

# **EFEKTIFITAS METODE BIOSEMENTASI MENGGUNAKAN INOKULUM TEMPE DAN PRESIPITASI KALSIT BERBASIS KEDELAI UNTUK PERBAIKAN TANAH PASIR**

**AVRILL KHAYYIRA**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## @Hak cipta milik IPB University

### Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Efektifitas Metode Biosementasi Menggunakan Inokulum Tempe dan Presipitasi Kalsit Berbasis Kedelai untuk Perbaikan Tanah Pasir” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2026

Avrill Khayyira  
F4401221113

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## ABSTRAK

AVRILL KHAYYIRA. Efektifitas Metode Biosementasi Menggunakan Inokulum Tempe dan Presipitasi Kalsit Berbasis Kedelai untuk Perbaikan Tanah Pasir. Dibimbing oleh HERIANSYAH PUTRA dan ERIZAL.

Tanah berpasir memiliki ikatan antarpartikel yang lemah sehingga memerlukan perbaikan. Metode *Soybean Crude Urease Carbonate Precipitation* (SCU-CP) berpotensi menghasilkan  $\text{CaCO}_3$  secara ramah lingkungan. Stabilisasi berbasis jamur mampu membentuk jaringan miselium sebagai pengikat tanah, tetapi memiliki keterbatasan dalam ketahanan jangka panjang. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan jamur pada SCU-CP serta mengevaluasi pengaruh metode *treatment* terhadap stabilitas tanah pasir. Kinerja SCU-CP dievaluasi melalui pengujian hidrolisis urea dan presipitasi  $\text{CaCO}_3$ . Stabilitas tanah dianalisis menggunakan pengujian *Unconfined Compressive Strength* (UCS), pengamatan mikroskopis, *curing time*, dan *soaking time*. Hasil penelitian menunjukkan penambahan inokulum tempe tidak mempengaruhi kinerja larutan. Kondisi optimum diperoleh pada 5% kadar air dan 5% dosis inokulum dengan nilai UCS 70,58 kPa. Miselium berfungsi sebagai matriks pengikat dan situs nukleasi  $\text{CaCO}_3$ . Kombinasi miselium dan SCU-CP mampu mempertahankan 70,1% kekuatan awal setelah 3 hari perendaman.

**Kata kunci:** Biosementasi, inokulum tempe, kalsit, miselium, tanah pasir.

## ABSTRACT

AVRILL KHAYYIRA. Effectiveness of Biocementation Method Using Tempeh Inoculum and Soybean-Based Calcite Precipitation for Sandy Soil Improvement. Supervised by HERIANSYAH PUTRA dan ERIZAL.

Sandy soil has weak interparticle bonds and therefore requires improvement. The Soybean Crude Urease Carbonate Precipitation (SCU-CP) method has the potential to produce  $\text{CaCO}_3$  in an environmentally friendly manner. Fungus-based stabilization can form a mycelial network to bind the soil, but it has limitations in terms of long-term durability. This study aims to analyze the effect of adding fungi to the SCU-CP process and to evaluate the impact of treatment methods on the stability of sandy soil. The performance of SCU-CP was evaluated through urea hydrolysis and  $\text{CaCO}_3$  precipitation tests. Soil stability was analyzed using Unconfined Compressive Strength (UCS) testing, microscopic observation, curing time, and soaking time. The results showed that the addition of tempeh inoculum did not affect the solution's performance. Optimal conditions were achieved at 5% moisture content and a 5% inoculum dose, yielding a UCS value of 70.58 kPa. The mycelium functions as a binding matrix and a nucleation site for  $\text{CaCO}_3$ . The combination of mycelium and SCU-CP retained 70.1% of its initial strength after 3 days of soaking.

**Keyword:** Biocementation, calcite, fungal mycelium, sandy soil, tempeh inoculum

# **EFEKTIFITAS METODE BIOSEMENTASI MENGGUNAKAN INOKULUM TEMPE DAN PRESIPITASI KALSIT BERBASIS KEDELAI UNTUK PERBAIKAN TANAH PASIR**

**AVRILL KHAYYIRA**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana pada  
Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2026**



## @Hak cipta milik IPB University

### Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ir. Erizal, M.Agr., IPU., ASEAN. Eng.
2. Zainab Ramadhanis, S.T., M.S.



## @Hak cipta milik IPB University

### Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



**Judul Skripsi** : Efektifitas Metode Biosementasi Menggunakan Inokulum Tempe dan Presipitasi Kalsit Berbasis Kedelai untuk Perbaikan Tanah Pasir.

**Nama** : Avrill Khayyira  
**NIM** : F4401221113

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Eng. Ir. Heriansyah Putra, S. Pd., M. Eng. IPM  
NIP. 19900209 201803 1 001



Pembimbing 2:

Dr. Ir. Erizal, M.Agr., IPU., ASEAN. Eng.  
NIP. 19650106 199002 1 001



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Teknik Sipil dan Lingkungan:

Ir. Tri Sudibyo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM  
NIP. 19840530 201404 1 001



Tanggal Ujian: 18 Juni 2026

Tanggal Lulus: 30 JUN 2026



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2025 sampai bulan Juni 2026 ini ialah stabilisasi tanah, dengan judul “Efektifitas Metode Biosementasi Menggunakan Inokulum Tempe dan Presipitasi Kalsit Berbasis Kedelai untuk Perbaikan Tanah Pasir”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada pihak yang telah berperan dalam proses penelitian dan penyelesaian skripsi ini, khususnya kepada:

1. Dr. Eng. Ir. Heriansyah Putra, S. Pd., M. Eng. IPM. dan Dr. Ir. Erizal, M.Agr. IPU., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing serta memberikan masukan dalam penelitian dan penyusunan skripsi.
2. Ayahanda Rinaldi, Ibunda Yulliati Dewi Sunarni, dan Adik Ryu Vallerian yang senantiasa memberikan dukungan berupa do'a, material, moral, serta semangat pengorbanan yang tiada henti. Berkat dukungan dan kepercayaan yang diberikan, penulis dapat menempuh pendidikan sampai menyelesaikan skripsi ini.
3. Keluarga kedua sejak pertama masuk kuliah, Thala Fairuza, Wahyu Gumilang Syahputra, Ikram Maulana, Riswan Yanuar, dan Sintya Nuri Ilmi, yang senantiasa menjadi tempat pulang yang hangat di Bogor.
4. Rekan-rekan satu bimbingan, Windy Dwi Aryanti, Meindika Rafi Praditya, Muhammad Alfian Ibnu Munawar, Muhammad Faishal Faiq, Fitri Wannisha Bilqist, Muhammad Athourrohman, Inggar Fidela Anggarini, Linlin Asri Ayuna, Vincent Novaldo P, Sri Inayah, Muhammad Rizwal, Bang Reza, Bang Anthony, Bang Taopiq, Kak Vega, Kak Atika, Kak Yunan, Kak Herlina, Bang Ady, Bang Gen, yang selalu kompak, suportif, dan murah ilmu selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
5. Subdit Pengembangan Reputasi & Prestasi Mahasiswa (PRPM) IPB yang senantiasa memberikan ruang untuk bereksplorasi, bertumbuh, dan berprestasi baik secara nasional maupun internasional bersama para mahasiswa lainnya yang turut memberikan penulis semangat untuk berjuang dan tidak mudah menyerah akan mimpi-mimpi besar.
6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan angkatan 59 (Zenikata Gatatirta) yang telah memberikan dukungan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

*Avrill Khayyira*



## DAFTAR ISI

|                                                                                                 |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| DAFTAR ISI                                                                                      | viii |
| DAFTAR GAMBAR                                                                                   | ix   |
| DAFTAR LAMPIRAN                                                                                 | ix   |
| PENDAHULUAN                                                                                     | 1    |
| 1.1 Latar Belakang                                                                              | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah                                                                             | 2    |
| 1.3 Tujuan                                                                                      | 3    |
| 1.4 Manfaat                                                                                     | 3    |
| 1.5 Ruang Lingkup                                                                               | 3    |
| II TINJAUAN PUSTAKA                                                                             | 4    |
| 2.1 Kuat Geser Tanah Pasir                                                                      | 4    |
| 2.2 Presipitasi Kalsit Berbasis Kedelai untuk Perbaikan Tanah Pasir                             | 4    |
| 2.3 Biosementasi Berbasis Miselium Jamur untuk Perbaikan Tanah Pasir                            | 5    |
| III METODE                                                                                      | 7    |
| 3.1 Waktu dan Tempat                                                                            | 7    |
| 3.2 Alat dan Bahan                                                                              | 7    |
| 3.3 Prosedur Penelitian                                                                         | 7    |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN                                                                         | 16   |
| 4.1 Propertis Tanah Pasir                                                                       | 16   |
| 4.2 Pengaruh Inokulum Tempe terhadap Kinerja Larutan SCU-CP                                     | 17   |
| 4.3 Pengaruh Dosis Inokulum Tempe terhadap Kekuatan Tanah Pasir                                 | 19   |
| 4.4 Pengaruh Kadar Air Pencampuran terhadap Kekuatan Tanah Pasir dengan Tambahan Inokulum Tempe | 20   |
| 4.5 Pengaruh Metode <i>Treatment</i> SCU-CP dan Inokulum Tempe pada Tanah Pasir                 | 22   |
| 4.6 Pengaruh <i>Curing Time</i> terhadap Kekuatan Tanah Pasir                                   | 26   |
| 4.7 Pengaruh <i>Soaking Time</i> terhadap Kekuatan Tanah Pasir                                  | 27   |
| V SIMPULAN DAN SARAN                                                                            | 29   |
| 5.1 Simpulan                                                                                    | 29   |
| 5.2 Saran                                                                                       | 29   |
| DAFTAR PUSTAKA                                                                                  | 30   |
| LAMPIRAN                                                                                        | 35   |
| RIWAYAT HIDUP                                                                                   | 38   |



## DAFTAR GAMBAR

|    |                                                                                                            |    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1  | Ilustrasi skematik mekanisme presipitasi kalsit pada tanah pasir                                           | 5  |
| 2  | Ilustrasi skematik mekanisme interaksi miselium jamur dalam tanah pasir                                    | 6  |
| 3  | Bahan-bahan penelitian                                                                                     | 7  |
| 4  | Prosedur penelitian                                                                                        | 8  |
| 5  | Skema pembuatan larutan SCU-CP                                                                             | 10 |
| 6  | Skema pengujian laju hidrolisis larutan SCU-CP                                                             | 11 |
| 7  | Kurva standar laju hidrolisis                                                                              | 11 |
| 8  | Skema pengujian presipitasi kalsit larutan SCU-CP                                                          | 12 |
| 9  | Pembuatan sampel UCS metode <i>Pouring</i> (P)                                                             | 13 |
| 10 | Skema pembuatan sampel UCS metode <i>Pre-Mix</i> (M)                                                       | 13 |
| 11 | Skema pembuatan sampel UCS dengan metode <i>Pouring</i> dan <i>Pre-Mix</i> Tipe A dan Tipe B (PPA dan PPB) | 13 |
| 12 | Skematik pengujian pengaruh <i>soaking</i>                                                                 | 14 |
| 13 | Grafik distribusi butiran pasir                                                                            | 16 |
| 14 | Kinerja larutan SCU-CP                                                                                     | 18 |
| 15 | Pengaruh dosis inokulum tempe terhadap nilai UCS                                                           | 20 |
| 16 | Pengaruh kadar air pencampuran terhadap nilai UCS                                                          | 21 |
| 17 | Pengaruh metode <i>treatment</i> terhadap nilai UCS                                                        | 22 |
| 18 | Kondisi spesimen pasir dengan berbagai metode <i>treatment</i>                                             | 24 |
| 19 | Hasil pengamatan SEM                                                                                       | 25 |
| 20 | Pengaruh <i>curing time</i> terhadap nilai UCS                                                             | 27 |
| 21 | Pengaruh <i>soaking time</i> terhadap nilai UCS                                                            | 28 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |                                                                                                                     |    |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Dokumentasi peneliti an                                                                                             | 36 |
| 2 | Kurva nilai konduktivitas terurukur pada larutan SCU-CP terhadap waktu untuk pendekatan pengukuran aktivitas urease | 37 |

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## @Hak cipta milik IPB University

### Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.