

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim merupakan tantangan global terbesar yang dihadapi manusia pada abad ke-21 (Wahyunto dkk., 2024). Dampak dari fenomena ini meluas ke berbagai sektor kehidupan, terutama sektor pertanian yang mengalami penurunan produktivitas sebesar 5–20% (Herlina dan Prasetyorini, 2020). Sebagai sektor vital dalam menjaga ketahanan pangan, pertanian menghadapi berbagai kendala seperti eksploitasi lahan berlebihan, penggunaan pupuk kimia yang tidak terkontrol, penurunan kandungan nutrisi tanah, serta berkurangnya kesuburan lahan. Kondisi tersebut secara kumulatif berpotensi menurunkan produktivitas pertanian dalam jangka panjang (Garzon dkk., 2023).

Dalam menghadapi permasalahan tersebut, diperlukan inovasi teknologi pertanian yang mampu meningkatkan efisiensi produksi sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap lahan dan pupuk kimia konvensional. Salah satu pendekatan yang berkembang adalah sistem aeroponik, yaitu teknik budidaya tanpa tanah yang menyalurkan nutrisi langsung ke akar tanaman dalam bentuk kabut halus (Elsherbiny dkk., 2024). Sistem ini memungkinkan peningkatan efisiensi penggunaan air dan nutrisi, serta mempercepat pertumbuhan tanaman karena ketersediaan oksigen yang optimal pada akar (Banerjee dkk, 2022). Selain itu, aeroponik dilaporkan mampu menghemat air hingga 98% dan pupuk hingga 60%, serta meningkatkan hasil panen sebesar 45–75% dibandingkan metode konvensional (Oluwafemi, 2022; Yang dkk, 2022). Meskipun demikian, penerapan sistem ini masih menghadapi kendala, terutama terkait biaya operasional yang relatif tinggi karena penggunaan pupuk anorganik yang bersifat *fast release*, di mana unsur hara dilepaskan secara cepat sehingga ketersediaannya tidak bertahan lama. Kondisi ini menyebabkan efisiensi pemanfaatan nutrisi oleh tanaman menjadi kurang optimal (Aggraini, 2023; Kautsar, 2023).

Salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi pemupukan dalam sistem aeroponik adalah dengan mengembangkan sumber nutrisi alternatif yang lebih ramah lingkungan, seperti *Plasma Activated Water* (PAW). PAW merupakan air yang diaktivasi menggunakan plasma non-termal melalui metode lucutan korona,

sehingga menghasilkan berbagai spesies reaktif, terutama *Reactive Nitrogen Species* (RNS) seperti nitrit NO_3^- dan nitrat NO_2^- (Han, 2023). Spesies tersebut terbentuk melalui proses ionisasi gas di udara yang kemudian bereaksi dan terlarut dalam air, sehingga menghasilkan larutan yang kaya akan senyawa nitrogen aktif yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi tanaman. Dibandingkan dengan metode sintesis pupuk konvensional seperti proses Haber-Bosch yang menghasilkan emisi karbon tinggi, teknologi plasma dingin menawarkan keunggulan berupa efisiensi energi, ramah lingkungan, serta tidak menghasilkan residu berbahaya (Ansyari dkk., 2021; Bruggeman dkk, 2016).

PAW memiliki potensi sebagai pupuk alternatif karena mampu menyediakan nitrogen dalam bentuk yang lebih mudah diserap tanaman. Selain itu, kandungan nitrat dalam PAW bersifat *slow release*, sehingga ketersediaan unsur hara menjadi lebih stabil dan efisien. Hal ini tidak hanya meningkatkan efektivitas pemupukan, tetapi juga menekan kehilangan nutrisi akibat pencucian (*leaching*), mengurangi risiko pencemaran lingkungan, serta meningkatkan efisiensi biaya produksi (Gogoi dkk., 2022). Beberapa penelitian juga melaporkan bahwa aplikasi PAW dapat meningkatkan kandungan klorofil, laju fotosintesis, serta pertumbuhan tanaman secara signifikan (Stoleru dkk., 2020; Zhou dkk, 2020), sehingga berpotensi mendukung sistem pertanian berkelanjutan.

Pakcoi (*Brassica rapa* var. *chinensis*) dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki potensi tinggi untuk dibudidayakan dalam sistem aeroponik. Tanaman ini memiliki umur panen yang relatif singkat, yakni sekitar 30–45 hari, sehingga sesuai dengan konsep pertanian modern yang menekankan efisiensi produksi (Nurpauziah dan Riani, 2024). Selain itu, pakcoi merupakan komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan pasar yang terus meningkat, dengan harga jual yang relatif lebih tinggi dibandingkan jenis sawi lainnya (Suastini, 2024). Karakteristik tersebut menjadikan pakcoi sebagai tanaman model yang tepat untuk mengkaji efektivitas penggunaan PAW dalam sistem aeroponik.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas PAW yang disintesis melalui metode lucutan plasma korona positif sebagai sumber nutrisi alternatif dalam sistem aeroponik. Kajian ini mencakup

analisis kemampuan PAW dalam menghasilkan nitrat serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman pakcoi melalui parameter pertumbuhan utama. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pemupukan yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan dalam sektor pertanian modern.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Menentukan waktu radiasi lucutan korona positif yang optimal pada akuades untuk memperoleh konsentrasi total nitrat tertinggi.
2. Menganalisis hasil efektivitas PAW dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoi dengan membandingkan parameter tinggi tanaman, massa basah, massa kering, jumlah daun, dan kadar klorofil terhadap tanaman kontrol.
3. Menentukan interval pemberian PAW yang optimal untuk pertumbuhan tanaman pakcoi pada sistem aeroponik.

1.3 Manfaat Penelitian

1. Mendukung transformasi sistem pertanian berkelanjutan di Indonesia untuk menjunjung pengembangan *Sustainable Agroculture* dalam mewujudkan SDGs (*Sustainable Development Goals*) terutama *Responsible Consumption and Production*.
2. Mengembangkan metode teknologi pertanian berkelanjutan melalui pendistribusian pupuk nitrat cair yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan teknologi plasma dingin.