

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan populasi dunia yang pesat telah menyebabkan tekanan yang semakin besar terhadap sumber daya alam. Tahun 2050 diperkirakan sekitar 68% penduduk akan tinggal di wilayah perkotaan. Persentase ini mengalami peningkatan dari data sebelumnya hanya 55% pada tahun 2018 (Nations 2018). Badan Pusat Statistik (BPS) memprediksi sekitar 60% penduduk Indonesia akan tinggal di wilayah perkotaan pada tahun 2025. Persentase tersebut diperkirakan mengalami peningkatan hingga 66,6% pada tahun 2035 (BPS 2020). Peningkatan urbanisasi ini menciptakan berbagai permasalahan pada beberapa sektor pangan salah satunya terjadinya peningkatan permintaan pangan yang lebih cepat dibandingkan dengan peningkatan produksi. Salah satu solusi yang dapat membantu mengatasi tantangan ini adalah pengembangan teknologi pertanian yang efisien dan ramah lingkungan.

Greenhouse adalah salah satu teknologi yang banyak digunakan dalam budidaya pertanian untuk mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Menurut SNI No. 7604 tahun 2010, *Greenhouse* memiliki struktur menyerupai rumah tertutup yang berfungsi sebagai tempat tumbuh tanaman dengan kondisi lingkungan yang sesuai. Teknologi ini berperan dalam melindungi tanaman dari angin dan hujan, mencegah serangan hama, menjaga kualitas hasil tanaman, serta mengatur jadwal pertumbuhan. Pada daerah tropis umumnya *greenhouse* digunakan untuk mengontrol suhu, tekanan udara, dan intensitas cahaya matahari. (Ardiansyah *et al.* n.d.).

Hidroponik merupakan metode bercocok tanam yang mulai banyak diterapkan karena kemampuannya dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi, serta minimnya penggunaan pestisida. Pada sistem hidroponik tanaman ditanam menggunakan

media tanaman seperti *rocwool*, sekam, dll dan dilengkapi dengan larutan nutrisi. Tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*) menjadi salah satu sayuran yang cocok dibudidayakan dengan sistem hidroponik. Pakcoy merupakan jenis sayuran yang banyak disukai karena memiliki kandungan protein, lemak, Vitamin A, B, C, E K, Ca, P, dan Fe, yang sangat baik untuk kesehatan, mempunyai kandungan gizi tinggi, sehingga menjadi salah satu komoditas yang bernilai ekonomis tinggi (Hippy *et al.* 2023). Sistem budidaya dengan *Hydroponic Tower System* (HTS) memungkinkan penanaman pakcoy dalam skala vertikal, sehingga dapat memaksimalkan penggunaan lahan yang terbatas di area perkotaan. Menurut penelitian Renny E.P *et al.* (2024) tentang *Hydroponic Tower System* (HTS) pada *smart greenhouse* efektif digunakan untuk sistem budidaya sayuran karena mudah untuk dikontrol pertumbuhannya. Tanaman pakcoy umumnya memiliki usia panen ideal sekitar 30 – 35 HST (Samur *et al.* 2024). Untuk mendukung produktivitas pertumbuhan tanaman secara optimal, diperlukan tambahan pencahayaan buatan.

LED *Grow Light* adalah salah satu solusi pencahayaan buatan yang efektif dan efisien untuk tanaman hidroponik. Ilhamdi, (2024) melakukan penelitian pemanfaatan LED pada sistem *plant factory* sebagai pengganti cahaya matahari dengan durasi optimal 14 jam penyinaran. Durasi penyinaran dapat ditentukan berdasarkan rata-rata PPF (photosynthetic photon flux density) dari LED. Durasi fotosintesis tanaman dengan cahaya matahari berlangsung sekitar \pm 12 jam berlangsung dari pukul 06.30 – 17.00 (Lindawati *et al.* 2015). Berdasarkan literatur dan penelitian tersebut, diketahui durasi penyinaran matahari berlangsung selama 10 jam/ hari. Merujuk pada penelitian Ilhamdi, (2024), dibutuhkan penambahan durasi penyinaran selama 4 jam dengan cahaya buatan (LED). Namun penggunaan LED *Grow Light* membutuhkan konsumsi energi listrik yang tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut pada penelitian ini kebutuhan

listrik dari PLN digantikan dengan pemanfaatan panel surya dalam memenuhi kebutuhan listrik.

Solar panel merupakan sebuah alat yang dapat mengubah radiasi cahaya matahari menjadi energi listrik. Saat ini salah satu kebijakan energi dunia adalah menerapkan energi yang bersih dan terbarukan. Untuk merespon kebijakan tersebut pihak pemerintah mendorong pemanfaatan energi surya menggunakan panel surya (*photovoltaic/PV*). Energi surya adalah salah satu sumber energi baru-terbarukan yang ditargetkan berjumlah 340 GW di tahun 2050 (ESDM 2023). Hal ini dilakukan untuk mengurangi penggunaan sumber energi fosil yang menghasilkan sisa pembakaran yang berdampak pada peningkatan gas emisi. Emisi yang tinggi dapat menyebabkan efek rumah kaca yang mempercepat adanya perubahan iklim. Potensi energi surya di Indonesia bervariasi berdasarkan wilayah. Pada kawasan Barat Indonesia (KBI), energi surya yang tersedia rata-rata mencapai 4,5 kWh/m² per hari dengan variasi bulanan sekitar 10%. Pada Kawasan Timur Indonesia (KTI), potensinya lebih tinggi, yaitu sekitar 5,1 kWh/m² per hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Durasi penyinaran matahari di kedua wilayah ini berkisar antara 2 hingga 8 jam per hari (Prasetyono *et al.* 2015). Lama penyinaran dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan banyak awan yang menutupi. Dengan potensi energi surya tersebut, memungkinkan adanya pemanfaatan energi surya pada *greenhouse*.

Penelitian penerapan PLTS dalam pertanian berkelanjutan dengan sistem *Greenhouse* telah banyak dilakukan. Dalam penelitian Nugroho (2022) mengenai analisis dan perancangan energi terbarukan dengan *photovoltaic* untuk budidaya tanaman hidroponik pada *greenhouse* tropis, dijelaskan bahwa budidaya tanaman menggunakan *greenhouse* memerlukan energi listrik yang cukup besar. Penggunaan listrik yang bersumber dari PLN digantikan dengan sistem PLTS yang mana kebutuhan energi harian *greenhouse* dengan ukuran 12 x 6 m² mencapai 85.053,79

Wh. Pada penelitian Febrian,(2024) tentang Pengembangan mini *greenhouse* menggunakan PLTS dengan sistem *Automatic transfer switch*. Dengan mengintegrasikan *solar panel* dengan LED *Grow Light*, dapat dihasilkan sistem pencahayaan yang mandiri dan ramah lingkungan. Kombinasi antara teknologi LED *Grow Light* dan *solar panel* ini dapat mendukung pertumbuhan tanaman pakcoy secara optimal. Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukan penelitian dengan judul “Rancang Bangun sistem LED *Grow Light* Berbasis Solar Panel Untuk Percepatan Pertumbuhan Tanaman Pakcoy Dengan *Hydroponic Tower System* (HTS)”

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem LED *Grow Light* berbasis *solar panel*.
2. Uji performa panel surya untuk menyuplai kebutuhan energi listrik pada *greenhouse*.
3. Melakukan analisis pengaruh kombinasi sinar matahari dan LED *Grow Light* terhadap tanaman pakcoy pada HTS.
4. Menghitung analisis biaya sistem LED *Grow Light* berbasis *solar panel*.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini diantaranya:

1. Bagaimana merancang sistem LED *grow light* berbasis panel surya yang mampu menyuplai kebutuhan cahaya pada sistem hidroponik tower tower di *greenhouse*?
2. Apakah sistem PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) efisiensi dalam memenuhi kebutuhan energi listrik untuk LED *grow light* dan komponen pendukung lainnya?
3. Apakah pemberian pencahayaan tambahan dari LED *grow light* berbasis panel surya dapat mempercepat pertumbuhan tanaman pakcoy dibandingkan tanpa pencahayaan tambahan?

4. Bagaimana analisis biaya terhadap implementasi sistem LED *grow light* berbasis panel surya dalam *greenhouse*?

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari dilakukan penelitian ini yaitu mengetahui peningkatan produktivitas pertumbuhan tanaman pakcoy dengan paparan cahaya LED *grow light*. Mengetahui pemanfaatan PLTS dalam menyuplai energi pada sistem *smart greenhouse*. Selain itu penelitian ini juga mendukung pertanian modern yang lebih praktis dan ekonomis.

1.5 Hipotesis

Penambahan LED *grow light* pada tanaman pakcoy dengan *hydroponic tower system* mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman pakcoy secara signifikan dibanding tanaman yang hanya mendapat cahaya matahari.

