

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan pengelolaan sampah perkotaan saat ini menjadi tantangan serius dalam pembangunan berkelanjutan. Peningkatan jumlah penduduk, urbanisasi, serta perubahan pola konsumsi masyarakat menyebabkan volume sampah terus meningkat setiap tahun. Apabila tidak dikelola secara optimal, akumulasi sampah dapat menimbulkan berbagai dampak lingkungan seperti pencemaran tanah, air, udara, serta peningkatan emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pengelolaan sampah yang tidak hanya berorientasi pada reduksi volume limbah, tetapi juga mampu memberikan nilai tambah melalui pemanfaatan energi [1]. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pengelolaan sampah yang tidak hanya berorientasi pada reduksi volume limbah, tetapi juga mampu memberikan nilai tambah melalui pemanfaatan energi.

Menurut (Chen, et, al. 2022) Salah satu teknologi yang berkembang dalam pengelolaan sampah berbasis energi adalah pemanfaatan *Refuse Derived Fuel* (RDF). RDF merupakan bahan bakar alternatif yang dihasilkan dari proses pengolahan sampah dengan cara memisahkan, mencacah, serta mencampurkan material tertentu sehingga memiliki karakteristik pembakaran yang lebih stabil. Pemanfaatan RDF sebagai bahan bakar pembangkit listrik berbasis termal dinilai memiliki potensi besar dalam mendukung konsep *Waste to Energy* (WtE) serta upaya diversifikasi sumber energi. [2]

Namun demikian, melihat dari penelitian (Iacovidu, et, al. 2021) kualitas RDF sangat dipengaruhi oleh komposisi material penyusunnya, khususnya perbandingan fraksi material organik dan non-organik. Material organik umumnya memiliki kadar air dan kandungan oksigen yang relatif tinggi, sedangkan material non-organik tertentu memiliki nilai kalor yang lebih tinggi serta mampu meningkatkan stabilitas pembakaran. Ketidakseimbangan komposisi material dapat

menyebabkan penurunan kualitas energi bahan bakar sehingga berdampak pada efisiensi sistem pembangkitan listrik.

Untuk itu, perlu dilakukan kajian yang mendalam mengenai komposisi material untuk kualitas potensi energi. Tujuan dari kajian ini adalah untuk mengetahui karakteristik bahan bakar RDF berdasarkan variasi komposisi material organik dan non-organik. Penelitian ini menjadi penting tidak hanya untuk optimalisasi sistem WTE secara teknis, tetapi juga untuk mendukung pengelolaan limbah berkelanjutan dan pengurangan emisi karbon melalui pemanfaatan limbah sebagai energi.

Sehingga penelitian ini dipilih karena kualitas bahan bakar *Refuse Derived Fuel* (RDF) sangat dipengaruhi oleh komposisi material penyusunnya, khususnya perbandingan antara material organik dan non-organik. Penentuan komposisi bahan baku yang tidak tepat dapat menurunkan nilai kalor serta efisiensi pembakaran, sehingga berpengaruh terhadap performa sistem *Waste to Energy* (WtE). Selain itu, kajian yang mengintegrasikan analisis karakteristik bahan bakar dengan pendekatan pemodelan matematis untuk menentukan komposisi optimum RDF masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi material terhadap potensi energi RDF serta menentukan komposisi optimum yang dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi berbasis limbah.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan utama yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah bagaimana hasil pengujian karakteristik bahan bakar *Refuse Derived Fuel* (RDF) dari variasi komposisi material organik dan non-organik,

Untuk menjawab masalah tersebut, dirumuskan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik bahan bakar RDF berdasarkan variasi komposisi material organik dan non-organik?

2. Bagaimana pengaruh persentase material organik terhadap nilai kalor (*Gross Calorific Value/GCV*) hasil pembakaran dan zat kimia pada RDF?
3. Model regresi apa yang paling representatif dalam memprediksi hubungan antara komposisi material organik dengan hasil pembakaran dan zat kimia?
4. Berapa komposisi optimum material organik dan non-organik yang menghasilkan karakteristik bahan bakar RDF terbaik untuk pembangkitan listrik termal?

1.3 Tujuan Penelitian

Merujuk dari rumusan masalah diatas, Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik bahan bakar RDF berdasarkan variasi komposisi material organik dan non-organik.
2. Membandingkan pengaruh perubahan fraksi material organik terhadap nilai kalor, hasil pembakaran dan zat kimia RDF.
3. Mengembangkan model matematis hubungan komposisi material organik dengan nilai kalor menggunakan pendekatan regresi sehingga mampu memprediksi hasil nilai pengujian.
4. Menentukan komposisi optimum RDF yang menghasilkan performa energi terbaik sebagai bahan bakar.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menambah kajian ilmiah mengenai karakteristik bahan bakar RDF khususnya terkait hubungan komposisi material dengan performa energi pembakaran.
2. Dapat dijadikan referensi dalam pengembangan model prediksi nilai kalor berbasis komposisi material sampah.
3. Memberikan dasar teknis dalam menentukan formulasi campuran RDF yang optimal untuk meningkatkan efisiensi pembakaran pada sistem *Waste to Energy* (WtE).

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Ruang lingkup penelitian ini meliputi:

1. Penelitian difokuskan pada analisis karakteristik bahan bakar RDF dari campuran material organik dan non-organik.
2. Variasi komposisi material organik yang dianalisis adalah 60%, 70%, 80%, 90%, dan 100%.
3. Parameter data pengujian hanya dianalisis meliputi kadar abu (AC), *oxygen* (OXY), *carbon* (C), dan nilai kalor (GCV).
4. Analisis hubungan komposisi material dengan nilai kalor dilakukan menggunakan pendekatan regresi linier, eksponensial, dan kuadratik.

1.6 Kabaharuan

Kebaharuan dalam penelitian ini meliputi:

1. Pengembangan model matematis hubungan komposisi material organik terhadap nilai kalor RDF menggunakan pendekatan multi-model regresi.
2. Identifikasi komposisi optimum RDF berdasarkan analisis karakteristik bahan bakar dan pendekatan statistik.
3. Integrasi analisis karakteristik bahan bakar RDF dengan pendekatan optimasi komposisi material sebagai dasar peningkatan efisiensi *Waste to Energy* (WtE).
4. Memprediksi nilai kalori, hasil pembakaran, dan zat kimia yang dihasilkan dari kombinasi campuran organik dan non-organik.

1.7 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Variasi komposisi material organik berpengaruh signifikan terhadap nilai kalor bahan bakar RDF.
2. Nilai kalor RDF memiliki hubungan non-linier terhadap perubahan komposisi material organik.
3. Terdapat komposisi optimum material organik yang menghasilkan nilai kalor maksimum pada bahan bakar RDF.
4. Model regresi kuadratik merupakan model terbaik dalam memprediksi hubungan komposisi material organik dengan nilai kalor RDF.