ABSTRAK

Faraz Ayudhya: *Pengaruh Variasi Konsentrasi Kalsium Klorida ($CaCl_2$) pada Metode Soybean-Crude Urease Calcite Precipitation (SCU-CP) untuk Perbaikan Tanah Pasir*. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan. 2026.

Tanah pasir adalah salah satu jenis tanah yang memiliki kelemahan utama yaitu daya ikat antar butiran yang rendah dan kemampuan menahan air yang buruk, sehingga cenderung kurang stabil untuk digunakan dalam pembangunan konstruksi. Berbagai metode perbaikan tanah telah dikembangkan, salah satunya adalah *biocementation* berbasis enzim, yang memanfaatkan proses presipitasi kalsit melalui aktivitas enzim urease. Metode *soybean-crude urease calcite precipitation* (SCU-CP) menjadi alternatif ramah lingkungan karena memanfaatkan enzim dari ekstrak kedelai sebagai sumber urease dalam proses presipitasi kalsium karbonat. Penelitian ini mencoba melihat bagaimana perubahan jumlah kalsium klorida ($CaCl_2$) mempengaruhi kemampuan metode SCU-CP dalam meningkatkan kualitas fisik dan mekanik tanah pasir. Fokus utama diarahkan pada bagaimana konsentrasi $CaCl_2$ mempengaruhi jumlah presipitasi kalsit yang terbentuk, daya ikat antar butiran pasir, serta potensi perbaikan kuat tekan tanah. Metode penelitian ini mencakup pembuatan larutan urea dan $CaCl_2$ dengan konsentrasi yang berbeda, kemudian dicampurkan dengan ekstrak kedelai yang berfungsi sebagai sumber urease, serta penerapan larutan tersebut pada sampel tanah pasir. Untuk membandingkan pembentukan kalsit pada konstentrasi kedelai yang berbeda, dilakukan uji *hydrolysis rate* guna mengetahui proses penguraian urea, serta uji *test tube* untuk mengukur massa kalsit yang terbentuk, serta uji mekanis berupa uji kuat tekan tekan bebas (*Unconfined Compression Strength*/UCS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi $CaCl_2$ meningkatkan pembentukan kalsit hingga mencapai konsentrasi optimum 2 mol/L, dengan massa kalsit tertinggi sebesar 4,76 g pada $CaCl_2$ *technical grade* dan 5,36 g pada $CaCl_2$ *laboratory grade*, kemudian menurun pada konsentrasi 3 mol/L. Pada pengujian UCS, nilai kuat tekan bebas tertinggi pada penggunaan $CaCl_2$ *technical grade* sebesar 91,48 kPa pada konsentrasi 2 mol/L, sedangkan pada $CaCl_2$ *laboratory grade* benda uji hanya berhasil terbentuk hingga konsentrasi 1,5 mol/L dengan nilai UCS sebesar 123,95 kPa. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa biaya penggunaan $CaCl_2$ *technical grade* pada konsentrasi 1,5 mol/L sebesar Rp1.952.484/m^3, sedangkan $CaCl_2$ *laboratory grade* sebesar Rp106.125,711/m^3, sehingga $CaCl_2$ *technical grade* lebih efisien dari segi biaya untuk diterapkan pada metode SCU-CP. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi $CaCl_2$ berpengaruh terhadap pembentukan kalsit dan peningkatan sifat mekanik tanah pasir, serta bahwa $CaCl_2$ *technical grade* merupakan alternatif yang lebih ekonomis untuk aplikasi perbaikan tanah pasir menggunakan metode SCU-CP.

Kata kunci: *Soybean-Crude Urease Calcite Precipitation* (SCU-CP), $CaCl_2$, *Biocementation*, Perbaikan Tanah Pasir, Stabilitas Tanah.

ABSTRACT

Faraz Ayudhya: *The Effect of Calcium Chloride ($CaCl_2$) Concentration Variations in the Soybean-Crude Urease Calcite Precipitation (SCU-CP) Method for Sand Soil Improvement. Essay. Faculty of Engineering, State University of Medan. 2026.*

Sandy soil is one of the soil types characterized by low interparticle bonding and poor water retention capacity, making it relatively unstable for construction purposes. Various soil improvement methods have been developed, one of which is enzyme-based biocementation that utilizes calcite precipitation through urease enzyme activity. The Soybean-Crude Urease Calcite Precipitation (SCU-CP) method has emerged as an environmentally friendly alternative by using soybean extract as a natural source of urease for calcium carbonate precipitation. This study aims to investigate the effect of calcium chloride ($CaCl_2$) concentration on the performance of the SCU-CP method in improving the physical and mechanical properties of sandy soil. The primary focus is to evaluate the influence of $CaCl_2$ concentration on calcite precipitation, interparticle bonding, and the improvement of the soil's unconfined compressive strength. The research methodology involved preparing urea and $CaCl_2$ solutions with different concentrations, which were then mixed with soybean extract as the urease source and applied to sandy soil specimens. To evaluate calcite formation under different treatment conditions, hydrolysis rate tests were conducted to determine the urea hydrolysis process, followed by test tube precipitation tests to measure the mass of precipitated calcite and Unconfined Compressive Strength (UCS) tests to assess the mechanical properties of the treated soil. The results showed that increasing the $CaCl_2$ concentration enhanced calcite precipitation up to an optimum concentration of 2 mol/L, producing the highest calcite masses of 4.76 g for technical-grade $CaCl_2$ and 5.36 g for laboratory-grade $CaCl_2$, after which the precipitated calcite decreased at 3 mol/L. The UCS test indicated that the highest compressive strength for technical-grade $CaCl_2$ was 91.48 kPa at a concentration of 2 mol/L, whereas for laboratory-grade $CaCl_2$, stable specimens were successfully formed only up to 1.5 mol/L, achieving a UCS value of 123.95 kPa. The economic analysis revealed that the estimated treatment cost at 1.5 mol/L was IDR 1.952.484/m^3 for technical-grade $CaCl_2$ and IDR 106.125.711/m^3 for laboratory-grade $CaCl_2$, indicating that technical-grade $CaCl_2$ is more cost-efficient for application in the SCU-CP method. Overall, the findings demonstrate that variations in $CaCl_2$ concentration significantly affect calcite precipitation and the mechanical improvement of sandy soil, while technical-grade $CaCl_2$ offers a more economical alternative for sandy soil stabilization using the SCU-CP method.

Keywords: Soybean-Crude Urease Calcite Precipitation (SCU-CP), $CaCl_2$, Biocementation, Sandy Soil Improvement, Soil Stability.