

ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi potensi limbah kulit kopi Gayo Arabika sebagai bahan baku karbon aktif untuk elektroda superkapasitor. Limbah diperoleh dari Bener Meriah, Aceh Tengah, dan diproses melalui pre-treatment menggunakan metode freeze-drying dan oven. Tahapan produksi mencakup pirolisis pada 480 °C, aktivasi kimia menggunakan larutan KOH 2%, dan aktivasi fisika pada 800 °C dalam atmosfer nitrogen. Karakterisasi dilakukan melalui TGA, SEM, FTIR, BET, dan Cyclic Voltammetry (CV). Hasil menunjukkan bahwa freeze-drying menghasilkan struktur pori dan luas permukaan yang lebih baik dibanding oven. Aktivasi kombinasi kimia-fisika memberikan nilai kapasitansi spesifik tertinggi. Penilaian ekonomi dilakukan dengan pendekatan Techno-Economic Assessment (TEA), meliputi perhitungan TPC, BEP, NPV, dan IRR. Hasil analisis menunjukkan NPV positif dan IRR yang melebihi tingkat diskonto, menandakan kelayakan teknis dan ekonomis. Dengan demikian, kulit kopi berpotensi sebagai biomassa bernilai tambah tinggi untuk aplikasi superkapasitor.

Kata Kunci: Karbon aktif, kulit kopi, freeze-drying, superkapasitor, analisis ekonomi.

ABSTRACT

This study evaluates the potential of Gayo Arabica coffee peel waste as a raw material for activated carbon in supercapacitor electrodes. The biomass, sourced from Bener Meriah, Central Aceh, underwent pre-treatment using freeze-drying and oven methods. Processing included pyrolysis at 480 °C, chemical activation with 2% KOH, and physical activation at 800 °C under nitrogen. Characterization involved TGA, SEM, FTIR, BET, and Cyclic Voltammetry (CV). Results showed that freeze-drying yielded better pore structure and surface area than oven drying. The chemical-physical activation provided the highest specific capacitance. Techno-Economic Assessment (TEA) covering TPC, BEP, NPV, and IRR showed a positive NPV and feasible IRR, confirming technical and economic viability. Coffee peel is thus a promising, eco-friendly biomass for supercapacitor applications.

Keywords: Activated carbon, coffee peel, freeze-drying, supercapacitor, economic analysis.