

Pengembangan Kapasitor Lithium Ion Sebagai Piranti Penyimpan Energi Berbahan Biomassa Ampas Tebu Dengan Komposit MnO₂ = Development Of Lithium-Ion Capacitors as Energy Storage Made From Sugarcane Bagasse Biomass With MnO₂ composite

Murie Dwiyaniti, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920538362&lokasi=lokal>

Abstrak

Pemanasan global dari berbagai sektor kehidupan, terutama sektor energi, berdampak signifikan terhadap emisi gas rumah kaca sehingga diperlukan energi bersih yang bersumber dari energi baru terbarukan (EBT). Meskipun Indonesia telah mendorong penggunaan EBT, namun kendala pengembangan dan sifat intermittent sumber EBT memerlukan piranti penyimpanan energi yang berbiaya tinggi. Kapasitor Lithium Ion (KLI), piranti penyimpanan energi jenis baru yang merupakan gabungan baterai lithium ion pada anoda dan superkapasitor pada katoda, menawarkan solusi kerapatan energi yang besar dan daya yang tinggi. Namun performansi KLI sangat dipengaruhi oleh material katoda yang berbahan karbon aktif. Karbon aktif umumnya terbuat dari graphene yang mahal, proses pembuatannya kompleks dan berbahaya bagi kesehatan. Sehingga perlu dicarikan alternatif bahan pembuat karbon aktif yang murah dan ramah lingkungan. Salah satu opsinya adalah limbah biomassa ampas tebu yang sangat berlimpah di Indonesia. Ampas tebu memiliki kandungan karbon dan lignoselulosa yang tinggi sehingga dapat dijadikan material karbon aktif berkualitas. Dalam penelitian ini, peneliti mensintesis ampas tebu menjadi karbon aktif menggunakan metode pirolisis sederhana dengan tabung reaktor kedap udara dan cara kering, di mana aktivator kimia dicampur langsung ke dalam karbon tanpa larutan, sehingga lebih efisien dari segi waktu dan biaya. Selanjutnya, karbon aktif ampas tebu digunakan sebagai material katoda pada KLI dan disusun bersama dengan LTO sebagai anoda dalam bentuk koin sel CR2032. Namun hasil pengujian elektrokimia KLI berbahan karbon ampas tebu menunjukkan kerapatan daya dan konduktivitas yang rendah. Untuk mengatasi hal tersebut, ditambahkanlah oksida logam berupa MnO₂ yang memiliki kapasitansi tinggi, murah dan ramah lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif berbahan ampas tebu dapat dijadikan material katoda pada KLI. Luas permukaan spesifik tertinggi adalah 1906 m²/g, spesifik kapasitansi 61 F/g, kerapatan energi 122 Wh/kg, kerapatan daya 1800 W/kg, konduktivitas 2,15 μS/cm, dan kapasitas 33 mAh/g dengan retensi 84% dalam 100 siklus. Penambahan MnO₂ pada karbon aktif menunjukkan peningkatan performansi elektrokimia KLI yaitu spesifik kapasitansi 101 F/g, kerapatan energi 452 Wh/kg, kerapatan daya 2700 W/kg, konduktivitas 9,17 μS/cm, dan kapasitas 55 mAh/g dengan retensi 93% dalam 100 siklus. Kesimpulan penelitian ini, ampas tebu berpotensi menjadi karbon aktif yang digunakan sebagai material katoda pada KLI. Penambahan MnO₂ pada karbon aktif ampas tebu menunjukkan kinerja KLI yang lebih baik sebagai piranti penyimpanan energi yang ramah lingkungan.

.....Global warming from various life sectors, especially the energy sector, significantly impacts greenhouse gas emissions, necessitating clean energy sourced from renewable sources (RE). Despite Indonesia's promotion of RE, the unstable nature of these sources requires high-cost energy storage devices (batteries). Lithium-ion capacitors (LICs), a new battery combining lithium-ion batteries on the anode and supercapacitors on the cathode, offer a solution. However, LIC performance is highly reliant on cathode materials made of activated carbon. Activated carbon, typically made from expensive and hazardous

graphene, has a complex production process. Bagasse is proposed as an eco-friendly and cost-effective alternative with a simpler production process. Its advantage lies in its high carbon content and lignocellulosic nature, ideal for activated carbon material. The synthesis method involves bagasse pyrolysis in a gas-tight tube furnace without gas and KOH activation via dry mixing, making it more time and cost-efficient. Bagasse-derived activated carbon is then used as the cathode material in LIC, combined with LTO as the anode in CR2032 coin cells. Characterization tests of the bagasse-derived carbon material in LIC revealed low power density and conductivity. To address this, manganese dioxide (MnO_2), known for its high capacitance and eco-friendliness, was added. Research findings indicate that bagasse-derived activated carbon can be used as the cathode material in LIC. The highest specific surface area is $1906 \text{ m}^2/\text{g}$, specific capacitance of 61 F/g , energy density of 122 Wh/kg , a power density of 1800 W/kg , conductivity of $2.15 \text{ }\mu\text{S/cm}$, and a capacity of 33 mAh/g with an 84% retention over 100 cycles. The addition of MnO_2 showed improved electrochemical performance in LIC with a specific capacitance of 101 F/g , energy density of 452 Wh/kg , power density of 2700 W/kg , conductivity of $9.17 \text{ }\mu\text{S/cm}$, and a capacity of 55 mAh/g with a 93% retention over 100 cycles. This research concludes that sugarcane bagasse has the potential to become activated carbon used as the cathode material in LICs. Adding MnO_2 to the activated carbon from sugarcane bagasse demonstrates the better performance of LICs as environmentally friendly energy storage devices