



**PENGGUNAAN EGG SHELL POWDER (ESP) DAN SUGARCANE PULP ASH (SPA) SEBAGAI BAHAN STABILISASI TERHADAP KUAT DUKUNG TANAH LEMPUNG**

**Fitridawati Soehardi<sup>1\*</sup>, Marta Dinata<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning  
Program Studi pendidikan biologi fakultas pendidikan dan vokasi Universitas Lancang Kuning.

Jl. Yos Sudarso KM.8 Rumbai, Pekanbaru 28265, Indonesia

Telp (0761) 53108

Alamat e-mail: fitridawati@unilak.ac.id

**Info Artikel**

**Abstrak**

*Sejarah Artikel:*

Diterima: Nov 2022

Disetujui: Juni 2023

Dipublikasikan: Juni 2023

*Egg Shell Powder,  
Sugarcane Pulp Ash,  
stabilization, Clay*

Salah satu usaha dalam memperbaiki karakteristik dari sifat-sifat tanah lempung adalah melakukan perbaikan dengan cara stabilisasi yaitu mencampurkan bahan tambahan dengan tanah lempung, hal ini diharapkan dapat meningkatkan nilai kuat dukung tanah sehingga dapat memenuhi standar konstruksi bangunan. Egg Shell Powder (ESP) adalah serbuk yang dihasilkan dari limbah cangkang telur hasil konsumsi rumah tangga maupun yang berasal dari industri rumahan dan memiliki kandungan kalsium karbonat ( $CaCO_3$ ) cukup tinggi yang diharapkan dapat mengisi lubang antara pori-pori dan bisa merekatkan partikel-partikel tanah. Sedangkan Sugarcane Pulp Ash (SPA) merupakan abu pembakaran sisa pengolahan batang tebu yang tidak dimanfaatkan dan menjadi limbah. Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian laboratorium terhadap nilai kadar air, berat jenis dan nilai CBR penambahan ESP dan SPA terhadap tanah lempung dengan variasi 0%, 5%, 10% dan 15% serta terhadap penambahan 5% SPA. Penambahan ESP dan SPA pada tanah asli yaitu pada variasi ESP 15% dan SPA cenderung mengalami peningkatan yaitu 1,71 gg/cc. Pada Penambahan ESP 15% dan SPA 5% mengalami peningkatan yaitu sebesar 9,23%.

**Kata Kunci:** Egg Shell Powder, Sugarcane Pulp Ash, stabilisasi, Tanah Lempung

**Abstract**

One of the efforts to improve the characteristics of clay soil properties is to stabilize it by mixing additional materials with clay soil; this is expected to increase the soil bearing strength to meet building construction standards. Egg Shell Powder (ESP) is a powder produced from eggshell waste due to household consumption and from-home industries. It has a high enough calcium carbonate ( $CaCO_3$ ) content to fill the holes between the pores and bind soil particles together. Meanwhile, Sugarcane Pulp Ash (SPA) is ash left over from the processing of sugarcane stalks that are not utilized and becomes waste. The research method used in this study was laboratory testing of the value of water content, specific gravity, and CBR value of adding ESP and SPA to clay with variations of 0%, 5%, 10%, and 15% and to the addition of 5% SPA. The addition of ESP and SPA to the original soil was at 15% ESP, and SPA tended to increase, namely 1.71 gg/cc. The addition of 15% ESP and 5% SPA increased by 9.23%.

## PENDAHULUAN

Salah satu usaha dalam memperbaiki karakteristik dari sifat-sifat tanah lempung adalah dengan melakukan stabilisasi yaitu dengan mencampurkan bahan tambahan dengan tanah lempung, hal ini diharapkan dapat meningkatkan nilai kuat dukung tanah sehingga dapat memenuhi standar konstruksi bangunan [1].

*Egg Shell Powder* (ESP) adalah serbuk yang dihasilkan dari limbah cangkang telur hasil konsumsi rumah tangga maupun yang berasal dari industri rumahan dan memiliki kandungan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) cukup tinggi yang diharapkan dapat mengisi lubang antara pori-pori dan bisa merekatkan partikel-partikel tanah[2]. Sedangkan *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) merupakan abu pembakaran sisa pengolahan batang tebu yang tidak dimanfaatkan dan menjadi limbah [3].

Berdasarkan kondisi tersebut perlu dilakukan penelitian dilaboratorium dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh Penggunaan *Egg Shell Powder* (ESP) Dan *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) Sebagai Bahan Stabilisasi Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Tanah Lempung

Tanah lempung dan mineral lempung adalah tanah yang memiliki partikel- partikel mineral tertentu yang “menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air”. Untuk menentukan jenis lempung tidak cukup hanya dilihat dari ukuran butirannya saja tetapi perlu diketahui mineral yang terkandung didalamnya. ASTM D-653 memberikan batasan bahwa secara fisik ukuran lempung adalah partikel yang berukuran antara 0,002 mm samapi 0,005 mm.

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung [4] mempunyai ukuran butir halus, kurang dari 0,002 mm, nilai Permeabilitas rendah, Nilai peningkatan air kapiler tinggi, Bersifat sangat kohesif, Nilai kembang susut yang tinggi dan Proses konsolidasi lambat.

### Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan usaha dalam memperbaiki sifat-sifat asli sehingga sifat-sifat tanah dapat memenuhi syarat-syarat teknis untuk lokasi konstruksi bangunan. Tujuan lain stabilisasi tanah adalah untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut, tindakan penangan

yang tepat terhadap masalah-masalah yang daya dukung tanah. Stabilisasi tanah dapat dilakukan menggunakan satu pekerjaan atau gabungan pekerjaan-pekerjaan secara mekanis, yaitu stabilisasi dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan mekanis dan Penggunaan bahan pencampur/tambahan (*additive*) yaitu kerikil untuk tanah kohesif (lempung), lempung untuk tanah berbutir kasar, dan penambahan bahan kimiawi. Stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan beberapa bahan tertentu untuk memperbaiki sifat sifat teknis tanah agar memenuhi persyaratan teknis tertentu[5].

### Uji Pemasatan di laboratorium

Hubungan antara kadar air dan berat volume, dan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan, maka umumnya dilakukan uji kepadatan.

Menurut Proctor (1993) terdapat hubungan yang saling berkaitan antara kadar air dan berat volume kering tanah padat. Pada umumnya beberapa jenis tanah tertentu, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu sehingga mencapai berat volume kering maksimumnya.

Hubungan berat volume kering ( $\gamma_d$ ) dengan berat volume basah ( $\gamma_b$ ) dan kadar air (w), dinyatakan dalam persamaan:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w} \quad (1)$$

Pengujian standar laboratorium yang disebut Proctor. Proctor merupakan alat penumbuknya karakteristik kepadatan tanah dalam menentukan berat volume kering setelah pepadatan. Nilai pepadatan tanah bergantung pada jenis tanah, kadar air, dan usaha yang diberikan alat penumbuknya.

### Uji CBR (California Bearing Ratio) Laboratorium

Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan nilai perbandingan antara beban yang dibutuhkan agar mencapai hasil nilai penetrasi tertentu pada sampel tanah dalam kondisi kadar air dan berat volume tertentu terhadap beban standar yang dibutuhkan agar mencapai penetrasi standar di sebut dengan pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) [6].

$$CBR = \frac{\text{Beban dalam pengujian}}{\text{Beban Standar}} \times 100 \% \quad (2)$$

### *Egg Shell Powder* (ESP)

*Egg Shell Powder* (ESP) adalah bubuk cangkang telur hasil pembakaran. Semua jenis unggas ataupun hewan lain yang berkembang biak dengan cara bertelur memiliki struktur telur yang sama (Azizah Nurlaila Yusuf, 2017). Terdapat empat bagian penting dari struktur telur yaitu: selaput membran, kerabang (*shell*)  $\pm 10\%$ , kuning telur (*yolk*)  $\pm 30\%$  dan putih telur (*albumen*)  $\pm 60\%$  (Umar, 2017). Selain itu, cangkang telur mengandung kalsium dalam bentuk senyawa kalsium

karbonat. Berdasarkan sifat dan penampilannya, kalsium karbonat juga dikenal sebagai garam kalsium yang terdapat pada kalsit, kapur, batu kapur, aragonite dan pualam[5]

Beberapa faktor yang dapat berpengaruh terhadap kualitas telur yaitu konsumsi protein, pengaturan cahaya serta pakan. Sedangkan kualitas cangkang telur ditentukan oleh struktur cangkang, ketebalan dan berat. Apabila kadar kalsium yang dimiliki semakin tinggi maka semakin tinggi pula ketebalan cangkang telur [7][8]

### ***Sugarcane Pulp Ash (SPA)***

*Sugarcane Pulp Ash (SPA)* adalah bubuk abu hasil pembakaran ampas tebu yang berasal dari hasil penggilingan tebu. *Sugarcane Pulp Ash (SPA)* mengandung unsur unsur kimia SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Cao yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pozolan yaitu pengganti semen portland yang dapat meningkatkan nilai kekuatan beton[9]. Kadar CaO pada *Sugarcane Pulp Ash (SPA)* yang rendah tidak menyebabkan terjadinya hidrasi dan reaksi *pozolanic*[3]. *Sugarcane Pulp Ash (SPA)*[10] bisa disebut juga sebagai filler. Sifat filler tersebut dapat mengisi rongga tanah dan merapatkan rongga-rongga tanah. *Sugarcane Pulp Ash (SPA)* dapat digunakan sebagai stabilisator. Struktur butiran *Sugarcane Pulp Ash (SPA)* yang sangat lepas (*lose*) mudah tercampur merata dengan tanah lempung sehingga dapat meningkatkan nilai permeabilitas tanah.

### **METODE**

Metode penelitian pada pelaksanaan penelitian ini menggunakan pendekatan studi laboratorium yaitu melaksanakan pengujian hingga diperoleh data berdasarkan hasil pengujian. Sampel data yang diperoleh dilapangan kemudian dilakukan pengujian berat jenis sesuai standar SNI 1964-2008, analisa saringan sesuai standar SNI 3423-2008, pengujian kadar air sesuai standar SNI 1965-2008, dan pengujian Pemadatan tanah menggunakan standar SNI 1742-2008. Pengujian stabilisasi tanah lempung yang diambil menggunakan *hand bore* pada daerah jalan Gunung Sari, Kecamatan Rumbai, Kota Pekanbaru menggunakan variasi persentase 5%, 10%, 15% penambahan bahan Egg Shell Powder (ESP) Dan 5% *Sugarcane Pulp Ash (SPA)* yang lolos saringan no. 200. Hasil Data pengujian laboratorium dikumpulkan dan disusun dalam bentuk tabel dan kurva agar mudah dianalisis berdasarkan teori dan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, berdasarkan hasil tersebut ditarik kesimpulan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Pengujian Tanah Asli**

Pengujian tanah dasar yang berasal dari lokasi jalan Jalan Gunung Sari, kecamatan Rumbai, Pekanbaru, Riau. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik tanahnya. Sehingga diperoleh kondisi awal tanah yang akan dilakukan perbaikan dengan melakukan stabilisasi tanah menggunakan kapur.

### **Sifat-sifat Tanah Asli**

Pada pengujian sifat-sifat tanah asli dari Sampel tanah di laboratorium diperoleh hasil untuk Pengujian karakteristik tanah dengan nilai antara lain Batas Cair (*liquid Limit*) yaitu 43,38 %, Batas Plastis (Plastis Limit) yaitu 25,52 %, Indeks Plastisitas yaitu 17,96 %, Kadar Air Optimum yaitu 18,8 %, dan Berat Isi Kering Maksimum yaitu 1,4 ( $\gamma_d$  Maks), ( $\text{Gram}/\text{Cm}^3$ ). Berdasarkan pengujian konsistensi tanah maka didapat nilai indeks plastisitas (PI) pada tanah asli sebesar 17,96 sehingga tanah ini termasuk jenis tanah lunak [11].

### **Hasil Pengujian Pencampuran Tanah asli dengan penambahan bahan *Egg Shell Powder (ESP)* Dan *Sugarcane Pulp Ash (SPA)***

Pada sub bagian ini akan dijelaskan hasil pengujian tanah yang telah dilakukan stabilisasi menggunakan penambahan bahan *Egg Shell Powder (ESP)* Dan *Sugarcane Pulp Ash (SPA)*. Penentuan parameter tanah ini meliputi dan tabel berat jenis tanah, kadar air optimum (OMC), nilai CBR. Selanjutnya pengaruh lamanya pemeraman sampel dianalisis terhadap nilai kuat dukung tanah (CBR) dengan komposisi penambahan *Egg Shell Powder (ESP)* sebanyak 5%, 10%, 15% dan penambahan 5% *Sugarcane Pulp Ash (SPA)*.

### **Hasil pengujian Kadar Air.**

Berdasarkan data penelitian terdahulu oleh [11] tentang Pengaruh penambahan *Egg Shell Powder (ESP)* Dan *Sugarcane Pulp Ash (SPA)* pada tanah asli terhadap kadar Air Optimum terhadap variasi penambahan *Egg Shell Powder (ESP)* sebanyak 5%, 10%, 15% terjadi peningkatan yang signifikan. Pada penelitian ini variasi penambahan *Egg Shell Powder (ESP)* dengan tetap menggunakan variasi yang sama namun ditambahkan *Sugarcane Pulp Ash (SPA)* sebanyak 5 % hasil nilai pengujian kadar air dapat dilihat pada tabel 2.

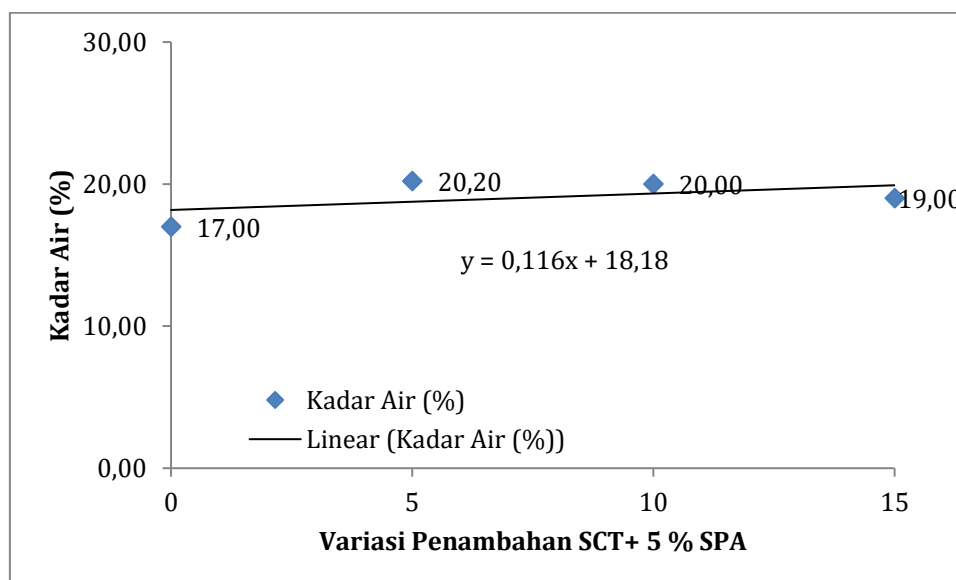
Tabel 2. Rekapitulasi Nilai Kadar air dan berat isi kering terhadap variasi penambahan *Egg Shell Powder* (ESP) Dan *Sugarcane Pulp Ash* (SPA).

No	Variasi Penambahan ESP+ 5 % SPA	Kadar Air (%)	Berat isi kering (gr/cc)
1	0	17,00	1,39
2	5	20,20	1,62
3	10	20,00	1,64
4	15	19,00	1,71

Sumber: Hasil Analisa

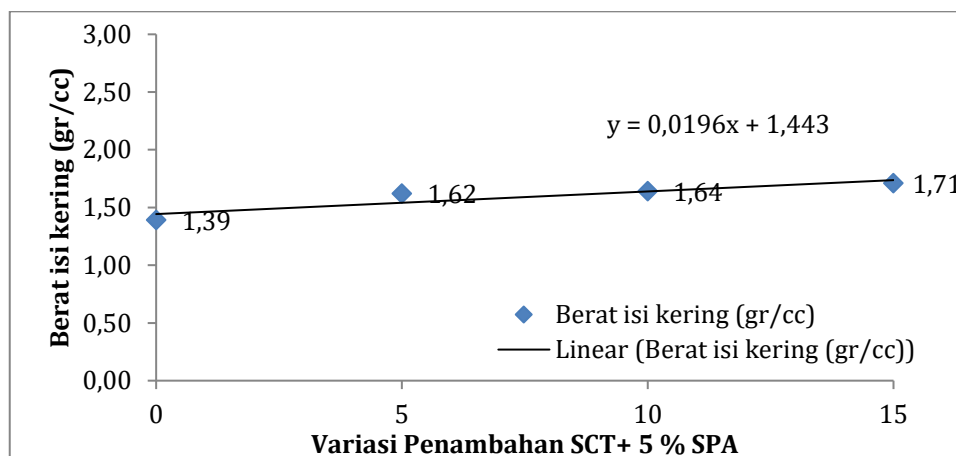
Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat seiring dengan pertambahan persentase *Egg Shell Powder* (ESP) terjadi peningkatan kadar air. Nilai kadar air paling tinggi terdapat pada variasi *Egg Shell Powder* (ESP) 5 % + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) yaitu sebesar 20,00 % sedangkan terendah terdapat pada *Egg Shell Powder* (ESP) 0 % + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) yaitu sebesar 17,00%. Hal ini berbanding terbalik dengan berat isi kering yang mengalami penurunan seiring dengan penambahan *Egg Shell Powder* (ESP) + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA). Nilai berat isi tertinggi di peroleh pada variasi *Egg Shell Powder* (ESP) 15 % + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) yaitu sebesar 1,71 %, sedangkan nilai terendah variasi *Egg Shell Powder* (ESP) 0 % + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) yaitu sebesar 1,39 %,

Grafik Nilai Kadar air Optimum terhadap variasi penambahan *Egg Shell Powder* (ESP) Dan 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Grafik Hubungan nilai Kadar air Optimum terhadap variasi penambahan *Egg Shell Powder* (ESP) Dan *Sugarcane Pulp Ash* (SPA).

Dari grafik 2 diatas dapat dilihat seiring dengan penambahan *Egg Shell Powder* (ESP) dan *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) pada tanah asli, nilai kadar air optimum cenderung mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan *Egg Shell Powder* (ESP) Dan *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) mempunyai kandungan yang memiliki kesamaan dengan kapur yang bersifat hidroskopis (banyak menyerap air).



Gambar 3. Grafik Hubungan nilai Berat Isi Kering terhadap variasi penambahan *Egg Shell Powder* (ESP) Dan *Sugarcane Pulp Ash* (SPA).

Dari grafik 3 diatas dapat dilihat bahwa dengan penambahan *Egg Shell Powder* (ESP) Dan *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) pada tanah asli cenderung mengakibatkan penurunan berat isi kering hal ini menyebabkan terflokulasi (acak) struktur tanah sehingga membentuk banyak rongga meningkatkan angka pori.

### Hasil Pengujian California Bearing Ratio (CBR).

Variasi persentase penambahan *Egg Shell Powder* (ESP) + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap nilai California Bearing Ratio (CBR). Hasil pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) yang dilakukan pada tanah asli dan tanah yang sudah dicampur penambahan *Egg Shell Powder* (ESP) sebanyak 5%, 10%, 15% dan penambahan 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA). Hasil pengujian California Bearing Ratio (CBR) dengan penambahan variasi *Egg Shell Powder* (ESP) + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) dapat terlihat pada Tabel 2.

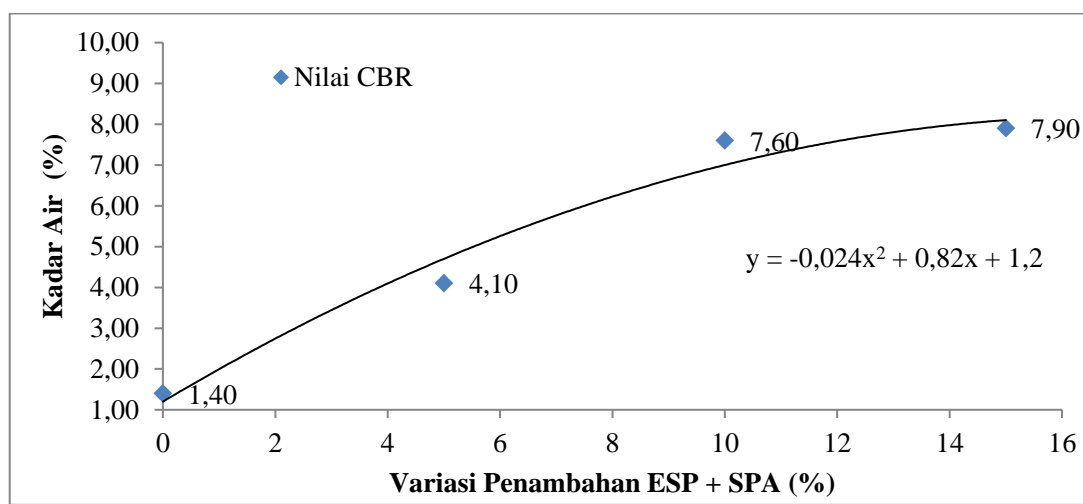
Tabel 2. Hasil pengujian *California Bearing Ratio* (CBR).

Variasi ESP + 5 % SPA	Nilai CBR Rata-rata (%)
0	1,4
5	4,10
10	7,60
15	7,90

Sumber: Hasil Analisa

Berdasarkan hasil pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) pada tabel 2 dapat dilihat bahwa seiring dengan pertambahan variasi *Egg Shell Powder* (ESP) + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) nilai CBR mengalami peningkatan. Nilai CBR tertinggi terdapat pada variasi *Egg Shell Powder* (ESP) 15 % + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) yaitu sebesar 7,90% dan nilai terendah terdapat pada variasi *Egg Shell Powder* (ESP) 0 % + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) yaitu sebesar 1,4 %.

Grafik hasil pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dapat terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hasil pengujian *California Bearing Ratio* (CBR)

Berdasarkan grafik 4. Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) rata-rata pada tanah lunak cenderung mengalami kenaikan seiring dengan penambahan *Egg Shell Powder* (ESP) Dan *Sugarcane Pulp Ash* (SPA). Hal ini disebabkan *Egg Shell Powder* (ESP) Dan *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) bereaksi dengan kandungan mineral lempung yang terdapat dalam tanah lempung atau dengan butiran halus yang lain untuk membentuk ikatan antar air dan gel yang tidak dapat larut dari kalsium karbonat, yang mengikat partikel-partikel tanah. Struktur butiran *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) yang sangat lepas (*lose*) mudah bercampur secara merata dengan tanah lempung dapat meningkatkan permeabilitas tanah.

## SIMPULAN

Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan antara lain:

1. Nilai kadar air paling tinggi terdapat pada variasi *Egg Shell Powder* (ESP) 5 % + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) yaitu sebesar 20,00 % sedangkan terendah terdapat pada *Egg Shell Powder* (ESP) 0 % + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) yaitu sebesar 17,00%. Hal ini berbanding terbalik dengan berat isi kering yang mengalami penurunan seiring dengan penambahan *Egg Shell Powder* (ESP) + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA). Nilai berat isi



tertinggi di peroleh pada variasi *Egg Shell Powder* (ESP) 15 % + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) yaitu sebesar 1,71 %, sedangkan nilai terendah variasi *Egg Shell Powder* (ESP) 0 % + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) yaitu sebesar 1,39 %,

2. Nilai CBR tertinggi terdapat pada variasi *Egg Shell Powder* (ESP) 15 % + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) yaitu sebesar 7,90% dan nilai terendah terdapat pada variasi *Egg Shell Powder* (ESP) 0 % + 5% *Sugarcane Pulp Ash* (SPA) yaitu sebesar 1,4 %.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih Kepada LPPM Universitas Lancang kuning yang telah membantu tim penulis dalam bentuk pendanaan dan Laboratorium Program Studi Teknik Sipil yang membantu tim dalam dukungan penggunaan fasilitas peralatan laboratorium sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. P. Munirwan, M. Munirwansyah, and M. Marwan, "Penambahan Serbuk Cangkang Telur Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung," *J. Tek. Sipil*, vol. 8, no. 1, pp. 30–35, 2019, doi: 10.24815/jts.v8i1.13496.
- [2] W. Diana, I. M. Finanda, and H. F. Firdaus, "Pengaruh Substitusi Bubuk Cangkang Telur dan Siklus Basah Kering Terhadap Kuat Tekan Bebas Tanah Lanau yang Distabilisasi dengan Kapur," *Pros. UMY Grace*, vol. 2020, 2020, [Online]. Available: <https://prosiding.umy.ac.id/grace/index.php/pgrace/article/view/170>
- [3] F. R. N. Putra and A. Marzuko, "Penambahan abu ampas tebu terhadap tanah lempung dengan bahan tambah rotec terhadap parameter kuat geser tanah," Universitas Islam Indonesia, 2013.
- [4] H. C. Hardiyatmo, *MEKANIKA TANAH 1*, Enam. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 2012.
- [5] H. I. Negara, "Stabilisasi Tanah Lempung menggunakan Serbuk Cangkang Telur dan Kapur (CaO) 2% dengan pengujian CBR dan Kuat Tekan Bebas," Universitas Sumatera Utara, 2022.
- [6] W. Fathonah, E. Mina, R. I. Kusuma, and ..., "Pemanfaatan Serbuk Cangkang Telur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah dan Pengaruhnya Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)," *Fondasi J. Tek. ...*, vol. 10, no. 2, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jft/article/view/12462>
- [7] B. W. Chong, R. Othman, P. J. Ramadhansyah, S. I. Doh, and X. Li, "Properties of concrete with eggshell powder: A review," *Phys. Chem. Earth*, vol. 120, p. 102951, 2020, doi: 10.1016/j.pce.2020.102951.
- [8] O. O. Amu, . A. B. F., and . B. O. O., "Effect of Eggshell Powder on the Stabilizing Potential of Lime on an Expansive Clay Soil," *J. Appl. Sci.*, vol. 5, no. 8, pp. 1474–1478, 2005, doi: 10.3923/jas.2005.1474.1478.
- [9] Dedi Irawan, "Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu (Bagasse Ash) sebagai Bahan Stabilisator Pada Tanah Organik," Universitas Lampung, 2013.
- [10] D. N. Fauziyah, N. S. Surjandari, and R. H. D. Hesti, "Pengaruh Variasi Abu Ampas Tebu Dan Bubuk Cangkang Telur Terhadap Sifat-Sifat Tanah Pada Tanah Berbutir Halus Dengan Indeks ...," *Matriks Tek. Sipil*, pp. 220–227, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/view/44026>
- [11] F. Soehardi and M. Dinata, "Variasi Penambahan serbuk cangkang telur sebagai alternatif bahan stabisasi terhadap nilai california Bearing Ratio ( CBR)," *J. SAINSTEK*, vol. 10, no. 2, pp. 171–176, 2022.