BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan terhadap pembakaran biomassa tempurung kelapa, bambu, dan kardus dengan dua variasi massa bahan (1 kg dan 2 kg) menggunakan reaktor insinerator tipe fixed bed, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

a. Peningkatan tekanan udara dari 20m³/h hingga 40m³/h pada kedua massa bahan (1 kg dan 2 kg). Menyebabkan kenaikan suhu ruang bakar (T_1) dan suhu gas buang (T_2) pada semua jenis biomassa. Pada massa 1 kg, suhu tertinggi tercatat pada tempurung kelapa 910°C, sedangkan pada massa 2 kg mencapai 1215°C. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar suplai udara dan massa bahan, semakin besar energi panas yang dihasilkan.
b. Jenis biomassa berpengaruh signifikan terhadap suhu pembakaran dan emisi gas. Tempurung kelapa menunjukkan performa pembakaran paling baik dengan suhu tinggi, kadar CO terendah (54–59 ppm), dan CO_2 tertinggi (13,2–13,6%), menandakan pembakaran paling sempurna. Sebaliknya, kardus menghasilkan suhu rendah dan kadar CO tinggi, menandakan pembakaran tidak sempurna. Campuran 1:1:1 memberikan hasil menengah dengan kestabilan suhu dan emisi yang baik.
c. Konsentrasi gas buang menunjukkan pola yang sama pada kedua massa bahan yaitu: " *Pertama*, Kadar CO menurun dengan meningkatnya tekanan udara → menandakan pembakaran semakin sempurna; *Kedua*,

Kadar CO_2 meningkat karena oksidasi karbon berlangsung optimal; *Ketiga*, Kadar NOx sedikit meningkat akibat suhu tinggi, namun tetap di bawah batas aman menurut Peraturan KLHK No. 21 Tahun 2008".

d. Perbandingan efisiensi antar jenis biomassa menunjukkan urutan yang konsisten pada kedua massa bahan yaitu : Tempurung Kelapa > Campuran 1:1:1 > Bambu > Kardus.

   Tempurung kelapa terbukti paling efisien menghasilkan energi panas dengan pembakaran yang stabil dan emisi gas rendah.

e. Reaktor insinerator tipe fixed bed yang dirancang berfungsi efektif sebagai alat uji pembakaran biomassa. Alat ini mampu menjaga kestabilan suhu, mempermudah pengaturan udara pembakaran, dan menghasilkan data akurat terhadap suhu serta emisi gas buang.

Hasil penelitian ini memberikan implikasi bahwa pemanfaatan biomassa seperti tempurung kelapa, bambu, dan kardus dapat menjadi solusi alternatif dalam pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Penggunaan reaktor insinerator tipe fixed bed terbukti mampu meningkatkan efisiensi pembakaran sekaligus menekan emisi gas buang. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar dalam pengembangan sistem pembakaran biomassa skala kecil serta penerapan teknologi energi bersih di masa depan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan keterbatasan penelitian ini, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

a. Perlu dilakukan pengujian lanjutan dengan variasi ukuran partikel, kadar air, serta rasio campuran bahan biomassa untuk memperoleh data yang lebih lengkap tentang efisiensi pembakaran.
b. Sistem kontrol udara dan suhu reaktor sebaiknya dikembangkan secara otomatis agar proses pembakaran lebih stabil dan efisien.
c. Analisis emisi T_1 dan T_2 perlu ditambahkan guna mengetahui dampak lingkungan lebih detail dari proses pembakaran biomassa.
d. Pengujian nilai kalor efektif atau energi panas total hasil pembakaran perlu dilakukan untuk menentukan efisiensi termal reaktor secara kuantitatif.
e. Teknologi penyaring gas buang seperti *cyclone separator* atau *wet scrubber* disarankan diterapkan agar emisi gas hasil pembakaran memenuhi standar lingkungan dan aman bagi kesehatan.