

INTISARI

Jumlah mobil listrik di masa depan diperkirakan akan meningkat seiring dengan waktu. Sementara itu, baterai yang digunakan dalam kenadaraan listrik memiliki batas waktu penggunaan sehingga akan menjadi limbah di masa yang akan datang. Baterai bekas ini dapat mencemari lingkungan, namun di sisi lain memiliki kandungan logam berharga yang perlu didaur ulang. Penelitian ini merupakan bagian dari proses daur ulang baterai ion litium jenis NMC yang direncanakan akan banyak digunakan di Indonesia. Baterai NMC merupakan baterai dimana katoda penyusunnya terdiri dari logam litium, nikel, mangan, dan kobalt. Daur ulang katoda baterai bekas ini dilakukan dengan metode hidrometalurgi menggunakan pelarut asam oksalat yang ramah lingkungan. Penggunaan metode hidrometalurgi menghasilkan kemurnian produk yang lebih tinggi dengan biaya operasinya yang relatif murah. Metode hidrometalurgi terdiri dari proses *pre-treatment* dan *leaching*. Pemilihan asam oksalat dengan konsentrasi rendah sebagai pelarut ditujukan untuk memperoleh kemurnian logam Li yang tinggi. Selain asam oksalat, terdapat asam askorbat sebagai bahan pereduksi untuk membantu proses *leaching* agar berjalan dengan cepat. Penggunaan lain dari asam askorbat adalah sebagai pereduksi ion logam seperti Mn, Ni, dan Co agar mudah terlarut di dalam larutan. Proses karakterisasi bahan baku terdiri dari analisis komposisi logam menggunakan ICP-OES, analisis distribusi ukuran partikel menggunakan PSA, dan identifikasi bahan baku menggunakan Raman *Spectroscopy*. Penelitian ini mengkaji pengaruh pH asam oksalat, suhu operasi, penambahan bahan pereduksi, dan rasio padat-cair untuk memungut logam Li. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum pH asam oksalat sebesar 0,4 dengan penambahan bahan pereduksi 2 % g asam askorbat / g katoda NMC. Pada kondisi optimum ini akan menghasilkan pemungutan logam Li sebesar 67% dengan selektivitas logam Li sebesar $\pm 97\%$. Proses pemungutan ini menghasilkan logam Mn, namun seiring berjalannya waktu pemungutan logam menurun akibat kelarutannya yang rendah. Pemodelan kinetika proses *leaching* katoda baterai NMC didasari dari metode SCM yang dimodifikasi dengan diikuti pengendapan produk. Pada proses *leaching*, logam Li terlarut dalam bentuk $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$, sedangkan logam Mn akan membentuk khelasi kuat dengan oksalat membentuk endapan yang diperkirakan dapat menghambat proses *leaching* pada bagian katoda yang belum bereaksi.

Kata kunci: Baterai NMC; Hidrometalurgi; Asam Oksalat; *Leaching*; Presipitasi.

ABSTRACT

The amounts of electric cars in the future were expected to increase over time. Meanwhile, the batteries used in electric vehicles have a usage time limit so it will become waste in the future. These used batteries can pollute the environment, but on the other hand, batteries contain valuable metals that need to be recycled. This research is part of the NMC type lithium-ion battery recycling process which is planned to be widely used in Indonesia. NMC battery is a battery in which the constituent cathode consists of lithium, nickel, manganese, and cobalt metals. The recycling of used battery cathodes is carried out using a hydrometallurgical method using an environmentally friendly oxalic acid solvent. The use of hydrometallurgical methods results in higher product purity with relatively low operating costs. The hydrometallurgical method consists of pre-treatment and leaching processes. The selection of low concentration oxalic acid as a solvent is intended to obtain high purity Li metal. In addition to oxalic acid, there is ascorbic acid is a reducing agent to help the leaching process run quickly. Another use of ascorbic acid is as a reducing agent for metal ions such as Mn, Ni, and Co so that they are easily dissolved in solution. The raw material characterization process consisted of metal composition analysis using ICP-OES, particle size distribution analysis using PSA, and raw material identification using Raman Spectroscopy. This research examines the effect of oxalic acid pH, operating temperature, addition of reducing agents, and solid-liquid ratio to pick up Li metal. The results showed that the optimum pH of oxalic acid was 0.4 with the addition of a reducing agent of 2% w ascorbic acid / w NMC cathode. At this optimum condition, Li metal recovery will be 67% with Li metal selectivity $\pm 97\%$. This recovery process produces Mn metal, but over time the metal recovery decreases due to its low solubility. The kinetics modeling of the NMC battery cathode leaching process is based on the modified SCM method followed by-product deposition. In the leaching process, Li metal is dissolved in the form of $\text{Li}_2\text{C}_2\text{O}_4$, while Mn metal will form strong chelation with oxalate to form a precipitate which is thought to inhibit the leaching process at the unreacted cathode.

Keywords: NMC Battery; Hydrometallurgy; Oxalic Acid; Leaching; Precipitation.