

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

1.1.1 Latar Belakang Masalah

Seiring dengan meningkatnya populasi penduduk di Indonesia, pengelolaan sampah masih menjadi masalah yang harus dipecahkan, terutama di Provinsi Jawa Barat [1]. Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2023, Jawa Barat merupakan provinsi yang menghasilkan suplai sampah ketiga tertinggi di Indonesia dengan tren peningkatan timbulan sampah yang terus berlanjut setiap tahunnya [2]. Di Provinsi Jawa Barat, Kota Bandung merupakan salah satu penghasil sampah terbesar dengan data timbulan sampah yang mencapai 503.627 ton/tahun [3]. Sebagai kota dengan kepadatan penduduk yang tinggi, mayoritas sumber timbulan sampah di Kota Bandung berasal dari rumah tangga, dengan komposisi 61,62% di antaranya merupakan sampah organik [4]. Sayangnya, 83% sampah di Kota Bandung berakhir di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang masih menggunakan metode *open dumping* [5]. Metode *open dumping* ini memiliki banyak kekurangan, terutama dalam penguraian sampah organik. Proses penguraian yang tidak sempurna menyebabkan volume timbulan sampah yang terus meningkat [6]. Selain itu, metode *open dumping* berkontribusi pada emisi gas rumah kaca serta kontaminasi air tanah, yang dapat berdampak buruk pada lingkungan dan kesehatan manusia [7].

Salah satu solusi yang dapat mengatasi masalah pengelolaan sampah organik di Kota Bandung adalah pengomposan. Pengomposan merupakan proses penguraian sampah organik seperti sisa makanan, daun atau ranting kering, dan gulma menjadi pupuk kompos yang bermanfaat [8]. Penerapan metode pengomposan dalam pengelolaan sampah dapat mereduksi volume timbulan sampah hingga 52%, mengurangi timbulnya dampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan, sekaligus memberikan potensi ekonomi yang signifikan, berkisar antara 5-36 juta/bulan [6], [9].

Di tingkat komunitas Rukun Tetangga (RT) dan Rukun Warga (RW), program Buruan SAE (Sehat, Alami, dan Ekonomis) yang digagas oleh Dinas Pangan dan Pertanian (DISPANGTAN) Kota Bandung telah berupaya mendukung penerapan metode pengomposan sebagai pengolahan limbah organik [10]. Namun, di beberapa wilayah, penerapan pengomposan tingkat komunitas belum berjalan optimal, seperti yang terjadi pada Buruan SAE Walagri RW 05 Kelurahan Rancabolang. Dari hasil wawancara yang dilakukan penulis,

pengurus Buruan SAE Walagri mengungkapkan bahwa proses pengomposan memerlukan waktu yang lama dan tergolong rumit, karena melibatkan pemantauan serta kontrol manual terhadap parameter temperatur dan kelembapan kompos secara konstan. Pengurus juga menyampaikan bahwa metode pengomposan yang dilakukan belum mampu mencapai aspek penting pengomposan, yaitu temperatur sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) 55°C [11]. Akibatnya, proses pengomposan dapat menghasilkan bau tak sedap dan memungkinkan mengandung patogen berbahaya [11], [12].

Masalah pengomposan memerlukan solusi yang mampu memberikan kemudahan dan kepastian bagi suatu komunitas yang ingin melakukan pengomposan, sehingga kerumitan dalam mengontrol parameter pengomposan dapat diminimalkan dan kualitas kompos dapat memenuhi standar yang ditentukan. Dicompos, sistem otomatisasi dengan pemantauan data *real-time* untuk komposter digital berbasis *Internet of Things* (IoT), diajukan sebagai proyek *capstone design*, dengan tujuan memfasilitasi komunitas dalam mengawasi dan mengontrol proses pengomposan dengan memanfaatkan teknologi IoT. Teknologi IoT memungkinkan Dicompos untuk memantau dan mengontrol temperatur serta kelembapan kompos secara otomatis, memastikan proses pengomposan berjalan efektif dan sesuai standar.

1.1.2 Analisis Masalah

Kendala dalam penerapan metode pengomposan berpusat pada masalah kerumitan proses pengomposan. Hal ini didukung dengan minimnya penerapan teknologi pada bidang pengomposan yang mampu mengurangi masalah kerumitan tersebut. Untuk memahami lebih dalam mengenai masalah proses pengomposan, dilakukan analisis dengan mempertimbangkan aspek teknis, efisiensi proses, serta aspek kesehatan dan keselamatan, dengan tujuan mengidentifikasi hambatan yang ada pada aspek-aspek tersebut.

1.1.2.1 Aspek Teknis

Penerapan teknologi IoT pada proses pengomposan berfokus pada pemantauan pada parameter seperti temperatur, kelembapan, dan pH tanpa memberikan kemampuan kontrol berdasarkan kondisi parameter tersebut [13], [14]. Dengan demikian, intervensi manusia masih diperlukan secara konstan untuk melakukan intervensi terhadap nilai parameter tersebut hingga mencapai nilai yang ideal. Adapun penerapan otomatisasi pada proses pengomposan berfokus pada pengontrolan kelembapan dan pendinginan, sehingga alat tidak bisa mengintervensi temperatur, jika sekiranya kompos tidak mampu mencapai temperatur optimal secara alami [15], [16].

1.1.2.2 Aspek Efektivitas dan Efisiensi Proses Pengomposan

Durasi pembuatan kompos sangat bergantung dengan temperatur dan kelembapan. Untuk proses pengomposan dapat berjalan dengan cepat, temperatur kompos perlu dijaga pada rentang 35-65°C dengan kelembapan pada rentang 40%-65%. Pada rentang temperatur dan kelembapan ini, aktivitas mikroba pada kompos berada pada puncaknya, menyebabkan dekomposisi bahan organik secara signifikan [17]. Tanpa menjaga rentang temperatur tersebut, proses dekomposisi dapat memakan waktu yang sangat lama.

1.1.2.3 Aspek Kesehatan

Salah satu permasalahan yang sering ditemui adalah sulitnya mencapai suhu dan kelembapan yang sesuai dengan SNI untuk proses pengomposan. Ketidakmampuan untuk mencapai standar ini dapat menyebabkan kompos yang dihasilkan mengandung patogen berbahaya, yang berpotensi menimbulkan risiko kesehatan bagi manusia dan lingkungan sekitar [11]. Selain itu, kondisi pengomposan yang tidak optimal juga dapat menyebabkan munculnya bau tak sedap [12].

1.1.3 Tujuan Capstone

Tujuan dari proyek *capstone design* ini adalah untuk merancang dan mengembangkan sistem otomatisasi berbasis IoT yang dilengkapi dengan pemantauan data secara *real-time* untuk komposter digital, Dicompos. Sistem Dicompos diharapkan dapat memberikan kemudahan dan kepraktisan dalam proses pembuatan kompos, dengan memastikan bahwa parameter temperatur dan kelembapan selalu berada dalam rentang yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Selain itu, sistem ini juga bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu dalam proses pengomposan, sehingga hasil kompos yang dihasilkan tidak hanya lebih cepat, tetapi juga lebih aman dan berkualitas tinggi.

Secara khusus, tujuan dari *capstone design* ini adalah:

1. Menyediakan platform pemantauan terhadap parameter pengomposan secara *real-time*.
2. Mengurangi intervensi manual dalam proses pengomposan dengan mengotomatisasi pengontrolan pada parameter temperatur dan kelembapan kompos.
3. Memastikan bahwa proses pengomposan mencapai standar SNI untuk temperatur dan kelembapan, guna mengurangi risiko munculnya patogen berbahaya dan bau tak sedap.

4. Meningkatkan efisiensi waktu dalam proses pengomposan, sehingga komunitas yang menggunakan sistem ini dapat menghasilkan kompos dalam waktu yang lebih singkat

1.2 Analisis Solusi yang Ada

1.2.1 Monitoring Kontrol Suhu dan Kelembapan pada Pembuatan Kompos Berbasis *Internet of Things*

Dalam solusi yang diusulkan oleh Nabila, S, sistem IoT ditujukan untuk memantau dan mengontrol parameter kelembapan dan temperatur pada kompos. Pada solusi ini, digunakan sensor kelembapan tanah untuk mengukur kelembapan kompos dan sensor DHT11 untuk mengukur temperatur udara di sekitar kompos. Data parameter pengomposan dari kedua sensor tersebut akan diproses oleh ESP8266 dan dikirimkan ke server Blynk untuk bisa ditampilkan pada aplikasi pemantauan Blynk. Sistem kontrol yang dilakukan pada solusi ini adalah penyiraman ketika kelembapan kompos kurang dari 50% dan mengaktifkan ventilasi ketika temperatur udara lebih dari 34°C [16]. Kekurangan pada solusi ini terdapat pada penggunaan sensor DHT11 yang tidak mampu mengukur nilai temperatur pada bahan kompos secara langsung, melainkan pada udara sekitarnya. Selain itu, solusi ini belum menyediakan sistem kontrol ketika kelembapan melebihi ambang batas ataupun ketika temperatur kurang dari ambang batas.

1.2.2 *IoT-Sensor-Equipped Food Waste Bio-Composter to Households and to Advance Egovernment in Municipality Authorities*

Solusi yang ditawarkan oleh Löyty, T menawarkan sistem pemantauan temperatur pada proses pengomposan. Sistem ini menerapkan protokol LoRaWAN untuk mengirimkan data temperatur kompos kepada *database* Structured Query Language (SQL) milik Biolan dari jarak jauh secara nirkabel. Data dari *database* kemudian diproses melalui sisi aplikasi *backend* untuk menentukan status pengomposan dan ditampilkan di sisi pengguna (*end-user*) melalui API [14]. Kekurangan pada solusi ini adalah tidak terdapatnya sistem kontrol terhadap parameter pengomposan.