

## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data, audit energi, dan pemodelan *Life Cycle Assessment* (LCA) pada sistem produksi teh hijau di PPTK Gambung dengan batas sistem *gate-to-gate*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai Specific Energy Consumption (SEC) total sistem produksi teh hijau di PPTK Gambung adalah sebesar 34,56 MJ/kg produk, yang terdiri atas SEC termal 32,65 MJ/kg atau 94,48% dari total kebutuhan energi, serta SEC listrik 1,91 MJ/kg yang setara dengan 0,5302 kWh/kg atau 5,52% dari total. Beban energi termal terkonsentrasi pada tiga unit pemanasan utama, yaitu *Ball tea* sebesar 17,24 MJ/kg (52,80% dari total energi termal), *Rotary Panner* sebesar 11,05 MJ/kg (33,84%), dan *ECP* sebesar 4,36 MJ/kg (13,35%). Untuk energi listrik, kontribusi tertinggi terdapat pada *Ball tea* sebesar 0,1605 kWh/kg produk, diikuti oleh *ECP* sebesar 0,1148 kWh/kg produk. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem produksi teh hijau di PPTK Gambung bersifat termal-intensif, dengan titik kritis konsumsi energi berada pada tahapan pemanasan dan pengeringan.
2. Total jejak karbon sistem produksi teh hijau pada batas *gate-to-gate* adalah sebesar 4,0613 kg CO<sub>2</sub>eq per 1 kg teh hijau kering terkemas, berdasarkan hasil pemodelan LCIA kategori *Climate Change – GWPI00* menggunakan OpenLCA. Berdasarkan kontribusi sumber *input*, emisi terbesar berasal dari *wood pellet* sebesar 3,4333 kg CO<sub>2</sub>eq/FU atau 84,54%, diikuti oleh listrik sebesar 0,4613 kg CO<sub>2</sub>eq/FU atau 11,36%, serta LPG sebesar 0,1562 kg CO<sub>2</sub>eq/FU atau 3,84%. Kontribusi material kemasan relatif sangat kecil, yaitu karung PP 0,18% dan plastik inner 0,09%, sehingga tidak termasuk sumber emisi dominan dalam sistem.
3. Tahapan proses yang menjadi *hotspot* emisi utama adalah *Ball tea*, dengan kontribusi sebesar 1,9996 kg CO<sub>2</sub>eq/kg produk atau 49,24% dari total jejak karbon sistem. *Hotspot* berikutnya adalah *Rotary Panner* sebesar 1,3101 kg

CO<sub>2</sub>eq/kg produk atau 32,26%, serta *ECP* sebesar 0,5740 kg CO<sub>2</sub>eq/kg produk atau 14,13%. Dengan demikian, ketiga unit pemanasan tersebut secara bersama-sama menyumbang sekitar 95,63% dari total jejak karbon sistem. Hasil ini menegaskan bahwa pusat pembentukan emisi pada produksi teh hijau berada pada tahapan pemanasan dan pengeringan, terutama pada unit yang memiliki kebutuhan energi termal tinggi dan efisiensi termal rendah.

4. Berdasarkan integrasi hasil audit energi dan analisis *hotspot* LCA, prioritas perbaikan paling relevan untuk sistem produksi teh hijau di PPTK Gambung adalah peningkatan efisiensi termal pada *Ball tea*, *Rotary Panner*, dan *ECP*. Upaya seperti pemasangan insulasi termal, perbaikan pengendalian panas, optimasi operasi mesin, serta modernisasi sistem pembakaran pada unit pemanasan berpotensi menurunkan konsumsi *wood pellet* dan memperbaiki efisiensi pemanfaatan panas. Selain itu, pengelolaan beban listrik dan utilitas juga diperkirakan dapat mendukung penurunan emisi operasional, meskipun kontribusinya lebih kecil dibandingkan unit pemanasan utama.

## **B. Saran**

Berdasarkan temuan penelitian dan pemetaan pada Matriks Prioritas Tindakan, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan, baik bagi pihak perusahaan maupun bagi penelitian selanjutnya:

### **1. Bagi Perusahaan (PPTK Gambung)**

- a) Pihak manajemen disarankan untuk segera melakukan optimasi kapasitas muatan mesin (*batch loading*) agar meminimalkan pemborosan *Specific Energy Consumption* (SEC). Selain itu, sangat direkomendasikan untuk memasang insulasi termal (seperti *glass wool*) pada dinding luar silinder mesin *Ball tea* dan *Rotary Panner* untuk memblokir *forced convection* dengan biaya investasi yang rendah.
- b) Untuk mendukung penurunan emisi operasional, perusahaan dapat mempertimbangkan modernisasi sistem pembakaran terbuka menjadi

sistem tungku tertutup, seperti *vertical burner* atau gasifikasi biomassa, yang dilengkapi kontrol laju udara otomatis. Selain itu, pemasangan *Variable Frequency Drive* (VFD) pada motor listrik pabrik juga direkomendasikan untuk menekan konsumsi daya yang berlebih.

## **2. Bagi Peneliti Selanjutnya**

- a) Diharapkan pada penelitian LCA selanjutnya, batasan sistem dapat diperluas menjadi *Cradle-to-grave*, yakni dengan memasukkan perhitungan jejak karbon dari tahap budidaya di perkebunan (seperti emisi dari pupuk kimia) hingga tahap distribusi produk akhir ke konsumen.
- b) Disarankan untuk melakukan kajian Analisis Kelayakan Finansial (seperti *Cost-Benefit Analysis* dan *Payback Period*) untuk menghitung rincian biaya investasi secara eksak terhadap rekomendasi modifikasi alat yang telah diusulkan dalam penelitian ini.