

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sektor hortikultura memainkan peran penting dalam menjamin ketahanan pangan dan meningkatkan kualitas gizi masyarakat. Diantara berbagai sayuran daun, pakcoy (*Brassica rapa*) merupakan salah satu komoditas yang memiliki nilai konsumsi yang sangat signifikan. Pakcoy adalah tanaman yang termasuk dalam famili Brassicaceae, dimana sayur ini mengandung zat gizi yang penting untuk kesehatan tubuh seperti kalsium, fosfor, protein, lemak, zat besi, dan berbagai jenis vitamin seperti vitamin A, B, C, E, dan K. Pakcoy memiliki peminat yang tinggi, karena rasa, tekstur, dan kandungan gizi yang tinggi.

Pakcoy termasuk tanaman yang memiliki daya tahan terhadap curah hujan yang cukup tinggi dan mudah beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan. Pakcoy dapat tumbuh di dataran tinggi maupun dataran rendah yang berkisar pada suhu 15°C hingga 30°C dan kelembaban udara 80% hingga 90%, namun pakcoy dapat tumbuh optimal pada suhu idealnya yaitu berkisar antara 19°C hingga 21°C (Yudiarini *et al.*, 2024). Berdasarkan hal tersebut, pakcoy tumbuh optimal di daerah dataran tinggi yang beriklim sejuk karena daerah-daerah tersebut menyediakan kondisi lingkungan yang sesuai dan ideal bagi pakcoy untuk tumbuh dan berkembang dengan produktivitas tinggi. Selain faktor iklim makro tersebut, pertumbuhan optimal pakcoy sangat ditentukan oleh kondisi kimiawi media tanam, dimana pakcoy memiliki pH optimal untuk tumbuh yaitu sekitar 6,5 karena mendorong pertumbuhan dan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan tingkat pH yang lebih tinggi (Huda *et al.*, 2023). Pakcoy tumbuh subur di tanah subur yang dikeringkan dengan baik dengan kelembaban dan ketersediaan nutrisi yang cukup (Surjaningsih, 2023). Kondisi tanah yang sesuai sangat penting karena tanaman pakcoy memiliki pertumbuhan vegetatif yang cepat sehingga membutuhkan ketersediaan air dan unsur hara yang cukup selama masa pertumbuhannya.

Pakcoy sangat membutuhkan unsur hara makro esensial seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), dan kalsium (Ca) (Polin *et al.*, 2025). Nitrogen berperan penting dalam pembentukan klorofil, sintesis protein, dan pertumbuhan daun, sehingga sangat menentukan perkembangan vegetatif tanaman

pakcoy. Fosfor berperan dalam transfer energi dan perkembangan sistem perakaran, sedangkan kalium berfungsi dalam pengaturan tekanan osmotik sel, dan magnesium dibutuhkan sebagai komponen utama pembentuk molekul klorofil yang berperan dalam proses fotosintesis, sementara kalsium berperan dalam pembelahan dan perkembangan sel tanaman (Gopal *et al.*, 2020).

Pada kenyataannya, meskipun syarat tumbuh dan kebutuhan hara esensial tanaman telah diketahui, produktivitas pakcoy di tingkat petani seringkali masih berada di bawah potensi maksimalnya meskipun ada permintaan pasar yang cukup tinggi. Menurut Kementerian Pertanian (2022), jumlah produksi sawi termasuk pakcoy pada tahun 2022 sebesar 1,66 kg/kapita/tahun, sedangkan kebutuhan/permintaan sawi termasuk pakcoy sebesar 2,81 kg/kapita/tahun (Busyairi *et al.*, 2024). Berdasarkan data dari Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Bali menyatakan bahwa, rata-rata produksi sayur pakcoy untuk daerah Bali tergolong sangat rendah yaitu 5,583 ton/ha, sedangkan potensi hasil sayur pakcoy dapat mencapai 10 ton/ha (Kare *et al.*, 2023). Kurang maksimalnya pertumbuhan pakcoy ini diduga dipicu oleh beberapa hal, salah satunya karena kondisi media tanam kurang mendukung, akibat akumulasi penggunaan pupuk kimia (anorganik) secara berlebihan yang menurunkan kualitas tanah.

Kondisi penurunan kualitas tanah akibat input kimia ini secara nyata terjadi di Kabupaten Tabanan, Bali, khususnya daerah Baturiti dan Candikuning yang selama ini dikenal sebagai pusat produksi sayuran utama. Kawasan ini sejatinya menyediakan kondisi iklim yang stabil dan ideal untuk pertumbuhan optimal pakcoy (Putra *et al.*, 2015) karena memiliki suhu yang sejuk, kelembaban tinggi, dan tanah yang relatif subur. Demi mengejar target hasil panen jangka pendek, sebagian besar petani di wilayah ini masih bergantung pada penggunaan pupuk anorganik seperti NPK dan urea secara intensif (Yudiarini *et al.*, 2024). Penggunaan pupuk anorganik dalam jangka panjang ini terbukti menimbulkan dampak negatif jangka panjang pada kesehatan media tanam, yang dapat menyebabkan penurunan pH tanah, penurunan kesuburan, degradasi struktur tanah, serta berkurangnya kandungan bahan organik alami (Surjaningsih, 2023). Kondisi tersebut berdampak pada menurunnya aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan penting dalam proses dekomposisi bahan organik dan penyediaan unsur hara alami bagi tanaman. Akibatnya, secara teoritis tanah menjadi keras, kemampuan menahan air dan

ketersediaan hara berkurang, sehingga pada akhirnya pertumbuhan tanaman pakcoy kurang optimal.

Kondisi degradasi tanah riil di lapangan tersebut dibuktikan langsung melalui hasil pengukuran keasaman tanah di lokasi pengambilan sampel penelitian, yaitu di Desa Luwus, Tabanan, yang menunjukkan nilai pH awal tanah sebesar 5,5. Nilai pH 5,5 ini mengindikasikan bahwa kondisi tanah awal berada pada kriteria asam, yang berarti berada di bawah ambang batas pH optimal pertumbuhan pakcoy yaitu 6,5. Kondisi keasaman tanah yang tinggi ini menjadi akar permasalahan rizosfer, dimana secara kimiawi pH 5,5 menyebabkan unsur hara esensial makro (seperti N, P, K) sisa pemupukan anorganik menjadi terikat kuat oleh mineral tanah dan sulit larut, sehingga tidak dapat diserap oleh perakaran pakcoy (Ngaku *et al.*, 2025). Secara fisik, keasaman ini disertai dengan pemadatan struktur tanah (terkompaksi) yang membatasi ruang sirkulasi udara (aerasi) dan menurunkan kapasitas retensi air (Dume *et al.*, 2016). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pembenah tanah yang mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologis tanah secara berkelanjutan sehingga pertumbuhan pakcoy tetap optimal tanpa menggunakan pupuk kimia (anorganik).

Aplikasi biochar menjadi upaya alternatif yang layak untuk memperbaiki kondisi media tanam sekaligus mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik. Biochar atau yang dikenal sebagai arang hayati merupakan bahan yang mengandung karbon tinggi yang diperoleh melalui proses pirolisis, yaitu proses pembakaran bahan organik dalam kondisi yang minim oksigen (Iemaaniah *et al.*, 2023). Biochar bersifat stabil, berpori, dan tahan dekomposisi dalam jangka panjang, sehingga material ini dapat tersimpan dalam tanah selama ribuan tahun (Jehada *et al.*, 2022). Penggunaan biochar dalam pertanian memiliki berbagai manfaat seperti meningkatkan kesuburan tanah, pertumbuhan tanaman, meningkatkan ketersediaan hara, dan daya tahan tanaman terhadap stress (Surjaningsih, 2023). Pemberian biochar pada lahan tanam juga mampu secara efektif meningkatkan pH tanah yang asam menuju netral, serta meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) yang sangat penting dalam retensi dan penyediaan kembali unsur hara makro maupun mikro yang semula terikat di dalam tanah (Yosephine *et al.*, 2021; Herlambang *et al.*, 2020).

Biochar dapat diproduksi dari berbagai jenis biomassa organik, dimana karakteristik biochar yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan. Dalam penelitian ini digunakan biochar tempurung kelapa dan biochar sekam padi karena sifatnya yang sesuai dengan kebutuhan pemulihan tanah asam dan pemenuhan target pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa*). Kedua bahan ini menghasilkan biochar dengan kandungan tinggi karbon, namun perbedaannya terletak pada biochar tempurung kelapa lebih menonjol pada sifat mikroporinya dengan ukuran pori yaitu 3,677 μm sampai 3,688 μm , dan kandungan kaliumnya (Safitri *et al.*, 2024; Indrawati, 2023). Kalium dalam biochar batok kelapa meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan penyerapan nutrisi, mendorong perkembangan akar, dan menjaga tekanan turgor sel. Biochar sekam padi menonjolkan sifat makroporinya dengan ukuran pori 6,956 μm sampai 9,402 μm , dan kandungan silika tinggi yang berperan penting dalam meningkatkan laju fotosintesis dan memperkuat ketahanan tanaman terhadap tekanan abiotik seperti salinitas, kekeringan, serta tekanan biotik berupa penyakit dan hama (Paramita dan Yuliani, 2022; Indrawati *et al.*, 2017). Meskipun silika (Si) bukan termasuk dalam kelompok unsur hara esensial, kehadirannya diakui secara luas sebagai unsur hara fungsional (*beneficial element*) yang sangat menguntungkan tanaman sayuran daun (Wang *et al.*, 2025). Penyerapan silika dari sekam padi mampu mengendap dan memperkuat dinding sel mekanis, sehingga struktur daun pakcoy menjadi lebih tegak. Kondisi morfologi daun yang tegak ini mencegah daun saling menutupi, mengoptimalkan penangkapan intensitas cahaya matahari, dan meningkatkan laju fotosintesis yang secara langsung berkontribusi pada peningkatan akumulasi biomassa segar tanaman. Karakteristik fisik dan kimia yang berbeda ini diduga memberikan respons pertumbuhan yang berbeda pada tanaman pakcoy, terutama pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat segar tanaman.

Efektivitas dari pemanfaatan karakteristik kedua jenis bahan organik tersebut juga telah didukung oleh berbagai penelitian sebelumnya yang membuktikan manfaat biochar pada berbagai jenis tanaman. Penelitian Jehada *et al.*, (2022) melaporkan bahwa aplikasi biochar sekam padi dosis 25 ton/ha mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sawi, meliputi jumlah daun, luas daun, berat segar total, dan berat kering oven tanaman. Penelitian Praing *et al.*,

(2018) menunjukkan bahwa pemberian biochar tempurung kelapa mampu meningkatkan tinggi tanaman, berat basah akar tanaman hingga 61,93% dan berat kering brangkasan hingga 30,47% dibandingkan tanpa biochar. Selain itu, penelitian Akmal dan Simanjuntak (2019), melaporkan bahwa pemberian biochar 20 t/ha mampu meningkatkan jumlah daun, luas daun, berat segar tanaman, berat kering tanaman, dan hasil panen per hektarnya sebesar 1.58 t/ha. Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dosis biochar pada kisaran sedang hingga tinggi diketahui mampu memberikan respons positif terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy. Aplikasi biochar dengan dosis di bawah 75 g pada media tanah umumnya belum mampu menunjukkan pengaruh perubahan yang signifikan. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan dosis 0 g, 75 g, 100 g, dan 125 g/2,5 kg media tanah untuk mengetahui respons pertumbuhan tanaman terhadap peningkatan dosis biochar serta menentukan dosis yang paling optimal bagi pertumbuhan tanaman pakcoy.

Berbagai studi telah membuktikan manfaat umum biochar, namun hingga saat ini belum terdapat penelitian yang secara sistematis mengkaji pengaruh variasi jenis dan dosis biochar dari tempurung kelapa dan sekam padi terhadap pertumbuhan pakcoy pada tanah dengan pH awal 5,5 asal Tabanan dalam kondisi percobaan yang relatif seragam. Sebagian besar penelitian sebelumnya terbatas pada satu jenis biochar saja atau dilakukan dalam kondisi lingkungan alami yang berbeda. Meskipun dosis optimal biochar sekam padi dan tempurung kelapa telah ditetapkan secara terpisah, belum ada penelitian yang membandingkan langsung respons tanaman pakcoy terhadap kedua jenis biochar tersebut pada dosis yang sama, yaitu 0, 75, 100, dan 125 g per 2,5 kg media tanah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis biochar dan dosis yang paling optimal dalam meningkatkan pertumbuhan pakcoy, yang diukur melalui parameter tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat segar.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, beserta hasil kajian literatur yang telah dilakukan, ditemukan sejumlah permasalahan penting yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Terdapat kesenjangan antara produksi sawi (termasuk pakcoy) di tingkat nasional sebesar 1,66 kg/kapita/tahun dengan permintaan/kebutuhan sebesar 2,81 kg/kapita/tahun.
2. Produktivitas tanaman pakcoy di Bali masih sangat rendah, karena rata-rata hasil panen hanya 5,583 ton/ha belum mencapai potensi maksimal yang dapat mencapai 10 ton/ha.
3. Praktik pertanian di sentra produksi khususnya di daerah Baturiti dan Candikuning masih bergantung pada penggunaan pupuk anorganik seperti NPK dan urea.
4. Penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dan berlebihan menyebabkan degradasi kualitas tanah, seperti penurunan pH tanah, penurunan bahan organik, berkurangnya aktivitas mikroorganisme, yang pada akhirnya menurunkan produktivitas lahan
5. Tingginya ketergantungan petani pada input kimiawi, diperlukan alternatif pupuk dan media tanam yang lebih ramah lingkungan seperti biochar
6. Belum adanya kepastian mengenai jenis biochar mana yang paling optimal dalam meningkatkan pertumbuhan pakcoy, sebab meskipun dosis optimal biochar telah ditemukan secara terpisah dalam penelitian sebelumnya, belum terdapat studi komparatif langsung yang menguji dan membandingkan pengaruh kedua jenis bahan tersebut pada variasi dosis yang sama (0 g, 75 g, 100 g, dan 125 g).

1.3 Pembatasan Masalah

Permasalahan yang diteliti pada penelitian ini dibatasi oleh masalah yang berkaitan dengan hal berikut.

1. Penelitian ini hanya menguji pengaruh variasi jenis (tempurung kelapa dan sekam padi) dan dosis biochar yaitu masing-masing seberat 0 g, 75 g, 100 g, dan 125 g per 2,5 kg media tanah
2. Tanaman yang menjadi objek penelitian ini hanya berfokus pada tanaman pakcoy (*Brassica rapa*) varietas Flamingo

3. Pengamatan dan pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini hanya mencakup parameter pertumbuhan vegetatif tanaman pakcoy, yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat segar tanaman.

Alasan ilmiah dibatasinya permasalahan tersebut adalah biochar dari tempurung kelapa dan sekam padi dipilih karena keduanya memiliki sifat fisik dan kimia yang berbeda, porositas yang berbeda, dan komposisi biochar yang berbeda, dimana tempurung kelapa kaya akan kalium sedangkan sekam padi kaya akan silika yang keduanya sama-sama penting bagi pertumbuhan tanaman pakcoy. Pakcoy varietas Flamingo dipilih karena memiliki pertumbuhan yang seragam dan adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan, serta tahan terhadap penyakit umum pada pakcoy seperti busuk lunak, sehingga mengurangi risiko kegagalan tanaman. Pembatasan dosis biochar dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa dosis di bawah 75 g pada beberapa penelitian sebelumnya belum menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman sayuran, sehingga dosis perlakuan dimulai dari 75 g sebagai batas awal respons biochar mulai terlihat. Selanjutnya, selang dosis 25 g pada taraf 75, 100, dan 125 g digunakan untuk memperoleh rentang pengamatan yang lebih rinci dalam menentukan dosis optimal serta mendeteksi kemungkinan terjadinya titik jenuh atau penurunan respons pertumbuhan tanaman.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut.

1. Apakah terdapat perbedaan tinggi tanaman pakcoy (*Brassica rapa*) akibat pemberian variasi jenis dan dosis biochar?
2. Apakah terdapat perbedaan jumlah daun tanaman pakcoy (*Brassica rapa*) akibat pemberian variasi jenis dan dosis biochar?
3. Apakah terdapat perbedaan berat segar tanaman pakcoy (*Brassica rapa*) akibat pemberian variasi jenis dan dosis biochar?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Mengetahui perbedaan tinggi tanaman pakcoy (*Brassica rapa*) akibat pemberian variasi jenis dan dosis biochar
2. Mengetahui perbedaan jumlah daun tanaman pakcoy (*Brassica rapa*) akibat pemberian variasi jenis dan dosis biochar
3. Mengetahui perbedaan berat segar tanaman pakcoy (*Brassica rapa*) akibat pemberian variasi jenis dan dosis biochar.

1.6 Manfaat Hasil Penelitian

1.6.1 Manfaat Teoritis

Adapun manfaat teoritis yang diharapkan dari hasil penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pemahaman mengenai pengaruh dari variasi jenis biochar dan variasi dosis biochar, serta interaksi antara keduanya dalam mempengaruhi parameter pertumbuhan tanaman pakcoy.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur ilmiah di bidang agronomi, terutama yang berfokus pada penggunaan bahan organik sebagai *soil ameliorant* yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam penelitian lanjutan terkait pengaruh variasi jenis dan dosis biochar, khususnya dari tempurung kelapa dan sekam padi, dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy

1.6.2 Manfaat Praktis

Adapun manfaat praktis yang diharapkan dari hasil penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagi masyarakat:
Menyediakan produk pertanian pakcoy yang berpotensi lebih sehat karena diproduksi dengan input organik, serta mendorong pemanfaatan tempurung kelapa dan sekam padi secara optimal sebagai biochar, dan meningkatkan kesadaran akan praktik pertanian yang ramah lingkungan.

2. Bagi petani

Memberikan rekomendasi mengenai jenis biochar (tempurung kelapa atau sekam padi) dan dosis optimalnya yang dapat digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy, serta membantu petani dalam mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik, memperbaiki kesehatan media tanam secara jangka panjang, dan berpotensi meningkatkan efisiensi budidaya secara keseluruhan.

