

TUGAS AKHIR

UJI KARAKTERISTIK TERMAL BIOMASSA PELET

KAYU DENGAN METODE GASIFIKASI *FIX BED*

UPDRAFT

Oleh:

ANDRA PRAMANA PUTRA

NIM. 2110912051



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG

2025

ABSTRACT

The use of biomass energy as a renewable energy source is an important alternative in reducing dependence on fossil fuels. One efficient conversion method is gasification, a thermochemical process that converts solid biomass into combustible synthetic gas (syngas). This study aims to analyze the thermal characteristics and gas composition of a mixture of wood pellets and tapioca flour using an updraft fixed-bed gasification reactor. The main variable in this study is the air flow rate (2, 3, 4, and 5 LPM), which is varied to observe its effect on the performance of the gasification system in producing synthetic gas. The methods used include pelletizing to an 8-mesh size, laboratory testing with temperature monitoring using an integrated thermocouple panel, and gas content analysis using gas chromatography (GC-TCD). The results show that increasing the airflow rate affects reactor temperature, fuel consumption, syngas composition (CO , H_2 , CH_4), calorific value (LHV), and thermal efficiency. The Equivalence Ratio (ER) value for each airflow rate variation showed an increasing trend between 0.39 to 0.43. The highest temperature of 1112°C , with the highest lower heating value of 4.636 MJ/Nm^3 and maximum thermal efficiency of 78.56%, was achieved at a flow rate of 4 LPM. The optimal CO and H_2 contents were recorded at 3 LPM and 4 LPM, respectively. These results indicate that an airflow rate of 3–4 LPM provides the most optimal gasification characteristics. Thus, wood pellets mixed with tapioca can be a promising alternative fuel in supporting the transition to renewable energy efficiently.

Keywords: updraft gasification, biomass, wood pellets, syngas, thermal efficiency

ABSTRAK

Pemanfaatan energi biomassa sebagai sumber energi terbarukan menjadi alternatif penting dalam mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Salah satu metode konversi yang efisien adalah gasifikasi, yakni proses termokimia yang mengubah biomassa padat menjadi gas sintetik (*syngas*) yang mudah terbakar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik termal dan komposisi gas hasil dari campuran pelet kayu dan tepung tapioka menggunakan reaktor gasifikasi *fixed bed* tipe *updraft*. Variabel utama dalam penelitian adalah laju aliran udara (2, 3, 4, dan 5 LPM), yang divariasikan untuk mengamati pengaruhnya terhadap performa sistem gasifikasi untuk menghasilkan gas sintetik. Metode yang digunakan meliputi pembuatan pelet menjadi ukuran 8 mesh, pengujian di laboratorium dengan pemantauan temperatur menggunakan panel terintegrasi *thermocouple*, serta analisis kandungan gas menggunakan kromatografi gas (GC-TCD). Hasil menunjukkan bahwa peningkatan laju aliran udara mempengaruhi temperatur reaktor, konsumsi bahan bakar, kandungan *syngas* (CO, H₂, CH₄), nilai kalor (LHV), dan efisiensi termal. Nilai *Equivalence Ratio* (ER) pada setiap variasi laju aliran udara mengalami tren kenaikan antara 0,39 sampai 0,43. Temperatur tertinggi sebesar 1112°C, dengan nilai kalor bawah tertinggi 4,636 MJ/Nm³ dan efisiensi termal maksimum 78,56% tercapai pada laju 4 LPM. Kandungan CO dan H₂ optimal masing-masing tercatat pada 3 LPM dan 4 LPM. Hasil ini menunjukkan bahwa laju aliran udara 3–4 LPM memberikan karakteristik gasifikasi paling optimal. Dengan demikian, pelet kayu campuran tapioka dapat menjadi bahan bakar alternatif yang menjanjikan dalam mendukung transisi energi terbarukan secara efisien.

Kata kunci: gasifikasi *updraft*, biomassa, pelet kayu, *syngas*, efisiensi termal