

RINGKASAN

Produksi dan konsumsi batubara peringkat rendah di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan, terutama untuk memenuhi kebutuhan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Kebutuhan batubara meningkat dari 61 juta ton pada tahun 2018 menjadi 81 juta ton pada tahun 2023. Ketergantungan yang tinggi terhadap batubara menimbulkan permasalahan khususnya terkait dampak lingkungan dan penurunan jumlah cadangan sumber daya energi fosil. Penelitian ini mengusulkan penerapan *co-firing* biomassa berupa ampas tebu yang merupakan limbah padat dari industri gula dan tersedia secara melimpah, sebagai solusi untuk mengurangi ketergantungan terhadap batubara sekaligus memitigasi dampak lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik bahan bakar (ampas tebu, batubara sub-bituminus, dan lignit), mengevaluasi proses pembakaran campuran, serta mengoptimalkan rasio pencampuran untuk memperoleh nilai kalor maksimum dengan kadar abu minimum.

Metode yang digunakan meliputi pengujian laboratorium untuk menentukan *moisture content*, *ash content*, *volatile matter* dan *fixed carbon*, serta analisis termogravimetri (TG) dan diferensial termogravimetri (DTG) untuk mengidentifikasi tahapan pembakaran. Selanjutnya, metode optimasi Pareto diterapkan untuk menentukan rasio pembakaran yang optimal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa masing-masing bahan bakar memiliki karakteristik berbeda. Biomassa ampas tebu memiliki *moisture content* sebesar 8,36%, *ash content* sebesar 14,69%, *volatile matter* sebesar 58,59%, dan *fixed carbon* sebesar 18,36%. Batubara sub-bituminus memiliki *moisture content* sebesar 11,58%, *ash content* sebesar 4,16%, *volatile matter* sebesar 43,23% dan *fixed carbon* sebesar 41,03%. Batubara lignit menunjukkan *moisture content* sebesar 18,82%, *ash content* sebesar 13,21%, *volatile matter* sebesar 36,77% dan *fixed carbon* sebesar 31,20%. Analisis TG dan DTG mengidentifikasi empat tahapan pembakaran, yaitu penguapan air, devolatilisasi, pembakaran senyawa volatil dan awal pembakaran karbon padat, serta pembakaran karbon sisa, dengan rentang suhu yang bervariasi tergantung pada komposisi bahan bakar. Optimasi rasio pencampuran menggunakan metode Pareto menghasilkan rasio optimal 25:75 (ampas tebu:sub-bituminus) dengan nilai kalor sebesar 4536,10 kkal/kg dan kadar abu 5,76%, serta rasio 80:20 (ampas tebu:lignit) dengan nilai kalor 4223,58 kkal/kg dan kadar abu 11,53%. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan *co-firing* dengan campuran ampas tebu dapat meningkatkan efisiensi energi dan berkontribusi dalam pengurangan dampak lingkungan.

SUMMARY

Indonesia has experienced a significant increase in the production and consumption of low-rank coal, particularly to meet the demands of coal-fired power plants (PLTU). Coal consumption rose from 61 million tonnes in 2018 to 81 million tonnes in 2023, leading to environmental concerns and the depletion of fossil fuel reserves. This study proposes the co-firing of sugarcane bagasse—a plentiful solid waste from the sugar industry—as a viable solution to reduce coal dependency and mitigate environmental impacts.

The research aims to analyze the fuel characteristics of sugarcane bagasse, sub-bituminous coal, and lignite; evaluate the combustion process of their mixtures; and optimize blending ratios to achieve maximum calorific value with minimal ash content.

Laboratory analyses were conducted to determine moisture content, ash content, volatile matter, and fixed carbon. Thermogravimetric (TG) and differential thermogravimetric (DTG) analyses were employed to identify combustion stages. Subsequently, Pareto optimization was applied to determine the optimal co-firing ratios.

Results indicate distinct characteristics for each fuel type. Sugarcane bagasse exhibited a moisture content of 8.36%, ash content of 14.69%, volatile matter of 58.59%, and fixed carbon of 18.36%. Sub-bituminous coal showed a moisture content of 11.58%, ash content of 4.16%, volatile matter of 43.23%, and fixed carbon of 41.03%. Lignite presented a moisture content of 18.82%, ash content of 13.21%, volatile matter of 36.77%, and fixed carbon of 31.20%. TG and DTG analyses identified four combustion stages: moisture evaporation, devolatilization, combustion of volatile compounds and initial fixed carbon, and combustion of residual carbon, with temperature ranges varying based on fuel composition. Pareto optimization revealed that a 25:75 ratio of sugarcane bagasse to sub-bituminous coal achieved a calorific value of 4,536.10 kcal/kg with an ash content of 5.76%. An 80:20 ratio of sugarcane bagasse to lignite yielded a calorific value of 4,223.58 kcal/kg and an ash content of 11.53%. These findings demonstrate that co-firing sugarcane bagasse with low-rank coal can enhance energy efficiency and contribute to environmental sustainability.