

INTISARI

Baterai lithium-ion (LIB) merupakan salah satu jenis baterai yang permintaannya terus meningkat setiap tahun, seiring dengan perkembangan perangkat elektronik dan kendaraan listrik. Meskipun dapat diisi ulang, siklus hidup baterai tetap terbatas sehingga menghasilkan limbah, khususnya dari baterai jenis NMC (Nickel Manganese Cobalt). Proses daur ulang katoda baterai NMC menghasilkan air limbah dengan kandungan ion litium (Li) dan natrium (Na) dalam konsentrasi tinggi, yaitu masing-masing sebesar 1.202 ppm dan 76.929 ppm. Konsentrasi tinggi dari ion-ion ini berpotensi mencemari lingkungan, sehingga diperlukan metode pengolahan yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kemampuan karbon aktif dalam menyerap ion Li dan Na dari limbah cair hasil daur ulang baterai NMC, dengan menggunakan dua metode adsorpsi yaitu batch dan kolom. Pada metode kolom, variabel yang dikaji adalah pH (5, 7, dan 9), dengan laju alir 31 cm³/menit, dosis karbon aktif 120 gram, dan waktu kontak selama 2 jam. Pada metode batch, variabel yang diteliti adalah pH (5, 7, dan 9) dan dosis adsorben (20 g/L dan 200 g/L), dengan waktu kontak yang sama. Sampel diambil secara berkala dan dianalisis menggunakan Inductively Coupled Plasma (ICP) untuk menentukan efisiensi penjerapan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum adsorpsi diperoleh pada pH 9, dosis adsorben 200 g/L, dan waktu kontak 120 menit, dengan efisiensi penjerapan masing-masing sebesar 98% untuk Li dan 97% untuk Na. Evaluasi kinetika adsorpsi menunjukkan bahwa proses mengikuti model kinetika orde dua, dengan konstanta laju sebesar 0,052 (mg/g)/s untuk Li dan 0,00022 (mg/g)/s untuk Na. Berdasarkan hasil tersebut, karbon aktif terbukti efektif sebagai adsorben dalam pengolahan limbah cair hasil daur ulang baterai litium-ion.

Kata kunci: karbon aktif, adsorpsi, baterai NMC, kinetika orde dua

ABSTRACT

Lithium-ion batteries (LIBs) are among the most widely used energy storage devices, with increasing demand each year driven by the rapid development of electronic devices and electric vehicles. Although rechargeable, these batteries have a limited lifecycle, eventually generating waste—particularly from NMC (Nickel Manganese Cobalt) type batteries. The recycling process of NMC cathodes produces wastewater containing high concentrations of lithium (Li) and sodium (Na) ions, measured at 1,202 ppm and 76,929 ppm, respectively. These elevated concentrations pose a potential environmental hazard, necessitating an effective treatment method. This study aims to evaluate the performance of activated carbon in adsorbing Li and Na ions from wastewater resulting from the recycling of NMC batteries, using two adsorption methods: batch and fixed-bed column. In the column method, the variable studied was pH (5, 7, and 9), with a flow rate of 31 cm³/min, 120 grams of activated carbon, and a contact time of 2 hours. In the batch method, the variables examined were pH (5, 7, and 9) and adsorbent dosage (20 g/L and 200 g/L), with the same contact time. Samples were collected periodically and analyzed using Inductively Coupled Plasma (ICP) to determine the adsorption efficiency. The results showed that the optimum adsorption condition was achieved at pH 9, with an adsorbent dosage of 200 g/L and a contact time of 120 minutes, yielding removal efficiencies of 98% for Li and 97% for Na. Kinetic evaluation indicated that the adsorption process followed a pseudo-second-order kinetic model, with rate constants of 0.052 (mg/g)/min for Li and 0.00022 (mg/g)/min for Na. These findings demonstrate that activated carbon is an effective adsorbent for the treatment of wastewater generated from lithium-ion battery recycling.

Keywords: activated carbon, adsorption, NMC battery, pseudo-second-order kinetics