BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan tanaman sayuran yang banyak dibudidayakan dan dikonsumsi secara luas global, terutama di kawasan asia. Sayuran daun pakcoy banyak diminati dan telah dikembangkan secara luas dengan tingkat konsumsi yang tinggi diberbagai belahan dunia, khususnya diwilayah Asia (Ma *et al*., 2017). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi pakcoy di Indonesia pada tahun 2024 mencapai 6.885.951,97 kuintal atau sekitar 688.595,20 ton (Badan Pusat Statistik, 2025). Tanaman dari genus *Brassica* ini memiliki sifat antimikroba, antikanker, dan antioksidan yang bermanfaat untuk menangkal radikal bebas, menjaga kesehatan jantung, serta mendukung kesehatan kulit. Tanaman yang tergolong dalam genus *Brassica* ini diketahui memiliki aktivitas antimikroba, antikanker, serta antioksidan, sehingga konsumsinya dapat memberikan berbagai manfaat kesehatan, antara lain mendukung kesehatan jantung, menurunkan risiko kanker, serta menjaga kesehatan kulit (Riaz *et al*., 2023).

Pakcoy kaya akan protein, mineral, dan vitamin yang baik bagi kesehatan, memiliki nilai gizi tinggi, serta berpotensi sebagai komoditas bernilai ekonomi. Pakcoy memiliki kandungan protein, lemak, berbagai mineral, serta vitamin A, B, C, E, dan K yang mendukung kesehatan, sehingga bernilai gizi tinggi dan berpeluang dikembangkan sebagai komoditas ekonomis (Kare *et al*., 2023). Klasifikasi tanaman pakcoy adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Super Divisi : Spermathophyta

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Brassicales

Famili : Brassicaceae

Genus : Brassica

Spesies : *Brassica rapa* L.

Pakcoy memiliki sistem perakaran serabut dengan satu akar utama dan banyak akar lateral yang berfungsi meningkatkan penyerapan air serta unsur hara. Sistem perakaran pakcoy tersusun atas satu akar utama dengan percabangan akar lateral yang meluas, berperan penting dalam meningkatkan efisiensi penyerapan air dan nutrisi dari media tumbuh (Zhang *et al*., 2023). Batang pakcoy merupakan organ vegetatif herba yang pendek, tumbuh tegak dan tidak berkayu, berfungsi menopang daun yang tersusun roset serta menghubungkan sistem perakaran dengan tajuk tanaman selama fase vegetatif. Struktur vegetatif batang pakcoy bersifat herba dan berukuran relatif pendek, tumbuh tegak tanpa jaringan berkayu, serta berperan sebagai penyangga susunan daun dan penghubung antara akar dan bagian atas tanaman pada fase pertumbuhan vegetatif (Sim *et al*., 2025). Daun pakcoy memiliki helaian yang relatif lebar dan memanjang, tersusun rapat di pangkal batang, berwarna hijau, dan ukurannya bertambah seiring perkembangan tanaman selama fase vegetatif. Daun pakcoy berbentuk lebar dan memanjang, tersusun rapat membentuk roset di pangkal batang dengan warna hijau cerah hingga hijau tua yang

mencerminkan kemampuan yang baik untuk melakukan fotosintesis, serta mengalami peningkatan panjang dan lebar seiring pertumbuhan tanaman pada fase awal hingga pertengahan vegetatif (Ding *et al*., 2022).

Pakcoy merupakan tanaman yang dapat tumbuh dan dipelihara dalam sistem hidroponik dengan kombinasi media tanam dan larutan nutrisi yang sesuai sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan hasil. Pakcoy membutuhkan pH larutan yang sesuai agar penyerapan unsur hara berlangsung optimal dan mendukung pertumbuhan tanaman. Pakcoy dalam budidaya hidroponik tumbuh pada nilai pH larutan nutrisi sekitar pH 6,5, untuk mendukung penyerapan unsur hara yang optimal dan pertumbuhan tanaman yang lebih baik dibandingkan pH yang terlalu rendah atau tinggi (Huda *et al*., 2023). Budidaya pakcoy hidroponik di *greenhouse* berlangsung pada kondisi lingkungan yang terkontrol dengan suhu, kelembapan, dan pencahayaan yang stabil. Budidaya pakcoy secara hidroponik di dalam greenhouse berlangsung pada kondisi lingkungan yang lebih terkendali, dengan suhu relatif stabil berkisar 25–32 °C, kelembaban 65–80 %, serta pencahayaan yang terfilter, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal (Al Ansori *et al*., 2025).

2.2. Nanosilika

Nanosilika merupakan silika dengan berukuran nano yang memiliki luas permukaan spesifik tinggi dan reaktivitas yang lebih besar apabila dibandingkan dengan silika konvensional. Partikel nanosilika mempunyai ukuran 1–100 nm dengan luas permukaan spesifik tinggi, reaktivitas yang lebih besar, serta

kemampuan penetrasi dan penyerapan yang lebih baik dibandingkan silika konvensional (Bhat *et al*., 2021). Nanosilika dapat diaplikasikan melalui daun (*foliar spray*) karena ukuran partikelnya yang kecil memungkinkan interaksi langsung dengan permukaan daun dan mendukung respons fisiologis tanaman. Aplikasi nanosilika secara foliar pada pakcoy diketahui mampu memengaruhi proses metabolisme tanaman tanpa menyebabkan penurunan pertumbuhan maupun fotosintesis (Tian *et al*., 2020).

Nanosilika berperan dalam meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman melalui pengaturan sistem antioksidan, peningkatan aktivitas enzim pertahanan, serta perbaikan proses fisiologis seperti fotosintesis dan regulasi stomata. Nanosilika mampu dalam meningkatkan aktivitas enzim antioksidan dan menekan akumulasi spesies oksigen reaktif (ROS), sehingga tanaman mampu mempertahankan fungsi fisiologisnya pada kondisi lingkungan yang kurang optimal (Fan *et al*., 2022). Selain berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman, nanosilika juga mampu mendukung pertumbuhan melalui peningkatan aktivitas fisiologis tanaman, optimalisasi pemanfaatan hara, serta perbaikan proses fotosintesis yang berkontribusi terhadap akumulasi biomassa. Aplikasi nanosilika dapat meningkatkan penyerapan silikon yang berperan dalam memperkuat struktur sel, meningkatkan efisiensi fotosintesis, serta mendukung pertumbuhan dan pembentukan biomassa tanaman (Rastogi *et al*., 2019).

2.3. Hidroponik Vertikal

Hidroponik adalah teknik budidaya tanaman yang tidak menggunakan tanah, melainkan larutan air bernutrisi sebagai media tumbuh, sehingga pemanfaatan lahan dapat dilakukan secara lebih optimal dan efisien. Sistem hidroponik pada budidaya tanaman memanfaatkan media air sebagai pengganti tanah, di mana unsur hara diberikan melalui larutan nutrisi terkontrol, sehingga sistem ini dinilai lebih efisien dalam penggunaan lahan dan cocok diterapkan pada area dengan keterbatasan ruang (Putra *et al*., 2025). Sistem hidroponik vertikal semakin populer karena mampu memaksimalkan pemanfaatan ruang yang terbatas dengan menata tanaman secara bertingkat sehingga tetap mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Hidroponik vertikal menjadi salah satu sistem hidroponik dengan metode penanaman yang disusun secara vertikal, sehingga memiliki keunggulan berupa kepadatan tanaman per satuan luas lahan yang tinggi dan sangat sesuai untuk diterapkan di kawasan perkotaan (Afrilia *et al*., 2025).

Sistem hidroponik vertikal mempunyai keunggulan dalam efisiensi lahan dan air, memungkinkan produksi tinggi sepanjang tahun melalui kontrol lingkungan, serta mengurangi risiko hama dan penggunaan pestisida karena tidak menggunakan tanah. Hidroponik vertikal menawarkan berbagai kelebihan, antara lain optimalisasi ruang tanam melalui susunan tanaman secara bertingkat, penghematan air berkat sistem sirkulasi nutrisi, kontinuitas produksi sepanjang tahun karena kondisi tumbuh dapat diatur, serta berkurangnya gangguan hama dan penggunaan pestisida akibat ketiadaan media tanah (Verma *et al*., 2024). Sedangkan kelemahan dari sistem hidroponik vertikal tingginya biaya investasi dan

kebutuhan energi, serta perlunya keahlian teknis khusus, yang menjadi hambatan dalam penerapannya secara luas. Salah satu kekurangan dari sistem hidroponik vertikal adalah bahwa adopsinya masih dibatasi oleh biaya investasi awal yang tinggi, kebutuhan energi operasional yang besar, dan keharusan memiliki keahlian teknis khusus untuk mengatur sistem dan kontrol lingkungan yang kompleks, sehingga hal-hal tersebut menjadi hambatan signifikan dalam penerapan luasnya teknologi ini (Panotra *et al*., 2024)