

ABSTRAK

**PENGARUH AKTIVASI KIMIA DAN FISIKA TERHADAP LUAS
PERMUKAAN SPESIFIK KARBON AKTIF LIMBAH KULIT KOPI
SEBAGAI MATERIAL ELEKTRODA SUPERKAPASITOR**

Oleh

Asri Handayani

Penelitian ini dilatar belakangi oleh kebutuhan akan material elektroda superkapasitor yang ramah lingkungan dan bersumber dari limbah biomassa, khususnya limbah kulit kopi yang kaya akan lignoselulosa. Tujuan utama dari penelitian ini adalah mensintesis dan mengkarakterisasi karbon aktif berbasis limbah kulit kopi melalui variasi aktivasi kimia dan fisika, dengan fokus pada pengaruh jenis aktivator (KOH, NaOH, ZnCl_2 , H_3PO_4), konsentrasi, suhu, dan waktu aktivasi terhadap sifat fisik dan elektrokimia material. Delapan sampel karbon aktif (K1–K8) disiapkan menggunakan desain eksperimen metode Taguchi dengan orthogonal array L8. Prosedur melibatkan proses pirolisis, aktivasi kimia, dan aktivasi fisika pada suhu 700-900 °C selama 1-3 jam, diikuti dengan karakterisasi menggunakan XRD, SEM-EDS, BET, serta uji performa elektrokimia melalui metode *Cyclic Voltammetry* (CV). Hasil karakterisasi XRD menunjukkan bahwa seluruh sampel memiliki struktur semi-kristalin dengan dominasi fasa amorf. Uji SEM menunjukkan hasil gambar dari morfologi permukaan berpori yang semakin berkembang seiring peningkatan suhu dan rasio aktivator. Analisis BET mencatat peningkatan luas permukaan spesifik dari 96,38 m^2/g (K1) hingga 388,73 m^2/g (K8), menandakan keberhasilan aktivasi. Uji CV menunjukkan kapasitansi spesifik tertinggi sebesar 8,80 F/g pada sampel K8. Melalui analisis metode Taguchi, kombinasi optimal diperoleh pada penggunaan H_3PO_4 5%, suhu 700 °C, dan waktu 1 jam, yang menghasilkan karakteristik fisik dan elektrokimia terbaik. Secara keseluruhan, kombinasi aktivasi kimia dan fisika terbukti efektif dalam meningkatkan performa karbon aktif limbah kulit kopi sebagai material elektroda superkapasitor.

Kata kunci: Karbon aktif, kulit kopi, aktivasi, kapasitansi, superkapasitor.

ABSTRACT

THE EFFECT OF CHEMICAL AND PHYSICAL ACTIVATION ON THE SPECIFIC SURFACE AREA OF ACTIVATED CARBON FROM COFFEE SKIN WASTE AS A SUPERCAPACITOR ELECTRODE MATERIAL

Oleh

Asri Handayani

This research is motivated by the need for environmentally friendly supercapacitor electrode materials sourced from biomass waste, especially coffee husk waste which is rich in lignocellulose. The main objective of this research is to synthesize and characterize coffee husk waste-based activated carbon through variations in chemical and physical activation, with a focus on the effect of activator type (KOH, NaOH, ZnCl₂, H₃PO₄), concentration, temperature, and activation time on the physical and electrochemical properties of the material. Eight activated carbon samples (K1–K8) were prepared using the Taguchi method experimental design with an L8 orthogonal array. The procedure involved pyrolysis, chemical activation, and physical activation at 700–900 °C for 1–3 hours, followed by characterization using XRD, SEM-EDS, BET, and electrochemical performance testing using the Cyclic Voltammetry (CV) method. The XRD characterization results showed that all samples had a semi-crystalline structure with a dominant amorphous phase. SEM test shows the image results of the porous surface morphology that increasingly develops with increasing temperature and activator ratio. BET analysis recorded an increase in the specific surface area from 96,38 m²/g (K1) to 388,73 m²/g (K8), indicating successful activation. CV test showed the highest specific capacitance of 8,80 F/g in the K8 sample. Through Taguchi method analysis, the optimal combination was obtained at the use of 5 % H₃PO₄, a temperature of 700 °C, and a time of 1 hour, which produced the best physical and electrochemical characteristics. Overall, the combination of chemical and physical activation proved effective in improving the performance of coffee husk waste activated carbon as a supercapacitor electrode material.

Keywords: Activated carbon, coffee husk, activation, capacitance, supercapacitor.