

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara agraris dikarenakan sebagian besar penduduknya mempunyai mata pencaharian di bidang pertanian atau bercocok tanam. Sebagai negara agraris, Indonesia terdapat begitu banyak sumber daya alam yang melimpah ditambah posisi Indonesia yang dinilai sangat strategis. Dan tidak bisa dipungkiri jika sebagian besar masyarakat Indonesia menggantungkan hidupnya di sektor pertanian, meskipun profesi petani sering dianggap sebelah mata. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat sekitar 36,5% (41,20 juta orang) dari 112,80 juta penduduk menggantungkan hidupnya di sektor pertanian. Selain itu, Indonesia juga memiliki total luas lahan pertanian saat ini seluas 70 juta Ha. Meskipun memiliki wilayah daerah agraris yang luas, Indonesia masih belum bisa mengoptimalkan potensi wilayah agraris yang ada dan belum bisa mencukupi kebutuhan pangan dalam negeri. Hingga saat ini, Indonesia masih impor beberapa komoditas pangan guna memenuhi kebutuhan domestik serta untuk kebijakan pemerintah dalam menstabilkan harga. Badan Pusat Statistik mencatat salah satu impor bahan pangan terbesar periode Januari-November 2018 adalah biji gandum dan meslin mencapai 9,2 juta ton, gula seberat 4,6 juta ton, kedelai 2,4 juta ton, serta beras 2,2 juta ton. Meningkatnya kebutuhan domestik yang lebih kencang dari produksi membuat pemerintah terpaksa mendatangkan beberapa bahan pangan dari luar negeri.

Rendahnya produktivitas menjadi salah satu penyebab terjadinya impor bahan pangan di Indonesia. Seperti halnya total luas lahan pertanian Indonesia saat ini yaitu seluas 70 juta Ha, namun lahan efektif produksi pertanian hanya sebesar 45 juta Ha. Luas lahan sawah juga cenderung mengalami penurunan sebagai akibat alih fungsi lahan sawah menjadi lahan non pertanian yang mencapai 50 - 70 ribu Ha per tahun sedangkan pencetakan sawah hanya seluas 20 - 40 ribu Ha per tahun. Selain itu juga, banyak faktor yang mempengaruhi rendahnya produktivitas dan kurang optimalnya pemanfaatan potensi wilayah agraris yang ada di Indonesia.

Salah satunya yaitu adanya ketergantungan petani terhadap pupuk kimia yang praktis. Penggunaan pupuk kimia yang terus menerus memiliki beberapa kerugian, diantaranya biaya yang tidak murah, adanya ketergantungan terhadap penyedia pupuk kimia, dan juga merubah struktur tanah pertanian menjadi lebih liat yang dapat menghambat tumbuh kembang akar tanaman. Penggunaan pupuk anorganik (pupuk kimia) dalam jangka panjang menyebabkan kadar bahan organik tanah menurun, struktur tanah rusak, dan pencemaran lingkungan. Hal ini jika terus berlanjut akan menurunkan kualitas tanah dan kesehatan lingkungan (Isnaini, 2006).

Lain halnya dengan ketergantungan petani terhadap pupuk kimia terhadap produktivitas suatu lahan, petani juga dihadapkan oleh ketersediaan jumlah air yang cukup pada masa pertumbuhan tanaman. Tersedianya jumlah air yang cukup pada masa pertumbuhan tanaman juga menjadi salah satu faktor utama optimalnya peningkatan produktivitas suatu lahan pertanian. Air yang digunakan untuk mencukupi kebutuhan tanaman dapat diperoleh dari berbagai sumber. Menurut Hansen dkk (1986), air yang diperlukan tanaman agar dapat tumbuh dan berkembang diperoleh dari lima sumber, yaitu : (1). Presipitasi, (2). Air atmosfer selain presipitasi, (3). Air permukaan, (4). Air tanah, dan (5). Air irigasi.

Salah satu sumber air yang paling sering digunakan untuk mencukupi kebutuhan air tanaman yaitu diperoleh dari irigasi. Irigasi dipergunakan untuk menyediakan kelembaban tanah yang cukup sebagai media pertumbuhan tanaman (Foth, 1984). Menurut Hansen dkk (1986), irigasi secara umum didefinisikan sebagai penggunaan air pada tanah untuk keperluan penyediaan cairan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Terdapat 3 jenis sistem irigasi pada pemenuhan kebutuhan air tanaman pertanian, yaitu sistem irigasi penggenangan (*flooding*), sistem irigasi penyemprotan atau pengembunan (*sprinkling*), dan sistem irigasi tetes (*trickling*).

Kebutuhan air dalam pertanian menjadi suatu kebutuhan yang vital bagi tanaman. Ketersediaan air untuk irigasi harus secara kontinyu karena jumlah air yang tepat dan mencukupi sangat mendukung keberhasilan panen. Jumlah air yang dialirkan harus disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Kebutuhan air untuk

tanaman dapat diartikan sebagai total volume air yang diperlukan tanaman agar dapat hidup. Kebutuhan air tanaman menurut Hansen dkk, (1986) adalah air yang memasuki daerah akar tanaman untuk pembentukan jaringan tanaman dan air yang menguap dari tanah serta tubuh tanaman air pada petak sawah. Berdasarkan pengertian tersebut diketahui bahwa kebutuhan air tanaman sebagian digunakan untuk mengganti air yang hilang akibat transpirasi dan sebagian lagi digunakan untuk mengganti air irigasi yang hilang akibat evaporasi.

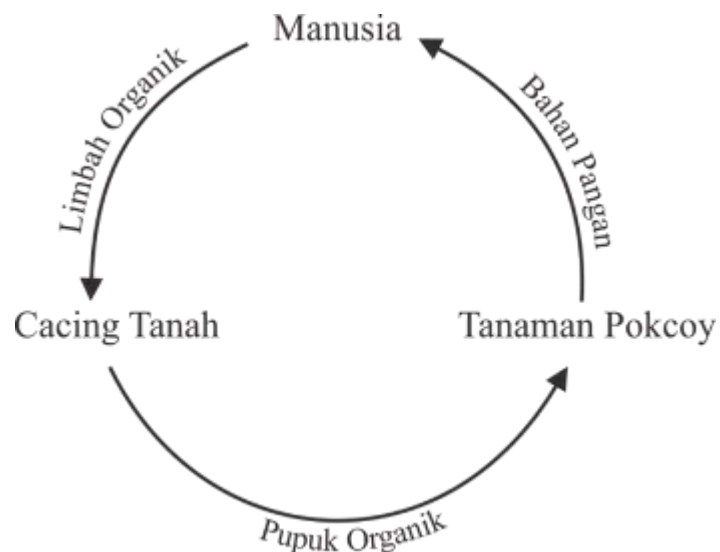
Pengembangan sistem irigasi merupakan bentuk jawaban dari pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya air di bidang pertanian. Pembagian air dalam saluran irigasi harus merata dan disesuaikan dengan kebutuhan pertumbuhan tanaman. Pembagian dan kecukupan air tersebut dilakukan agar air dapat dimanfaatkan secara efektif, efisien dan merata. Selain pentingnya sistem otomatis irigasi yang mandiri, sumber energi listrik bagi sistem perpompaan air irigasi juga harus ditunjang oleh sumber energi listrik yang mandiri. Matahari hampir tak terbatas sebagai sumber energi dan merupakan sumber energi terbarukan. Indonesia memiliki potensi besar bagi pengembangan energi terbarukan melalui pembangkit listrik tenaga surya (PLTS).

Hal ini disebabkan letak Indonesia yang berada pada kategori iklim tropis, sehingga mendapatkan penyinaran matahari maksimal sepanjang tahun. Energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya dikenal dengan PLTS. *Off-grid Solar System* adalah tipe jaringan yang tidak terkoneksi dengan jaringan sentral (PLN), sehingga sistem ini sangat tepat diaplikasikan untuk daerah-daerah terluar dan terisolasi yang jumlahnya masih banyak di Indonesia. Menjadi salah satu bentuk usaha dalam menyelesaikan permasalahan tersebut, PT. Vermitor Bumi Nirmala menjadi satu-satunya perusahaan rintisan yang berfokus pada visi menjadi perusahaan dalam bidang pertanian berkelanjutan dengan sistem konservasi lahan yang terintegrasi dalam mencapai ketahanan pangan.

PT. Vermitor Bumi Nirmala yang berlokasi di Sidokarto, Godean, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta sedang mengembangkan pertanian organik yang terintegrasi dengan peternakan cacing tanah dalam rangka menghasilkan pupuk

organik secara mandiri. Pertanian terintegrasi merupakan pertanian yang mendukung pertanian berkelanjutan dengan melibatkan tanaman atau hewan dalam satu lahan yang sama. Pertanian terintegrasi memiliki tujuan yaitu mengurangi gangguan eksternal karena adanya saling dukungan antara satu komponen dengan komponen lainnya. Konsep pertanian terintegrasi ini memiliki beberapa manfaat, antara lain yaitu, efisien dan produktivitas lahan yang meningkat, menghasilkan diversifikasi produk, memperbaiki kesuburan tanah, memperbaiki sifat tanah, serta mengurangi gulma, hama dan penyakit (Utami dan Rangkuti, 2021).

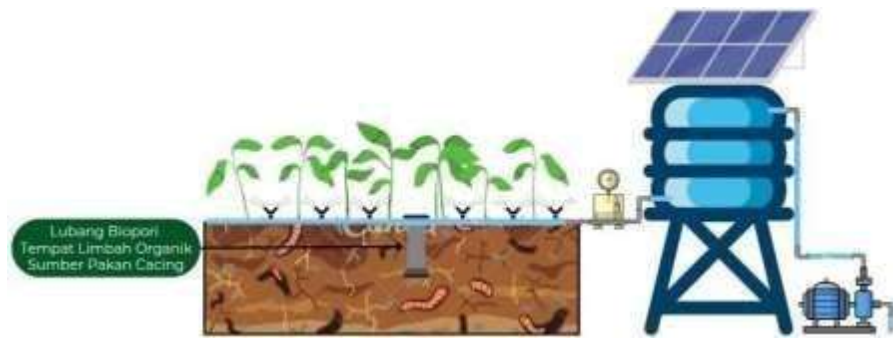
PT. Vermitor Bumi Nirmala membangun sistem pertanian organik terintegrasi ini melibatkan 3 komponen yaitu manusia sebagai produsen limbah organik serta konsumen produk pertanian, cacing tanah sebagai pengurai limbah organik serta produsen pupuk organik secara mandiri, dan tanaman pakcoy sebagai konsumen dari pupuk organik serta produsen produk hasil pertanian. Skema integrasi pertanian tersebut dapat dilihat pada gambar 1.1 berikut:



Gambar 1.1 Skema Pertanian Organik Terintegrasi PT. Vermitor Bumi Nirmala

Dalam menjalankan perusahaannya, PT. Vermitor Bumi Nirmala memulai dengan mengumpulkan limbah organik pada industri sayur, buah, hotel, resto, cafe, dan limbah organik rumah tangga. Limbah tersebut diolah menjadi sumber pakan dari cacing tanah. Cacing tanah tersebut kemudian mengomposkan limbah organik

dan menghasilkan pupuk organik bekas cacing (kascing) atau vermi compost. Pupuk organik kascing tersebut menjadi sumber utama nutrisi bagi pertanian organik sayur dan buah. Gambaran umum pertanian terintegrasi yang dibangun oleh PT. Vermitor Bumi Nirmala ini dapat dilihat pada gambar 1.2 berikut:



Gambar 1.2 Ilustrasi Pertanian Organik Terintegrasi

PT. Vermitor Bumi Nirmala juga memiliki rencana untuk mengembangkan dan menerapkan pertanian organik terintegrasi tersebut pada daerah-daerah yang ada di Indonesia. Baik di wilayah perkotaan (urban farming) maupun daerah-daerah marginal atau lahan yang kurang produktif. Oleh karena itu, pertanian organik terintegrasi ini membutuhkan standarisasi operasional dalam menunjang prosesnya serta dalam rangka mengurangi risiko kegagalan. Standarisasi operasional tersebut antara lain yaitu, kemandirian sistem irigasi yang terotomasi yang dapat dipantau dari jarak jauh menggunakan bantuan sistem *Internet of things* dengan menggunakan energi secara mandiri.

Melalui beberapa permasalahan yang ada di lapangan tersebut, sistem irigasi terpadu berbasis *IoT* dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* pada pertanian organik terintegrasi penting untuk dibangun. Sistem irigasi terpadu ini dibangun untuk mengoptimalkan aktivitas sistem irigasi seperti, memantau suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah dari lahan pertanian, jumlah air yang dibutuhkan, sistem otomatisasi penyiraman, dan sistem pemantauan penyiraman sehingga diharapkan pasokan air irigasi dapat lebih optimal dan juga meringankan pekerjaan manusia karena dengan sistem irigasi terpadu ini aktivitas di dalam pertanian organik terintegrasi dapat dipantau dari jarak jauh baik menggunakan *smartphone*, personal komputer, maupun laptop.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dari rancang bangun prototipe sistem irigasi berbasis *internet of thing* menggunakan pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* pada pertanian organik terintegrasi tersebut memiliki rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model perancangan prototipe sistem otomasi irigasi yang sesuai dengan kebutuhan pertanian organik terintegrasi berbasis *internet of things* menggunakan pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid*?
2. Bagaimana model perancangan pemantauan jarak jauh berbasis *internet of things* pada sistem otomasi irigasi pertanian organik terintegrasi menggunakan pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid*?
3. Bagaimana model perancangan prototipe pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* penunjang kebutuhan listrik sistem otomasi irigasi berbasis *internet of things* pada pertanian organik terintegrasi?
4. Bagaimana cara mengimplementasi dan mengintegrasikan prototipe sistem otomasi irigasi dengan sistem pemantauan berbasis *internet of things* menggunakan pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* pada pertanian organik terintegrasi?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam rancang bangun prototipe sistem irigasi berbasis *internet of things* menggunakan pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* pada pertanian organik terintegrasi adalah sebagai berikut:

1. Melakukan model perancangan prototipe sistem otomasi irigasi pertanian organik terintegrasi berbasis *internet of things* menggunakan pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* di PT. Vermitor Bumi Nirmala yang sesuai dengan kebutuhan dari pertanian tanaman sawi pakcoy dan integrasi dengan peternakan cacing tanah.
2. Melakukan model perancangan *internet of things* pada prototipe sistem otomasi irigasi terpadu menggunakan pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* pertanian organik terintegrasi di PT. Vermitor Bumi Nirmala melalui

sistem pemantauan jarak jauh menggunakan perangkat *smartphone* maupun *personal komputer*.

3. Melakukan model perancangan prototipe pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* yang sesuai dengan kebutuhan daya listrik penunjang sistem otomasi irigasi berbasis *internet of things* pada pertanian organik terintegrasi di PT. Vermitor Bumi Nirmala.
4. Melakukan implementasi dan integrasi prototipe sistem otomasi irigasi dengan sistem *internet of things* menggunakan pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* yang dapat diterapkan pada penelitian pertanian organik terintegrasi di PT. Vermitor Bumi Nirmala.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian rancang bangun prototipe sistem irigasi berbasis *internet of things* menggunakan pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* pada pertanian organik terintegrasi adalah sebagai berikut:

1. Analisis dan rancang bangun prototipe sistem otomasi irigasi yang sesuai dengan kebutuhan pertanian organik terintegrasi berbasis *internet of things* menggunakan pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* di PT. Vermitor Bumi Nirmala.
2. Analisis dan rancang bangun sistem pemantauan jarak jauh *internet of things* pada sistem otomasi irigasi terpadu menggunakan pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* pada pertanian organik terintegrasi di PT. Vermitor Bumi Nirmala.
3. Analisis dan rancang bangun prototipe pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* penunjang kebutuhan listrik sistem otomasi irigasi berbasis *internet of things* pada pertanian organik terintegrasi di PT. Vermitor Bumi Nirmala.
4. Mengetahui bentuk implementasi dan integrasi dari prototipe sistem otomasi irigasi dengan sistem pemantauan berbasis *internet of things* menggunakan pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* pada pertanian organik terintegrasi di PT. Vermitor Bumi Nirmala.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diberikan dari penelitian rancang bangun prototipe sistem irigasi berbasis *internet of things* menggunakan pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid* pada pertanian organik terintegrasi ini memiliki beberapa manfaat terhadap berbagai pihak, antara lain yaitu sebagai berikut:

1. Akademisi

Bagi akademisi khususnya peneliti, penelitian ini memiliki beberapa manfaat, antara lain :

- a. Menambah sumber literatur baru tentang kapasitas kebutuhan air yang dibutuhkan untuk irigasi pertanian organik tanaman pakcoy dengan integrasi peternakan cacing.
- b. Menambah sumber literatur baru tentang rancang bangun dari sistem otomasi irigasi berbasis *internet of things* menggunakan pembangkit listrik tenaga surya pada pertanian organik terintegrasi.
- c. Menambah sumber literatur baru tentang optimalisasi pertanian organik terintegrasi khususnya integrasi sistem pertanian organik tanaman pakcoy dengan peternakan cacing menggunakan sistem otomasi irigasi berbasis *internet of things*.

2. Petani

Bagi petani khususnya petani yang ada di Indonesia, penelitian ini beberapa manfaat, antara lain :

- a. Memberikan referensi alternatif sistem pertanian organik melalui integrasi sistem pertanian organik tanaman pakcoy dengan peternakan cacing.
- b. Memberikan referensi alternatif sistem irigasi melalui sistem otomasi irigasi yang dibangun pada pertanian organik terintegrasi berbasis *internet of things* dengan sumber energi dari pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid*.
- c. Memberikan referensi dan kemudahan bagi petani untuk memiliki alternatif pupuk organik berkualitas bagi sistem pertanian yang

dibangun.

3. PT. Vermitor Bumi Nirmala

Bagi PT. Vermitor Bumi Nirmala, penelitian ini memiliki beberapa manfaat, antara lain :

- a. Memberikan teknologi baru di bidang otomasi irigasi yang berbasis *internet of things* dengan menggunakan energi dari pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid*.
- b. Memberikan teknologi pertanian yang dapat mengefisienkan penggunaan air irigasi pertanian.
- c. Memberikan teknologi operasional pertanian yang dapat mengefisienkan tenaga kerja pertanian.

4. Pemerintah

Bagi pemerintah khususnya dinas pertanian yang ada di Indonesia, penelitian ini memiliki beberapa manfaat, antara lain :

- a. Memberikan referensi kebijakan pemerintah dalam mengembangkan sistem pertanian organik terintegrasi.
- b. Memberikan referensi materi penyuluhan pertanian dalam rangka mempermudah petani untuk memiliki alternatif pupuk organik berkualitas secara mandiri bagi sistem pertanian yang dibangun.
- c. Memberikan referensi alat bantu teknologi pertanian khususnya teknologi sistem otomasi irigasi, pemantauan pertanian jarak jauh, serta energi mandiri melalui PLTS *Off-grid*.

5. Masyarakat

Bagi masyarakat khususnya masyarakat Indonesia, penelitian ini memiliki beberapa manfaat, antara lain :

- a. Melalui kemandirian pupuk organik yang murah diharapkan menciptakan produk-produk pertanian yang lebih terjangkau bagi masyarakat.
- b. Melalui penggunaan pupuk organik pada pertanian diharapkan

menciptakan produk-produk pertanian yang lebih sehat bagi masyarakat.

- c. Melalui konsep pertanian terintegrasi yang sederhana, masyarakat dapat menerapkan inovasi tersebut untuk menciptakan kemandirian pangan masyarakat.

1.6. Sistematika Penelitian

Dalam sistematika penulisan tugas akhir ini terdapat 5 bab yang masing-masing bab-nya memiliki penjelasan sebagai berikut:

I. PENDAHULUAN

Pada Bab ini akan membahas permasalahan dan tujuan dilakukannya penelitian ini. Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan penelitian tugas akhir.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai referensi untuk tugas akhir, dan landasan teori yang mendukung untuk melakukan perancangan, penjelasan beberapa komponen dan software yang digunakan.

III. METODE PENELITIAN

Bab ini berisi pembahasan mengenai instrumen penelitian yang digunakan, lokasi penelitian, dan metode pengumpulan data, serta alur dari penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai studi dan analisis perhitungan kapasitas kebutuhan air pada sistem irigasi pertanian organik terintegrasi, rancang bangun otomasi sistem irigasi pertanian organik terintegrasi, rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya *Off-grid*, dan pembahasan mengenai integrasi serta implementasi pengawasan dan pengontrolan pertanian organik terintegrasi menggunakan sistem internet of things di PT. Vermitor Bumi Nirmala.

V. PENUTUPAN

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian tugas akhir, dan saran untuk penelitian tugas akhir selanjutnya yang menggunakan tugas akhir ini sebagai salah satu referensi.