halus, kemudian disaring dan dipisahkan berdasarkan bagiannya. Sampel yang telah dihaluskan, selanjutnya dianalisis untuk mengetahui kandungan nitrogen dalam jaringan tanaman.

3.4.5. Analisis residu tanah

Pengambilan sampel tanah analisa untuk residu dilakukan dengan cara mengambil tanah dari setiap plot perlakuan di lokasi percobaan, kemudian sampel tanah tersebut dikompositkan sampai homogen. Analisis kimia tanah dilaksanakan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi Tasikmalaya.

3.5. Pengamatan

3.5.1 Pengamatan penunjang

Pengamatan penunjang yaitu pengamatan yang dilakukan untuk mendukung data pengamatan utama dalam penelitian dan mengetahui pengaruh lain di luar perlakuan, sehingga data hasil pengamatannya tidak diuji secara statistik. Parameter yang diamati pada pengamatan penunjang yaitu terdiri dari analisis tanah awal, suhu, kelembapan udara, curah hujan, dan organisme pengganggu tanaman (OPT).

3.5.2 Pengamatan utama

a). Kapasitas tukar kation

Penentuan kadar kapasitas tukar kation (KTK) dilakukan melalui analisis laboratorium menggunakan metode Amonium Asetat 1 N pada pH 7. Metode ini dilakukan dengan mencuci kation-kation tertukar dalam tanah menggunakan larutan amonium asetat, di mana ion amonium (NH_4^+) menggantikan kation-kation yang teradsorpsi pada permukaan partikel tanah. Kation-kation yang terlepas kemudian dianalisis untuk menentukan jumlah total kation yang dapat dipertukarkan, sehingga diperoleh nilai KTK tanah.

b). C-Organik

Penentuan kadar karbon organik (C-organik) dilakukan melalui analisis laboratorium menggunakan metode Walkley dan Black, yang merupakan metode titrasi kimia basah. Metode ini menggunakan larutan kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) dan asam sulfat (H_2SO_4) untuk mengoksidasi bahan organik dalam tanah. Jumlah C-organik yang teroksidasi kemudian ditentukan melalui titrasi dengan larutan ferosulfat (FeSO_4), menggunakan indikator perubahan warna sebagai penentu titik akhir reaksi.

c). Nitrogen total

Penentuan kadar nitrogen total (N-total) dilakukan melalui analisis laboratorium menggunakan metode Kjeldahl. Metode Kjeldahl merupakan salah satu metode standar yang digunakan untuk mengukur kandungan nitrogen dalam sampel tanah. Prosedur ini melibatkan tiga tahapan utama, yaitu destruksi bahan organik menggunakan reagen kimia (asam sulfat dan katalis), dilanjutkan dengan proses destilasi untuk menguapkan senyawa nitrogen yang telah

dikonversi, serta tahap akhir berupa titrasi guna menghitung kandungan nitrogen total dalam sampel.

d). Kandungan nitrogen tanaman

Pengambilan sampel tanaman, seperti daun dan cabang, dilakukan untuk keperluan analisis kandungan hara nitrogen (N) dalam jaringan tanaman. Sampel tanaman kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 48 jam. Setelah proses pengeringan, sampel ditimbang kembali menggunakan timbangan analitik untuk memperoleh bobot kering. Setelah itu, sampel dihancurkan menggunakan blender hingga halus, kemudian disaring untuk memperoleh serbuk homogen. Analisis kandungan nitrogen dilakukan menggunakan metode Kjeldahl, yaitu metode standar yang melibatkan proses destruksi bahan organik dalam jaringan tanaman, diikuti dengan tahap destilasi dan titrasi untuk menentukan kadar nitrogen total.

e). Tinggi tanaman

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan pada umur 14, 28, dan 42 hari setelah tanam (HST) dengan cara mengukur bagian tertinggi tanaman hingga ujung daun tertinggi. Pengukuran dilakukan menggunakan meteran kain yang dipasang pada batang bambu untuk memastikan ketelitian dan konsistensi dalam pengukuran.

f). Persentase berbunga

Pengamatan persentase berbunga dilakukan mulai pada umur 35 HST hingga seluruh tanaman sampel berbunga mencapai 100% dari setiap petak perlakuan. Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap waktu pembungaan, dengan menghitung jumlah tanaman sampel yang telah berbunga pada setiap waktu pengamatan.

Formula untuk menghitung persentase berbunga:

$$\text{Persentase berbunga (\%)} = \frac{\text{Jumlah tanaman berbunga}}{\text{jumlah tanaman yang diamati}} \times 100$$

g). Bobot buah per petak

Perhitungan bobot buah per petak dilakukan dengan menimbang seluruh buah hasil panen dalam satu petak percobaan. Penimbangan dilakukan pada setiap waktu panen dengan menggunakan timbangan analitik untuk memperoleh data yang akurat.