

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap tahun, jumlah penduduk di Indonesia mengalami penambahan yang sangat penting. Pada tahun 2020, populasi Indonesia tercatat mencapai 270,20 juta orang, mengalami peningkatan sekitar 32,56 juta orang jika dibandingkan dengan data tahun 2010. Data ini berasal dari Sensus Penduduk tahun 2020. Pertambahan terus-menerus dalam jumlah penduduk ini juga memiliki dampak pada peningkatan kebutuhan pangan, menjadi tantangan besar bagi masyarakat Indonesia saat ini.

Sayuran memainkan peran penting dalam menentukan opsi makanan sehat untuk meningkatkan fungsi metabolisme dan kekebalan tubuh manusia, terutama dalam tren gaya hidup mengonsumsi makanan organik yang sehat yang semakin populer. Budidaya tanaman di dalam ruangan dengan konsep *urban farming* menjadi tren pertanian perkotaan yang sedang naik daun saat ini. Metode penanaman *microgreens* menjadi pilihan populer di kalangan masyarakat perkotaan untuk memanfaatkan lahan yang terbatas. *Microgreens* adalah tanaman muda yang dipanen dan bisa dikonsumsi pada tahap pertumbuhan awal dalam ukuran kecil. *Microgreens* memiliki perbedaan khusus dari kecambah dan sayuran hijau biasa. Waktu panen *microgreens* berkisar antara 7 hingga 14 hari setelah fase perkecambahan tergantung pada jenis tanaman dan perkembangan kotiledon (Xiao et al., 2016). *Microgreens* mengandung kandungan vitamin yang kompleks dan bermanfaat bagi kesehatan manusia, bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan sayuran dewasa. Vitamin yang terdapat dalam *microgreens* termasuk vitamin A yang berperan dalam menjaga kesehatan sistem pencernaan, vitamin C yang membantu meningkatkan daya tahan tubuh, vitamin K yang berkontribusi pada kesehatan jantung, dan beberapa jenis vitamin B seperti vitamin B6. Keberadaan vitamin-vitamin ini dalam *microgreens* memberikan manfaat

untuk memperkuat sistem kekebalan tubuh, menjaga kesehatan kulit, mendukung pembentukan sel darah merah, serta berperan dalam fungsi saraf dan metabolisme tubuh secara keseluruhan. Dengan mengonsumsi *microgreens*, kita dapat mendapatkan manfaat kesehatan yang signifikan dari kandungan vitamin yang ada di dalamnya. Metode budidaya tanaman dalam ruangan adalah cara bercocok tanam di dalam bangunan dengan pengaturan lingkungan yang terkontrol, memungkinkan adaptasi terhadap iklim yang dibutuhkan oleh tanaman. Kelebihan sistem ini termasuk suhu ruangan yang lebih stabil dan lebih terkendali daripada lingkungan luar. Ini membantu mengurangi risiko gangguan hama dan kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman. Hasilnya, tanaman dapat tumbuh secara optimal dan menghasilkan hasil yang diharapkan (Amza El Haddaji, 2023).

Dalam sistem budidaya dalam ruangan, tanaman dapat memanfaatkan paparan sinar matahari secara efektif untuk melakukan fotosintesis. Penggunaan cahaya buatan untuk menggantikan sinar matahari harus mempertimbangkan kualitasnya agar proses fotosintesis tanaman dapat berlangsung secara optimal. Saat fotosintesis terjadi, klorofil mampu menyerap cahaya dengan panjang gelombang antara 400 hingga 500 nm (gelombang biru) hingga 600 hingga 700 nm (gelombang merah). Oleh karena itu, cahaya buatan yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman harus memancarkan gelombang yang sesuai dengan kebutuhan tanaman (Ikrarwati et al., 2020).

Sejumlah penelitian tentang pemanfaatan lampu LED pada tanaman telah dijalankan (Ribeiro et al., 2022) dan hasilnya menunjukkan bahwa lampu LED berwarna merah memiliki dampak positif terhadap pertumbuhan tanaman. Studi lainnya oleh (Kong, Masabni and Niu, 2023) menemukan bahwa kombinasi lampu LED merah-biru memberikan pertumbuhan terbaik pada tanaman krisan.

Menurut (As'adiya and Murwani, 2021), pemanfaatan lampu LED dalam budidaya *microgreen* kangkung memiliki potensi untuk mempercepat proses panen. Lampu LED berwarna biru memiliki kemampuan untuk merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman, seperti pertumbuhan daun dan akar. Di sisi lain, lampu LED berwarna merah dapat mempercepat pembungaan tanaman, yang memiliki peran penting dalam produksi biji atau buah. Dengan mengatur kombinasi yang tepat antara lampu LED biru dan merah, pertumbuhan dan perkembangan tanaman kangkung dalam budidaya *indoor* dapat ditingkatkan, waktu panen dapat dipercepat, dan hasil yang lebih optimal dapat dicapai (Rahmani et al., 2021).

Pemanfaatan kombinasi lampu LED berwarna merah, putih, dan biru selama 16 jam telah terbukti memberikan sejumlah dampak positif pada pertumbuhan selada. Kombinasi ini memungkinkan penyediaan spektrum cahaya yang optimal untuk proses fotosintesis. Lampu LED merah memberikan rangsangan yang diperlukan untuk mempercepat proses pembungaan dan pembentukan buah, sementara lampu LED biru merangsang pertumbuhan vegetatif seperti pertumbuhan daun dan akar. Penggunaan cahaya putih dalam kombinasi ini diharapkan mampu memberikan spektrum cahaya yang seimbang, yang mendukung proses fotosintesis dengan lebih efisien. Selain cahaya, faktor-faktor lain yang memiliki dampak signifikan pada fotosintesis tanaman adalah ketersediaan karbon dioksida (CO₂), air, dan nutrisi. Tanaman membutuhkan CO₂ sebagai bahan baku dalam proses fotosintesis, sementara air dan nutrisi memainkan peran penting dalam pertumbuhan dan perkembangan keseluruhan tanaman. Menjaga keseimbangan yang baik antara cahaya, CO₂, air, dan nutrisi merupakan variabel utama yang diperlukan untuk mencapai pertumbuhan yang optimal, sehingga menghasilkan hasil panen yang optimal dalam budidaya selada maupun jenis tanaman lainnya. Proses fotosintesis yang mencapai kondisi optimal akan berkontribusi pada pertumbuhan tanaman yang paling maksimal. Salah satu teknologi yang sedang dikembangkan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman secara maksimal adalah melalui

penggunaan gelombang suara yang disebut dengan istilah "sonic bloom". Sonic bloom merupakan metode yang memanfaatkan gelombang suara frekuensi tinggi untuk merangsang pembukaan stomata pada tanaman.

Stomata adalah struktur kecil yang terdapat pada permukaan daun yang berperan dalam pertukaran gas, terutama dalam proses penyerapan karbon dioksida dan pelepasan oksigen. Dengan merangsang pembukaan stomata, tanaman dapat meningkatkan proses fotosintesis serta penyerapan nutrisi yang lebih efisien. Gelombang suara frekuensi tinggi yang digunakan dalam metode sonic bloom diyakini mampu merangsang gerakan sel-sel penjaga stomata, yang mengendalikan pembukaan dan penutupan stomata. Saat stomata terbuka, tanaman dapat mengambil lebih banyak karbon dioksida yang dibutuhkan untuk fotosintesis, sehingga memungkinkan optimalisasi pertukaran gas dan transpirasi. Pemanfaatan metode sonic bloom untuk merangsang pembukaan stomata pada tanaman masih berada dalam tahap penelitian dan pengembangan yang lebih lanjut. Dalam praktiknya, sangat penting untuk memperhatikan dosis dan frekuensi gelombang suara yang diberikan agar tidak menyebabkan stres berlebih pada tanaman (Kadarisman, Agus Purwanto, 2011). Hal ini bertujuan untuk mempercepat laju penyerapan karbon dioksida, air, dan mineral di dalam tanah oleh tanaman. Dalam keadaan alami, tumbuhan menerima sumber suara dari lingkungan sekitar seperti suara binatang dan suara yang dihasilkan dari aktivitas sehari-hari.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang mengeksplorasi tentang pertumbuhan *microgreens* menggunakan variasi cahaya lampu LED dan gelombang suara dari sonic bloom, maka dari itu dalam penelitian ini penulis melakukan pengembangan *microgreens* pakcoy dengan pendekatan yang lebih spesifik. Pendekatan ini menggunakan prototipe utilitas ruangan berbasis inkubator dengan melibatkan penggunaan kombinasi cahaya monokromatik bersamaan dengan paparan gelombang sonic bloom untuk mengoptimalkan pertumbuhan *microgreens* pakcoy, dengan penambahan

studi penataan utilitas ruangan untuk pengembangan *smart plant* skala besar pada ruangan. Maka dari itu penelitian ini diberi judul “***Kajian Utilitas Ruang Terhadap Pertumbuhan Microgreens Pakcoy (Brassica Chinensis L.) Menggunakan Kombinasi Cahaya Monokromatik Dan Gelombang Sonic Bloom Pada Inkubator Smartplant***”.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan mengacu pada permasalahan yang telah dijelaskan di atas, berikut adalah rumusan masalah yang dapat diajukan:

1. Bagaimana merancang media tanam *microgreens* dengan perlakuan yang presisi untuk menjaga kualitas sayuran dan mengurangi risiko kegagalan panen?
2. Bagaimana pengaruh efektivitas penggunaan kombinasi cahaya monokromatik terhadap pertumbuhan *microgreens*?
3. Bagaimana dampak efektivitas pertumbuhan *microgreens* dengan memanfaatkan paparan gelombang sonic bloom?
4. Bagaimana cara menguji efektivitas pertumbuhan *microgreens* saat menggunakan kombinasi cahaya monokromatik dan paparan gelombang sonic bloom secara bersamaan?
5. Bagaimana pengaruh utilitas kombinasi cahaya ruangan dalam mempengaruhi pertumbuhan *microgreens*?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, berikut adalah batasan masalah untuk memfokuskan ruang lingkup penelitian:

1. Penelitian ini akan berfokus pada pengembangan prototipe yang dapat disimulasikan pada ruangan nyata berskala industri.
2. Tanaman yang akan digunakan dalam metode *microgreens* adalah Pakcoy (*Brassica chinensis L.*).
3. Penelitian ini akan menguji efektivitas respon pertumbuhan *microgreens* pakcoy menggunakan kombinasi cahaya monokromatik dan paparan

gelombang sonic bloom, dengan parameter yang diukur meliputi tinggi tanaman, lebar daun, dan warna daun.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menilai dan mengoptimalkan rancangan media tanam *microgreens* dengan perlakuan presisi untuk mencapai standar kualitas sayuran yang lebih tinggi dan mengurangi kemungkinan risiko kegagalan panen.
2. Menganalisis dampak penggunaan kombinasi cahaya monokromatik terhadap pertumbuhan *microgreens* dengan tujuan memahami bagaimana spektrum cahaya yang berbeda memengaruhi perkembangan tanaman.
3. Menginvestigasi efek dari penggunaan paparan gelombang sonic bloom terhadap pertumbuhan *microgreens*, dengan fokus pada peningkatan efisiensi proses fotosintesis dan penyerapan nutrisi.
4. Mengembangkan metode untuk menguji efektivitas pertumbuhan *microgreens* ketika terpapar kombinasi cahaya monokromatik dan gelombang sonic bloom secara bersamaan, dengan tujuan mengidentifikasi dampaknya terhadap parameter pertumbuhan yang telah diukur.
5. Menganalisis pengaruh utilitas penataan ruangan, meliputi cahaya monokromatik, paparan suara gelombang sonic bloom terhadap pertumbuhan *microgreens*. Serta memahami bagaimana faktor-faktor lingkungan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman *microgreens* pakcoy.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber pembelajaran berharga bagi mahasiswa untuk membantu memahami konsep dan penerapan *microgreens* berbasis sensor dan aktuator dengan lebih mendalam. Juga memiliki manfaat umum dalam mengembangkan sumber daya manusia yang lebih terampil dalam bidang pertanian berbasis teknologi.
2. Penelitian ini memberikan pengalaman praktis tentang penggunaan kombinasi cahaya monokromatik dan sonic bloom dalam sistem *microgreens*, yang dapat memberikan wawasan praktis kepada para

peminat pertanian dan teknologi terkait. Hal ini juga dapat mempromosikan pendekatan inovatif dalam menghasilkan pertanian yang lebih produktif dan efisien.

3. Memberikan wawasan yang lebih dalam tentang bagaimana penataan ruangan dalam menciptakan lingkungan pertumbuhan yang baik, yang dapat berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman *microgreens*. Hal ini akan membantu dalam mengembangkan pemahaman lebih baik tentang bagaimana faktor-faktor perencanaan penataan ruang guna menciptakan lingkungan yang memainkan peran penting dalam perkembangan tanaman dalam konteks pertanian cerdas.
4. Menghasilkan rekomendasi yang dapat digunakan dalam merancang sistem pertanian dalam ruangan yang optimal, terutama dalam hal pengaturan paparan cahaya dan gelombang sonic bloom. Ini dapat membantu dalam memaksimalkan hasil panen dan kualitas produk tanaman, serta mengurangi risiko gagal panen.

