

INTISARI

Indonesia sebagai negara agraris memiliki potensi sumber daya alam yang melimpah, terutama pada sektor pertanian. Sebagai salah satu sektor penopang ekonomi bangsa, pemerintah terus berupaya untuk meningkatkan kapasitas produksi pertanian. Namun, pengolahan limbah pertanian yang dilakukan secara konvensional membuat permasalahan isu lingkungan kian terekspos. Pembakaran langsung limbah pertanian menginisiasi penumpukan emisi gas rumah kaca, seperti CO₂, CO, NO_x, SO_x. Munculnya emisi-emisi tersebut disebabkan pembakaran yang tidak terkontrol, baik dari segi suplai udara maupun jumlah bahan bakarnya. Lapisan rumah kaca berpotensi mengakibatkan terjadinya perubahan iklim secara global. Salah satu efek yang ditimbulkan ialah peningkatan temperatur permukaan bumi yang memicu ketidakseimbangan ekosistem alam. Selain itu, pembakaran tidak sempurna dapat menimbulkan emisi padatan berupa partikulat dengan ukuran yang sangat kecil hingga 2,5 mikron. Pada partikulat masih mengandung beberapa zat berbahaya, seperti timbal, sulfur, dll. yang berdampak buruk bagi kesehatan manusia. Sementara itu, ditengah ancaman krisis energi, limbah pertanian memiliki potensi untuk diolah menjadi EBT, dengan konsep hasil pembakaran tidak dibuang langsung ke atmosfer melainkan dikonversi menjadi energi. Oleh karena itu, penelitian optimalisasi kondisi operasional diperlukan untuk mengetahui efisiensi pembakaran biomassa terbaik, dengan pengeluaran emisi yang minimum.

Studi kali ini membahas terkait pengaruh *excess air* terhadap reduksi emisi dan karakteristik pembakaran biomassa ampas tebu dalam tungku bakar berjenis fixed grate furnace. Eksperimen dilaksanakan dengan variasi persentase *excess air* sebesar EA_50%, EA_75%, EA_100%, EA_200%, dan EA_250%. Parameter penelitian mengenai temperatur pembakaran, persentase kandungan gas O₂ dan CO₂, serta konsentrasi particulate matter pada gas buang digunakan untuk menentukan variasi *excess air* yang optimal pada kondisi operasional pembakaran. Pengukuran emisi menggunakan alat ukur berupa sensor kualitas udara SPS30, DFrobot oxygen sensor, Kane 457 gas analyzer, dan termokopel tipe k. Proses pengambilan data pembakaran dimulai dari pemanasan awal menggunakan LPG, fase *unsteady* pembakaran, fase *steady/sampling data*, dan pendinginan tungku bakar.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa persentase *excess air* yang optimal pada studi pembakaran ampas tebu ini sebesar 100%. Distribusi temperatur menunjukkan laju kenaikan temperatur yang semakin cepat seiring dengan naiknya persentase *excess air*. Hal ini menyebabkan pada variasi persentase *excess air* tinggi, pembakaran homogen lebih cepat dicapai. Namun, rerata secara keseluruhan distribusi temperatur selama 3 menit memperlihatkan variasi EA_100% memiliki nilai temperatur yang paling tinggi. Hal ini tervalidasi pada emisi gas buang yang dihasilkan oleh variasi EA_100% memiliki rerata persentase CO₂ paling tinggi yang menandakan pembakaran berlangsung sempurna dan mempengaruhi konsentrasi partikulat yang lebih terminimalisir dengan nilai faktor emisi sebesar 0,67 g PM / kg biomassa.

Kata Kunci: Biomassa, Emisi, Grate Furnace, *Excess air*, Ampas tebu, Particulate matter

ABSTRACT

Indonesia, as an agricultural country, has abundant natural resources, especially in the agricultural sector. As one of the main sectors supporting the national economy, the government continues to strive to increase agricultural production capacity. However, conventional agricultural waste processing methods have led to environmental issues. Direct burning of agricultural waste contributes to the accumulation of greenhouse gas emissions, such as CO₂, CO, NO_x, and SO_x. The emergence of these emissions is due to uncontrolled burning, both in terms of air supply and fuel quantity. The greenhouse effect has the potential to cause global climate change, resulting in increased surface temperatures and imbalances in natural ecosystems. In addition, incomplete combustion can release solid emissions in the form of particulate matter, with particle sizes as small as 2.5 microns. These particulates still contain harmful substances such as lead, sulfur, and others, which have negative impacts on human health. Meanwhile, amidst the energy crisis, agricultural waste has the potential to be converted into renewable energy, where the concept involves not directly releasing the combustion byproducts into the atmosphere but converting them into energy. Therefore, research on optimizing operational conditions is needed to determine the most efficient biomass combustion with minimal emissions.

This study discusses the influence of excess air on emission reduction and the combustion characteristics of bagasse biomass in a fixed grate furnace. The experiment is conducted with variations in excess air percentages of 50%, 75%, 100%, 200%, and 250%. Research parameters include combustion temperature, percentages of oxygen (O₂) and carbon dioxide (CO₂) gases, and the concentration of particulate matter in the exhaust gas. These parameters are used to determine the optimal excess air variation for combustion operational conditions. Emission measurements are taken using air quality sensors such as SPS30, DFrobot oxygen sensors, Kane 457 gas analyzers, and type K thermocouples. The data collection process includes initial heating using LPG, the unsteady combustion phase, steady/sampling data phase, and cooling of the combustion furnace.

The research results indicate that the optimal excess air percentage for bagasse combustion in this study is 100%. The temperature distribution shows a faster rate of temperature increase with higher excess air percentages. This results in faster attainment of homogeneous combustion at higher excess air percentages. However, the overall average temperature distribution along 3 minutes/ cycle shows that the 100% excess air variation has the highest temperature value. This is validated by the exhaust gas emissions produced by the 100% excess air variation, which has the highest average percentage of CO₂, indicating complete combustion and minimal particulate concentration with an emission factor value of 0,67 g PM/kg biomass.

Keywords: Biomass, Emissions, Fixed grate furnace, *Excess air*, Sugarcane bagasse, Particulate matter