

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang pesat meningkatkan kebutuhan pangan, sementara ketersediaan lahan pertanian semakin berkurang akibat alih fungsi lahan dan urbanisasi. Kondisi ini menuntut penerapan sistem pertanian modern yang efisien, produktif, dan berkelanjutan. Di sisi lain, tantangan krisis energi dan perubahan iklim mendorong perlunya pemanfaatan energi terbarukan yang ramah lingkungan untuk mendukung sektor pertanian.

Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi energi surya yang melimpah dengan rata-rata intensitas radiasi sebesar 4,8 kWh/m² per hari (Rahardjo & Fitriana, 2016). Energi ini dapat dimanfaatkan melalui Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik menggunakan teknologi *photovoltaic* (Gunawan *et al.*, 2021). Namun, dari potensi energi surya sebesar 207,8 GWp, kapasitas terpasang baru mencapai 0,15 GWp (Gunoto & Hutapea, 2022). Hal ini menunjukkan masih besarnya peluang pemanfaatan PLTS, termasuk dalam mendukung modernisasi pertanian yang hemat energi dan ramah lingkungan.

Konsep pertanian modern yang relevan adalah *urban farming*, yaitu sistem pertanian perkotaan yang memanfaatkan ruang terbatas secara efisien. Penerapannya dapat menggunakan *tower hydroponic system*, yaitu sistem budidaya vertikal tanpa tanah yang menggunakan air bernutrisi sebagai media tanam (Anindyarasmi *et al.*, 2021). Sistem ini dapat diintegrasikan dengan *greenhouse* yang berfungsi mengatur suhu, kelembapan, serta melindungi tanaman dari hama dan cuaca ekstrem (Raihan & Firmawati, 2022). Umumnya, *greenhouse* digunakan untuk membudidayakan sayuran seperti pakcoy, kangkung, dan selada.

Dalam penerapannya, *greenhouse* modern dilengkapi dengan sistem otomasi untuk mengendalikan suhu, kelembapan, dan sirkulasi udara secara otomatis melalui komponen seperti pompa, *exhaust fan*, dan *misting*. Sistem ini dapat dioperasikan menggunakan energi dari PLTS, sehingga seluruh proses berjalan efisien dan ramah lingkungan.

Salah satu tanaman yang cocok dibudidayakan dalam sistem tersebut adalah pakcoy (*Brassica rapa* L.), sayuran bernilai gizi tinggi dengan masa tanam singkat sekitar 30–45 hari (Afifah *et al.*, 2021). Integrasi antara PLTS, sistem otomasi *greenhouse*, dan *tower hydroponic system* pada budidaya pakcoy menjadi solusi inovatif menuju pertanian modern yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Penggunaan PLTS menjadi solusi tepat dalam mendukung ketersediaan energi listrik pada *greenhouse*. Pemanfaatan energi surya tidak hanya mendukung operasional sistem otomasi pada *greenhouse*, tetapi juga memperkuat penerapan konsep modernisasi pertanian melalui penggunaan sumber energi terbarukan. Penelitian ini bertujuan untuk memasok ketersediaan listrik *greenhouse* melalui teknologi ramah lingkungan dalam mendukung sistem pertanian modern berbasis *tower hydroponic system* guna memaksimalkan budidaya tanaman pakcoy pada ruang vertikal terbatas. Berdasarkan uraian tersebut, penulis melakukan penelitian dengan judul **“Pengaplikasian Energi Surya pada *Greenhouse* dengan *Tower Hydroponic System*.”**

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan desain rancang bangun *greenhouse* dan *tower hydroponic system*
2. Merangkai sistem PLTS yang terintegrasi dengan *greenhouse*.

3. Merangkai sistem otomasi dan sistem kontrol yang terintegrasi dengan *greenhouse*.
4. Menentukan ketersediaan listrik sistem PLTS terhadap perangkat elektronik pada *greenhouse*.
5. Analisis biaya energi listrik yang dihasilkan pada sistem PLTS.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana penerapan sistem PLTS pada *greenhouse* dengan *tower hydroponic system* dapat menyediakan energi listrik dengan maksimal, menerapkan sistem otomasi guna menciptakan kondisi lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan pakcoy, serta menganalisis biaya yang dapat dihasilkan pada sistem PLTS.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Mendukung pengurangan emisi karbon, melalui pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan.
2. Mendorong modernisasi sistem pertanian, dengan penerapan teknologi PLTS terintegrasi pada *greenhouse* berbasis otomasi.
3. Meningkatkan produktivitas tanaman, khususnya pakcoy, melalui pengendalian suhu dan kelembapan secara otomatis untuk menciptakan kondisi tumbuh yang optimal.
4. Mengoptimalkan penggunaan ruang, dengan penerapan metode *tower hydroponic system* yang efisien dan sesuai untuk area perkotaan.

1.5 Hipotesis

1. Penerapan sistem PLTS mampu menyediakan energi listrik secara optimal dalam mendukung operasional perangkat listrik pada *greenhouse*.

2. Integrasi PLTS dengan sistem otomasi dapat menciptakan kondisi lingkungan tumbuh yang optimal melalui pengendalian suhu dan kelembapan secara otomatis.
3. Penerapan *tower hydroponic system* pada *greenhouse* dapat meningkatkan efisiensi penggunaan lahan dan produktivitas tanaman pakcoy.
4. Kombinasi teknologi PLTS, sistem otomasi, dan *tower hydroponic system* mendukung modernisasi pertanian di wilayah dengan keterbatasan lahan.

