

RINGKASAN

Peningkatan produksi minyak atsiri dari jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) untuk menambah nilai ekonomi menghasilkan limbah padat dalam jumlah signifikan. Pemanfaatan limbah tersebut sebagai bahan baku biobriket menjadi strategi yang potensial dalam mendukung penyediaan energi alternatif berbasis biomassa. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah padat rimpang jahe merah sebagai biobriket serta mengevaluasi pengaruh jenis dan konsentrasi perekat terhadap karakteristik biobriket yang dihasilkan. Analisis awal terhadap bahan baku menunjukkan kandungan lignin sebesar 45,98%, selulosa 20,45%, dan hemiselulosa 2,59%. Limbah kemudian dikarbonisasi melalui proses pirolisis skala 30 liter pada suhu 400 °C selama 4 jam, menghasilkan biochar dengan rendemen 33,33%. Formulasi dan densifikasi biobriket dilakukan menggunakan perekat dari empat jenis tepung (tapioka, sagu, maizena, dan ketan) dengan tiga variasi konsentrasi (5%, 10%, dan 15%), ukuran partikel biochar 60 mesh, dan tekanan pemadatan 2 MT. Hasil pengujian menunjukkan bahwa biobriket dengan perekat tepung ketan konsentrasi 5% memiliki kadar air terendah (3,16%) dan nilai kalor tertinggi (4892,32 kal/g). Biobriket dengan perekat tepung maizena konsentrasi 5% menunjukkan kadar zat terbang terendah (35,06%), sedangkan tepung sagu konsentrasi 15% menghasilkan kadar abu terendah (21,68%). Nilai kuat tekan tertinggi dicapai oleh biobriket dengan perekat tapioka konsentrasi 15% (15,725 N/mm²), serta laju pembakaran terendah dan densitas tertinggi diperoleh pada konsentrasi perekat 15% (0,0148 gr/m; 0,818 g/cm³). Karakterisasi lanjut pada biobriket dengan konsentrasi perekat 5% mencakup analisis CHN, FTIR, SEM-EDX, dan higroskopisitas. Analisis CHN menunjukkan peningkatan kadar karbon dari biomassa ke biochar dan penurunan kembali setelah penambahan perekat. Spektrum FTIR memperlihatkan penurunan intensitas pita O-H serta peningkatan transmitansi gugus C=O, C=C, dan C-H. Citra SEM menunjukkan perubahan morfologi dari biomassa menjadi biochar akibat proses pirolisis dan pada biobriket morfologi terlihat lebih rapat akibat penambahan perekat. Hasil uji higroskopisitas menunjukkan biochar memiliki higroskopisitas paling rendah, pada biobriket menunjukkan biobriket dengan perekat tepung ketan memiliki daya serap air paling rendah (5,8096 ± 0,1354). Hasil EDX memperkuat data CHN dan mengidentifikasi keberadaan unsur mineral seperti K, Mg, Al, Ca, Ti, Fe, P, dan Mn, serta tidak mendeteksi unsur logam berat, sehingga biobriket dinilai aman untuk aplikasi sebagai bahan bakar alternatif.

Kata Kunci: Biobriket, Limbah, Rimpang Jahe, Pirolisis, Perekat

SUMMARY

*The increasing production of essential oil from red ginger (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) generates significant amounts of solid waste. Utilizing this waste as raw material for biobriquettes presents a potential strategy to support the supply of biomass-based alternative energy. This study aims to convert red ginger rhizome solid waste into biobriquettes and to evaluate the effects of binder types and concentrations on the resulting biobriquette characteristics. Initial analysis of the raw material revealed lignin content of 45.98%, cellulose 20.45%, and hemicellulose 2.59%. The waste was carbonized through a 30-liter scale pyrolysis process at 400 °C for 4 hours, yielding biochar with a recovery rate of 33.33%. Biobriquette formulation and densification were conducted using four binder types (tapioca, sago, maize, and glutinous rice flour) at three concentrations (5%, 10%, and 15%), with 60-mesh biochar particle size and a compaction pressure of 2 MT. The results showed that biobriquettes with 5% glutinous rice flour binder had the lowest moisture content (3.16%) and the highest calorific value (4892.32 cal/g). Biobriquettes with 5% maize flour binder exhibited the lowest volatile matter (35.06%), whereas 15% sago flour binder produced the lowest ash content (21.68%). The highest compressive strength was achieved with 15% tapioca flour binder (15.725 N/mm²), while the lowest burning rate and highest density were obtained at 15% binder concentration (0.0148 g/min; 0.818 g/cm³). Further characterization of biobriquettes at 5% binder concentration included CHN, FTIR, SEM-EDX, and hygroscopicity analyses. CHN analysis showed an increase in carbon content from biomass to biochar, followed by a decrease after binder addition. FTIR spectra revealed reduced O–H band intensity and increased transmittance of C=O, C=C, and C–H groups. SEM micrographs indicated morphological changes from biomass to biochar due to pyrolysis, and denser structures in biobriquettes with binder addition. Hygroscopicity tests showed that biochar had the lowest water absorption, while among the biobriquettes, those with glutinous rice flour binder exhibited the lowest water uptake (5.8096 ± 0.1354). EDX analysis supported CHN results and identified mineral elements such as K, Mg, Al, Ca, Ti, Fe, P, and Mn, with no detection of heavy metals, confirming the safety of the biobriquettes as an alternative fuel source.*

Keywords: Biobriquette, Waste, Red Ginger Rhizome, Pyrolysis, Binder