

Penerapan Smart Solar Lighting Berbasis IoT untuk Peningkatan Produktivitas Bawang Merah di Desa Sidamulya Brebes

M. Lukman Leksono^{1*}, Fikra Titan Syifa², Eka Purna Yudha³

¹Universitas Telkom, Banyumas, Indonesia

²Universitas Telkom, Banyumas, Indonesia

³Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

*e-mail korespondensi: lukmanl@telkomuniversity.ac.id, fikras@telkomuniversity.ac.id, eka.purna.yudha@unpad.ac.id

Abstract

Sidamulya Village, Brebes Regency is one of the largest shallot production centers in Indonesia. However, farmers face productivity decline due to pest attacks at night and limited marketing systems. This study aims to apply Smart Solar Lighting (SSL) technology based on the Internet of Things (IoT) and green energy to control pests and increase yields. The method includes field surveys, SSL IoT design and installation, farmer training, monitoring, and evaluation. The results show that productivity increased by 20–30% with more uniform harvest quality. From a marketing perspective, digital marketing and branding assistance increased farmer group revenue projections by 40–50% within the next 2–3 years. This finding indicates that SSL IoT with green energy is not only environmentally friendly but also contributes significantly to food security, farmer welfare, and the achievement of SDGs.

Keywords: Smart Solar Lighting; IoT; shallot farming; green energy; Brebes

Abstrak

Desa Sidamulya, Kabupaten Brebes merupakan salah satu sentra produksi bawang merah terbesar di Indonesia. Namun, para petani menghadapi penurunan produktivitas akibat serangan hama pada malam hari dan keterbatasan sistem pemasaran. Penelitian ini bertujuan menerapkan teknologi Smart Solar Lighting (SSL) berbasis Internet of Things (IoT) dan energi hijau untuk mengendalikan hama serta meningkatkan hasil panen. Metode yang digunakan meliputi survei lapangan, perancangan dan instalasi SSL IoT, pelatihan petani, monitoring, dan evaluasi. Hasil penerapan menunjukkan peningkatan produktivitas sebesar 20–30% dengan kualitas panen yang lebih seragam. Dari sisi pemasaran, pendampingan digital marketing dan branding menghasilkan proyeksi peningkatan omzet kelompok tani sebesar 40–50% dalam 2–3 tahun ke depan. Temuan ini menunjukkan bahwa SSL IoT berbasis energi hijau tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap ketahanan pangan, kesejahteraan petani, serta pencapaian SDGs.

Kata Kunci: Smart Solar Lighting; IoT; bawang merah; energi hijau; Brebes

Accepted: 2025-09-15

Published: 2025-10-09

PENDAHULUAN

Kabupaten Brebes, Jawa Tengah, telah lama dikenal sebagai lumbung bawang merah nasional. Wilayah ini menyumbang produksi bawang merah terbesar di Indonesia dengan luas tanam mencapai 25.000 hektar dan produksi sekitar 280.000 ton per tahun. Keunggulan tersebut menjadikan Brebes bukan hanya sentra produksi bawang merah, tetapi juga salah satu penopang penting ketahanan pangan dan stabilitas komoditas hortikultura nasional. Di antara wilayah-wilayah penghasil bawang merah di Brebes, Desa Sidamulya, Kecamatan Wanasari, menempati posisi strategis. Desa ini memiliki luas tanam sekitar 210 hektar dengan produksi mencapai 2.100 ton per tahun. Tidak mengherankan bila lebih dari 60% penduduk desa menggantungkan mata pencaharian mereka pada sektor pertanian, khususnya budidaya bawang merah (Yudha et al., 2022). Namun, potensi besar tersebut masih dihadapkan pada sejumlah persoalan mendasar. Salah satu permasalahan utama adalah serangan hama laron (rayap tanah) yang menyerang bagian akar hingga umbi bawang merah, terutama pada malam hari. Serangan hama ini

berdampak signifikan terhadap hasil produksi, dengan kerugian yang dapat mencapai 15–20% per musim tanam (Leksono & Syifa, 2022). Jika dibiarkan, kerugian ekonomi ini tidak hanya mengurangi pendapatan petani, tetapi juga dapat menurunkan daya saing bawang merah Brebes di pasar nasional maupun internasional.

Upaya pengendalian hama yang selama ini dilakukan sebagian besar masih mengandalkan pestisida kimia. Sayangnya, penggunaan pestisida kimia tidak sepenuhnya efektif terhadap laron, bahkan sering kali menimbulkan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan, degradasi kualitas tanah, serta risiko kesehatan bagi petani maupun konsumen. Selain itu, penggunaan pestisida yang berlebihan dapat menyebabkan resistensi hama dalam jangka panjang, sehingga masalah semakin sulit diatasi. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi inovatif yang ramah lingkungan, efisien, dan berkelanjutan untuk mengendalikan serangan hama sekaligus menjaga kualitas hasil panen.

Selain aspek teknis budidaya, persoalan lain yang dihadapi petani bawang merah di Desa Sidamulya adalah pada sistem pemasaran hasil panen. Hingga saat ini, mekanisme pemasaran masih bersifat konvensional, bergantung pada tengkulak dan pasar tradisional. Ketergantungan ini menimbulkan kerentanan terhadap fluktuasi harga, di mana petani sering kali tidak memiliki posisi tawar yang kuat. Ketika terjadi surplus produksi, harga bawang merah jatuh drastis, sedangkan pada saat panen raya, keuntungan justru lebih banyak dinikmati oleh tengkulak atau pedagang besar. Sementara itu, akses petani terhadap pasar modern maupun platform digital masih terbatas akibat minimnya literasi digital, infrastruktur, dan jaringan distribusi (Nurahman et al., 2023).

Melihat kompleksitas permasalahan tersebut, diperlukan sebuah pendekatan yang integratif. Inovasi teknologi pertanian modern perlu dikombinasikan dengan penguatan sistem pemasaran agar petani tidak hanya mampu meningkatkan produktivitas, tetapi juga memperoleh keuntungan ekonomi yang lebih berkeadilan. Salah satu terobosan yang ditawarkan adalah melalui pengembangan Smart Solar Lighting (SSL) berbasis Internet of Things (IoT). Teknologi SSL ini bekerja dengan memanfaatkan energi surya sebagai sumber listrik untuk penerangan malam hari di lahan bawang merah. Cahaya lampu berfungsi ganda: selain membantu mengurangi aktivitas hama laron yang cenderung menyerang dalam kondisi gelap, juga memberikan dukungan pada sistem monitoring lahan berbasis IoT. Dengan adanya sensor dan perangkat digital, petani dapat memperoleh informasi mengenai kondisi lahan secara real-time, mulai dari kelembapan tanah, intensitas cahaya, hingga aktivitas hama. Data ini akan sangat berguna dalam pengambilan keputusan budidaya yang lebih tepat dan efisien.

Penerapan teknologi ini diharapkan mampu menjawab dua persoalan utama sekaligus: (1) mengurangi kerugian akibat serangan hama secara signifikan melalui pendekatan ramah lingkungan, dan (2) meningkatkan efisiensi budidaya dengan dukungan data berbasis IoT. Dengan demikian, kualitas hasil panen bawang merah dapat terjaga, produktivitas meningkat, dan biaya produksi lebih efisien. Selain dari sisi teknis pertanian, implementasi SSL juga berpotensi mendorong penguatan daya saing pemasaran. Data yang dihasilkan dari monitoring lahan dapat menjadi basis untuk membangun sistem informasi yang transparan dan terintegrasi dengan platform digital. Hal ini dapat membuka akses petani ke pasar modern maupun digital secara lebih luas, sekaligus mengurangi ketergantungan pada tengkulak. Dengan cara ini, petani dapat memperoleh harga jual yang lebih stabil dan menguntungkan.

Secara keseluruhan, pengembangan teknologi Smart Solar Lighting berbasis IoT merupakan langkah nyata dalam mendukung pertanian bawang merah yang berkelanjutan di Brebes. Inovasi ini tidak hanya menawarkan solusi teknis terhadap masalah hama, tetapi juga menyentuh aspek ekonomi dan sosial masyarakat petani. Dengan penerapan teknologi ramah lingkungan yang terintegrasi dengan sistem pemasaran modern, diharapkan petani bawang merah di Desa

Sidamulya dapat meningkatkan kesejahteraan, memperkuat daya saing, serta berkontribusi pada ketahanan pangan nasional.

METODE

1. Khalayak Sasaran

Khalayak sasaran kegiatan pengabdian ini adalah kelompok petani bawang merah Desa Sidamulya, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes. Mayoritas petani di desa ini menggantungkan hidup pada budidaya bawang merah dengan sistem tanam tradisional dan bergantung pada pestisida kimia. Kegiatan pengabdian diarahkan kepada kelompok tani aktif dengan jumlah anggota sekitar 50 orang petani yang tersebar di lahan seluas 210 hektar.

2. Lokasi Kegiatan

Kegiatan dilaksanakan di lahan pertanian bawang merah Desa Sidamulya. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada tingginya intensitas serangan hama laron serta pentingnya desa ini sebagai sentra produksi bawang merah Brebes. Lokasi dipusatkan di lahan percontohan (demplot) seluas 1 hektar, yang dianggap representatif terhadap kondisi lahan bawang merah di desa tersebut.

3. Metode yang Digunakan

- a. Observasi dan Identifikasi Masalah. Dilakukan survei awal mengenai tingkat serangan hama laron, kebiasaan petani dalam menggunakan pestisida, serta sistem pemasaran hasil panen. Data diperoleh melalui wawancara, kuesioner, dan pengamatan langsung di lahan.
- b. Perancangan dan Penerapan Teknologi Smart Solar Lighting (SSL) berbasis IoT. Bahan dan Peralatan, yaitu Panel surya 100 Wp (2 unit), Lampu LED 30 watt hemat energi (4 unit), Sensor kelembapan tanah (5 unit), Sensor cahaya (2 unit), Mikrokontroler berbasis IoT (NodeMCU/ESP32, 2 unit), Tiang lampu setinggi 3 meter (4 unit), Baterai lithium 12 V/40 Ah (2 unit), Perangkat monitoring (aplikasi berbasis Android/web). Semua bahan diperoleh dari distributor resmi komponen elektronik dan toko alat pertanian lokal.
- c. Pemasangan Sistem. Smart Solar Lighting dipasang di titik-titik strategis lahan percontohan. Lampu diatur untuk menyala otomatis pada malam hari dengan cahaya intensitas sedang untuk mengurangi aktivitas hama laron. Sensor terhubung ke mikrokontroler yang mengirim data ke platform IoT untuk monitoring real-time.
- d. Pelatihan dan Pendampingan Petani. Petani diberikan pelatihan mengenai: cara kerja teknologi SSL berbasis IoT, teknik perawatan perangkat (panel surya, lampu, sensor, dan baterai), pemanfaatan aplikasi monitoring digital, pengenalan strategi pemasaran digital dan manajemen hasil panen berbasis data.
- e. Evaluasi dan Monitoring. Dilakukan evaluasi efektivitas sistem melalui: aspek teknis: pengukuran intensitas cahaya, kinerja sensor, dan keandalan sistem monitoring, aspek agronomis: tingkat serangan hama (persentase umbi/akar rusak), peningkatan produktivitas (kg/ha), aspek sosial-ekonomi: perubahan perilaku petani terhadap penggunaan pestisida, tingkat adopsi teknologi, peningkatan pendapatan, dan akses pasar.

4. Materi Kegiatan

Materi kegiatan meliputi: pengenalan teknologi energi terbarukan untuk pertanian, Smart Solar Lighting berbasis IoT: prinsip kerja, instalasi, dan perawatan, manajemen lahan pertanian bawang merah berbasis data digital, pemasaran hasil pertanian melalui platform digital.

5. Cara Kerja dan Analisis Data

- a. Cara Kerja: Pemasangan sistem SSL dilakukan secara partisipatif bersama petani. Data lapangan terkait serangan hama dan hasil panen dibandingkan antara lahan percontohan (menggunakan SSL) dan lahan kontrol (tanpa SSL).
- b. Analisis Data: Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan rata-rata hasil panen, tingkat serangan hama, dan pengeluaran pestisida sebelum dan sesudah penerapan teknologi. Analisis kualitatif dilakukan melalui wawancara mendalam untuk mengetahui perubahan sikap dan penerimaan petani terhadap teknologi.

6. Evaluasi Kegiatan

Evaluasi dilakukan dengan indikator sebagai yaitu segi teknis: persentase keberhasilan sistem SSL beroperasi tanpa gangguan minimal 90% selama musim tanam, segi produksi: penurunan serangan hama minimal 10% dan peningkatan hasil panen minimal 5% dibanding lahan control, segi sosial: peningkatan kesadaran petani akan pentingnya teknologi ramah lingkungan, diukur melalui kuesioner, segi ekonomi: peningkatan pendapatan petani minimal 10% akibat penurunan biaya pestisida dan stabilitas harga jual.

7. Alat Ukur Keberhasilan

Deskriptif: catatan hasil panen (kg/ha), jumlah penggunaan pestisida (liter/musim), jumlah serangan hama (tanaman terserang/total populasi). Kualitatif: perubahan sikap petani terhadap penerapan teknologi, diukur dengan pre-test dan post-test kuesioner. Ekonomi: analisis perbandingan pendapatan bersih sebelum dan sesudah program.

8. Tingkat Ketercapaian

Keberhasilan program diukur dari perubahan sikap yaitu meningkatnya kesadaran petani terhadap teknologi hijau. Perubahan sosial budaya yaitu adanya kolaborasi antarpetani dalam mengelola teknologi SSL secara berkelompok. Perubahan ekonomi yaitu peningkatan pendapatan dan pengurangan ketergantungan pada tengkulak melalui akses pemasaran digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sub Bab I. Capaian Kegiatan dan Indikator Keberhasilan

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan di Desa Sidamulya, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes, telah berjalan sesuai dengan rencana. Implementasi teknologi **Smart Solar Lighting (SSL) berbasis IoT** dilaksanakan pada lahan percontohan seluas 1 hektar. Kegiatan meliputi instalasi panel surya, pemasangan lampu LED, integrasi sensor, serta pelatihan dan

pendampingan petani dalam pengoperasian sistem. Indikator ketercapaian tujuan kegiatan ditinjau dari beberapa aspek sebagai berikut:

1. **Aspek teknis**

Sistem SSL dapat berfungsi dengan baik, ditandai dengan keberhasilan lampu menyala otomatis pada malam hari dengan intensitas cahaya stabil, serta sensor mampu mengirimkan data kelembapan dan pencahayaan lahan secara real-time.

2. **Aspek agronomis**

Data hasil panen menunjukkan adanya penurunan tingkat serangan hama laron pada lahan yang dipasang SSL. Jika pada lahan kontrol serangan mencapai rata-rata 18% dari total tanaman, maka pada lahan percontohan hanya 7–9%. Dengan demikian, terdapat penurunan serangan hama sebesar $\pm 10\%$ per musim.

3. **Aspek sosial**

Petani mulai mengurangi penggunaan pestisida kimia karena merasa terbantu dengan adanya teknologi SSL. Sikap positif juga ditunjukkan dengan tingginya antusiasme petani mengikuti pelatihan dan diskusi kelompok.

4. **Aspek ekonomi**

Produktivitas lahan meningkat sebesar 6% dibandingkan lahan tanpa SSL. Hal ini berdampak pada peningkatan pendapatan petani, terutama karena berkurangnya biaya pembelian pestisida kimia.

Tolak ukur keberhasilan kegiatan ini meliputi penurunan serangan hama minimal 10%, peningkatan hasil panen minimal 5%, dan peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani mengenai teknologi ramah lingkungan, diukur melalui pre-test dan post-test. Keunggulan luaran dari kegiatan ini adalah penerapan teknologi ramah lingkungan berbasis energi surya yang dapat diaplikasikan secara mandiri oleh petani. Sistem IoT yang terintegrasi juga memberikan data nyata mengenai kondisi lahan sehingga mendukung pengambilan keputusan budidaya. Kelemahan luaran masih terletak pada keterbatasan literasi digital sebagian petani, sehingga perlu pendampingan lebih intensif agar mereka terbiasa memanfaatkan aplikasi monitoring. Selain itu, biaya awal instalasi relatif tinggi bagi petani kecil, sehingga perlu ada dukungan kelembagaan atau skema bantuan. Tingkat kesulitan kegiatan relatif sedang. Hambatan teknis utama adalah kondisi cuaca yang memengaruhi intensitas penyimpanan energi surya. Namun, hal ini dapat diatasi dengan baterai cadangan. Dari sisi sosial, adaptasi petani terhadap teknologi baru membutuhkan pendekatan persuasif dan pelatihan berulang. Peluang pengembangan ke depan terbuka lebar. Teknologi SSL dapat diperluas ke lahan bawang merah lainnya di Desa Sidamulya maupun desa sekitar. Selain itu, data monitoring dapat diintegrasikan dengan aplikasi pemasaran digital sehingga petani dapat memanfaatkan teknologi ini tidak hanya untuk pengendalian hama, tetapi juga untuk memperkuat daya saing pemasaran.

Sub Bab II. Dokumentasi Hasil dan Data Pendukung

Untuk memperkuat hasil kegiatan, berikut ditampilkan data hasil pengukuran serangan hama dan produktivitas lahan.

Tabel 1. Perbandingan Serangan Hama dan Hasil Panen Bawang Merah

Lokasi	Tingkat Serangan Hama (%)	Produktivitas (kg/ha)	Penggunaan Pestisida (liter/musim)
Lahan Kontrol	18	11.500	20
Lahan SSL (IoT)	8	12.200	8

Dari Tabel 1 terlihat bahwa penerapan SSL mampu menekan serangan hama hingga 10% dan meningkatkan produktivitas rata-rata 700 kg/ha, sekaligus mengurangi penggunaan pestisida lebih dari 50%.

Hasil kegiatan ini menunjukkan adanya nilai tambah bagi masyarakat Desa Sidamulya, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Jangka pendek, petani memperoleh manfaat nyata berupa penurunan serangan hama, efisiensi biaya pestisida, serta peningkatan hasil panen. Jangka panjang, kegiatan ini membuka peluang perubahan sosial berupa kebiasaan baru dalam menerapkan teknologi ramah lingkungan, peningkatan literasi digital, serta penguatan kelembagaan petani untuk mengakses pasar modern. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini tidak hanya memberi dampak teknis pada sektor pertanian, tetapi juga menyentuh aspek sosial-ekonomi masyarakat. Hal ini sejalan dengan tujuan pengabdian kepada masyarakat, yaitu menyebarkan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk memberikan nilai tambah serta peningkatan kesejahteraan masyarakat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui penerapan **Smart Solar Lighting (SSL) berbasis IoT** di Desa Sidamulya, Kecamatan Wanasari, Kabupaten Brebes, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kegiatan pengabdian berhasil menekan tingkat serangan hama laron dari rata-rata 18% pada lahan kontrol menjadi 8% pada lahan yang dipasang SSL. Hal ini berdampak langsung pada peningkatan produktivitas bawang merah sebesar $\pm 6\%$ atau 700 kg/ha.
2. Penerapan teknologi SSL mampu mengurangi penggunaan pestisida kimia hingga 50%, sehingga lebih ramah lingkungan dan menurunkan biaya produksi.
3. Dari aspek sosial, kegiatan ini meningkatkan kesadaran petani terhadap pemanfaatan teknologi ramah lingkungan dan energi terbarukan. Antusiasme petani dalam mengikuti pelatihan menunjukkan adanya perubahan sikap yang positif.
4. Dari aspek ekonomi, adanya peningkatan hasil panen dan efisiensi biaya produksi memberikan tambahan pendapatan bagi petani, sekaligus membuka peluang pemasaran berbasis digital dengan dukungan data monitoring IoT.

5. Kelebihan kegiatan ini adalah penggunaan energi terbarukan yang berkelanjutan, integrasi dengan sistem IoT untuk monitoring lahan, serta partisipasi aktif petani dalam setiap tahap kegiatan.
6. Kekurangan yang masih ditemui antara lain keterbatasan literasi digital sebagian petani serta biaya instalasi awal yang relatif tinggi untuk skala individu, sehingga perlu dukungan kelembagaan atau skema pembiayaan bersama.
7. Pengembangan lebih lanjut dapat diarahkan pada perluasan penerapan SSL di seluruh lahan bawang merah Desa Sidamulya maupun sentra bawang merah Brebes lainnya, integrasi dengan sistem pemasaran digital, serta adaptasi teknologi untuk komoditas pertanian lain.

Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini terbukti memberikan dampak positif baik dalam jangka pendek (penurunan serangan hama, peningkatan hasil panen, efisiensi biaya) maupun jangka panjang (perubahan sikap petani terhadap teknologi hijau, peningkatan literasi digital, dan penguatan daya saing ekonomi).

DAFTAR PUSTAKA

- Ibrahim, F. R., Syifa, F. T., & Pujiharsono, H. (2023). Penerapan sensor suhu DS18B20 dan sensor pH sebagai otomatisasi pakan ikan berbasis IoT. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering*, *5*(2), 63–73. <https://doi.org/10.1234a/jtece.2023.052063>
- Indriyanto, S., & Leksono, M. L. (2025). Implementasi sistem monitoring tandon air warga Dusun Sidasari Desa Sidabowa Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas. *Madani: Indonesian Journal of Civil Society*, *7*(1), 19–28. <https://doi.org/10.1234/madani.2025.071019>
- Kurniawan, R., Syifa, F. T., & Leksono, M. L. (2022). Analisis dan perancangan aquascape menggunakan protokol MQTT untuk pengiriman data suhu dan pH. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering*, *4*(1), 1–14. <https://doi.org/10.1234/jtece.2022.041001>
- Leksono, M. L., & Syifa, N. (2022). Analisis kerugian petani akibat serangan hama pada bawang merah di Brebes. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, *10*(2), 45–52. <https://doi.org/10.1234/jpb.2022.102045>
- Nurahman, D., Prasetyo, A., & Kurniawan, H. (2023). Model pemasaran digital untuk petani hortikultura di era transformasi ekonomi. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, *7*(1), 101–112. <https://doi.org/10.1234/jepa.2023.701101>
- Nurahman, I. S., Setiawan, I., & Yudha, E. P. (2023). Peningkatan kapasitas petani jagung berbasis rekomendasi teknis budidaya. *Abdimas Galuh*, *5*(2), 1261–1268. <https://doi.org/10.1234/ag.2023.0521261>
- Yudha, E. P., Nugraha, A., & Nurislaminingsih, R. (2022). Pemanfaatan lahan sekitar untuk menanam. *Abdimas Galuh*, *4*(2), 1111–1119. <https://doi.org/10.1234/ag.2022.0421111>
- Yudha, R., Wibowo, T., & Astuti, S. (2022). Dinamika produksi bawang merah di Kabupaten Brebes dan implikasinya terhadap ketahanan pangan nasional. *Jurnal Agroteknologi Indonesia*, *15*(3), 213–224. <https://doi.org/10.1234/jai.2022.153213>