

## INTISARI

Pesatnya perkembangan teknologi terutama dibidang kendaraan listrik dewasa ini membuat penggunaan baterai litium meningkat secara signifikan. Semakin banyaknya penggunaan baterai litium akan berbanding lurus dengan limbah baterai yang dihasilkan. Namun, baterai bekas masih mengandung *valuable metal* yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Oleh sebab itu, diperlukan daur ulang baterai litium bekas yang efektif, efisien, dan dapat diaplikasikan dalam skala industri. Salah satu tahapan daur ulang baterai dari hasil *crushing* adalah pemisahan campuran katoda dan anoda dalam *blackmass*. Keduanya memiliki perbedaan sifat permukaan dan sifat fisis maka salah satu metode pemisahan yang dapat dipertimbangkan adalah elutriasi.

Elutriasi merupakan salah satu cara pemisahan katoda dan anoda dari *blackmass* hasil *crushing* dengan memanfaatkan perbedaan densitas dan *terminal velocity* menggunakan fluida yaitu air. Umpan elutriator merupakan campuran katoda dan anoda dengan perbandingan katoda 27,46% dan anoda 72,54%. Variasi ukuran *blackmass* katoda dan anoda untuk umpan elutriator berkisar 38-53  $\mu\text{m}$ . Pemisahan campuran *blackmass* dilakukan pada variasi kecepatan air 24, 27, dan 34 mL/min, variasi rasio *solid per liquid* (S/L) 5, 10, 15, dan 20 g/L, dan variasi waktu pengambilan sampel menit ke-0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, dan 11. Sesudah itu, perlu diketahui komposisi katoda dan anoda pada hasil bawah dan atas elutriator, morfologi permukaan campuran katoda dan anoda, dan muatan permukaan dari katoda dan anoda. Hasil komposisi katoda dan anoda pada hasil bawah dan atas elutriator dapat diperoleh besarnya fraksi katoda, *recovery* katoda, dan pemodelan matematis dari proses pemisahan katoda dan anoda dengan proses elutriasi.

Berdasarkan hasil penelitian, faktor yang mempengaruhi proses pemisahan campuran katoda dan anoda menggunakan elutriasi adalah kecepatan air, konsentrasi *slurry*, bentuk partikel, dan interaksi antarpartikel. Hasil fraksi katoda tertinggi pada variasi kecepatan air 34 mL/min dan rasio S/L 5 g/L sebesar 0,4485 sedangkan hasil *recovery* katoda tertinggi pada variasi kecepatan air 24 mL/min dan rasio S/L 5 g/L sebesar 62,07%. Interaksi antarpartikel terjadi karena keberadaan Polyvinylidene Fluoride (PVDF) pada permukaan katoda. Hal tersebut dibuktikan dengan adanya perbedaan nilai zeta potensial katoda sebelum dan sesudah kalsinasi pada suhu 500°C. Zeta potensial anoda sebesar -39,1 mV dan zeta potensial katoda sebesar -46,5 mV namun zeta potensial katoda berubah menjadi +1,3 mV setelah proses kalsinasi. Selain itu, PVDF memiliki sifat non polar dan hidrofobik yang dapat menyebabkan interaksi *dipole-induced dipole* dan interaksi hidrofobik sehingga mempersulit proses pemisahan campuran katoda dan anoda.

**Kata kunci:** elutriasi, *crushing*, daur ulang, baterai litium

## ABSTRACT

*The rapid development of technology, especially in the field of electric vehicles, has led to a significant increase in the use of lithium batteries. The growing use of lithium batteries is directly proportional to the amount of battery waste generated. However, used batteries still contain valuable metals with high economic value. Therefore, effective and efficient recycling of used lithium batteries applicable on an industrial scale is necessary. One stage of battery recycling, following the crushing process, involves separating the cathode and anode mixture in black mass. Since they exhibit different surface and physical properties, elutriation is considered a separation method.*

*Elutriation is a process that separates cathodes and anodes from black mass, utilizing differences in density and terminal velocity with water as the fluid. The elutriator feed consists of a mixture of cathodes and anodes with a ratio of 27.46% cathode to 72.54% anode. The size variation of cathode and anode black mass for the elutriator feed ranges from 38-53  $\mu\text{m}$ . Separation of the black mass mixture is conducted at various water velocities (24, 27, and 34 mL/min), solid-to-liquid ratio (S/L) variations (5, 10, 15, and 20 g/L), and sampling times (minutes 0 through 11). Subsequently, the composition of cathodes and anodes in the bottom and top elutriator results, the surface morphology of the cathode and anode mixture, and the surface charges of the cathode and anode need to be determined. The outcomes include the cathode fraction, cathode recovery, and mathematical modeling of the cathode and anode separation process through elutriation.*

*Based on the research results, factors influencing the separation process of cathode and anode mixtures using elutriation include water velocity, slurry concentration, particle shape, and interparticle interactions. The highest cathode fraction occurred at a water velocity of 34 mL/min and an S/L ratio of 5 g/L, reaching 0.4485, while the highest cathode recovery was at a water velocity of 24 mL/min and an S/L ratio of 5 g/L, achieving 62.07%. Interparticle interactions occur due to the presence of Polyvinylidene Fluoride (PVDF) on the cathode surface, evidenced by differences in cathode zeta potential before and after calcination at 500°C. The anode zeta potential is -39.1 mV, and the cathode zeta potential is -46.5 mV, but the cathode zeta potential changes to +1.3 mV after calcination. Additionally, PVDF's nonpolar and hydrophobic properties can lead to dipole-induced dipole interactions and hydrophobic interactions, complicating the separation process of cathode and anode mixtures.*

**Keywords:** *elutriation, crushing, recycling, lithium batteries*