

**SKRIPSI**  
**STUDI EXPERIMENTAL KUAT GESER TANAH *CLAYEY***  
***SANDS* DENGAN CAMPURAN JAMUR *RHIZOPUS***  
***OLIGOSPORUS***



**RENALDI CHRISTIAN GOMEL**

**NPM: 6101801152**

**Pembimbing: Aswin Lim, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**  
**BANDUNG**  
**JULI 2022**

**THESIS**

**EXPERIMENTAL STUDY OF SHEAR STRENGTH FOR  
CLAYEY SANDS SOIL WITH RHIZOPUS OLIGOSPORUS  
MIXTURE**



**RENALDI CHRISTIAN GOMEL**

**NPM: 6101801152**

**Advisor: Aswin Lim, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**

**BANDUNG**

**JULI 2022**

**SKRIPSI**  
**STUDI EXPERIMENTAL KUAT GESER TANAH**  
**CLAYEY SANDS DENGAN CAMPURAN JAMUR**  
***RHIZOPUS OLIGOSPORUS***

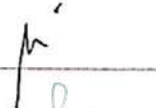


**RENALDI CHRISTIAN GOMEL**  
**NPM: 6101801152**

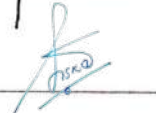
**PEMBIMBING:** Aswin Lim, Ph.D.



**PENGUJI 1:** Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D.



**PENGUJI 2:** Siska Rustiani, Ir., M.T.



**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No.1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**  
**BANDUNG**  
**JULI 2022**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Renaldi Christian Gomel

NPM : 6101801152

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi<sup>\*)</sup> dengan judul:

**“STUDI EXPERIMENTAL KUAT GESER TANAH CLAYEY SANDS DENGAN CAMPURAN JAMUR *RHIZOPUS OLIGOSPORUS*”** adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 21 Juli 2022



Renaldi Christian Gomel

6101801152

# **STUDI EXPERIMENTAL KUAT GESER TANAH CLAYEY SANDS DENGAN CAMPURAN JAMUR *RHIZOPUS OLIGOSPORUS***

**RENALDI CHRISTIAN GOMEL**

**NPM: 6101801152**

**PEMBIMBING : Aswin Lim, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**

**BANDUNG**

**JULI 2022**

## **ABSTRAK**

*GeoBarrier System* (GBS) merupakan sistem dinding penahan tanah yang berfungsi untuk meningkatkan kestabilan lereng dan mencegah terjadinya oversaturated pada tanah. Tanah ASM (*Approved Soil Mixture*) dalam USCS (*Unified Soil Classification System*) tergolong sebagai tanah clayey sands merupakan salah satu komponen tanah dari GBS yang bertujuan untuk meningkatkan kestabilan lereng. Tanah tersebut mudah berdeformasi sehingga dibutuhkan perkuatan tanah. Penelitian ini menyajikan alternatif perkuatan tanah menggunakan jamur *Rhizopus oligosporus*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aplikasi jamur *Rhizopus oligosporus* terhadap parameter kuat geser tanah antara tanah yang diberi jamur dan tanah asli (tanpa jamur) serta mengetahui pengaruh dari variasi kadar air, kadar ragi, dan masa *curing* terhadap parameter kuat geser tanah dengan menggunakan alat Uji Geser Langsung. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan nilai kohesi (c) dari tanah tanpa jamur (tanah asli) dengan tanah yang diberi jamur sebesar 7,21 %. Hasil tersebut menunjukkan tidak terjadi peningkatan secara signifikan. Variasi kadar air, kadar ragi, dan masa *curing* juga mempengaruhi nilai kohesi (c) pada tanah dengan nilai kohesi maksimum 157,9 kPa dan sudut geser 20° pada saat kadar air 15%, kadar ragi 10%, dan masa *curing* 5 hari.

Kata kunci: kuat geser tanah, *Rhizopus oligosporus*, clayey sands, uji geser langsung

# EXPERIMENTAL STUDY OF SHEAR STRENGTH FOR CLAYEY SANDS SOIL WITH RHIZOPUS OLIGOSPORUS MIXTURE

RENALDI CHRISTIAN GOMEL

NPM: 6101801202

ADVISOR

: Aswin Lim, Ph.D.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL  
ENGINEERING

(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

BANDUNG

JULY 2022

## ABSTRACT

GeoBarrier System (GBS) is a retaining wall system that serves to increase slope stability and prevent oversaturation of the soil. ASM (Approved Soil Mixture) in USCS (Unified Soil Classification System) classified as clayey sands soil is one of the soil components of GBS which is purposed to improve slope stability. The soil is easily deformed, therefore soil improvement is needed. This study presents an alternative soil improvement using *Rhizopus oligosporus*. The purpose of this study was to determine the effect of the application of *Rhizopus oligosporus* on the soil shear strength parameters between the soil given the fungus and the original soil (without the fungus) and to determine the effect of variations in water content, yeast content, and curing period on the soil shear strength parameters using Direct Shear Test. The results generate that there was an increase of cohesion (c) value of the soil without fungus (original soil) to soil that was given the fungus by 7,21%. The results show that there is no significant increase. Variations in water content, yeast content, and curing period also affect the cohesion (c) value of the soil with a maximum cohesion value of 157,9 kPa and friction angle of 20° when the water content is 15%, yeast content is 10%, and the curing period is 5 days.

Key word: Direct shear test, *Rhizopus oligosporus*, clayey sands soil, soil shear strength

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan bimbingan\_nya yang telah diberikan selama penyusunan skripsi yang berjudul “STUDI EXPERIMENTAL KUAT GESER TANAH *CLAYEY SANDS* DENGAN CAMPURAN JAMUR *RHIZOPUS OLIGOSPORUS*” sehingga dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan dan penulisan skripsi ini ditujukan dalam rangka pemenuhan persyaratan akademik dalam menyelesaikan studi S-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Penulisan skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa adanya dukungan, saran, dan kritik yang membangun oleh pihak-pihak yang membantu. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan penulis kesempatan untuk mencari ilmu di Universitas Katolik Parahyangan dan selalu mendoakan serta memberikan dukungan selama penulisan skripsi.
2. Bapak Aswin Lim, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dalam membimbing penulisan dan penyusunan skripsi serta memberikan saran dan semangat selama penyusunan skripsi ini.
3. Seluruh dosen dan asisten terkhususnya dosen KBI Geoteknik yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama masa kuliah yang berguna untuk proses penyusunan skripsi ini
4. Bapak Andra, Bapak Yudi, dan Bapak Adang yang senantiasa membantu penulis selama proses uji laboratorium sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik.
5. Refsan, Shandy , Yoghi, Yonathan, dan Michael atas kebersamaan selama proses bimbingan skripsi.
6. Raymond, Henry, Jose, Ardo, Yovin, Theo, Matthew, Stephanus, Darell, Bobby, Hendra, Stephanus, Bagas, Angela, Rifa, Adinda dan Amelia yang telah memberikan semangat kepada penulis selama proses bimbingan skripsi.
7. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Bandung, Juli 2022



Renaldi Christian Gomel

6101801152



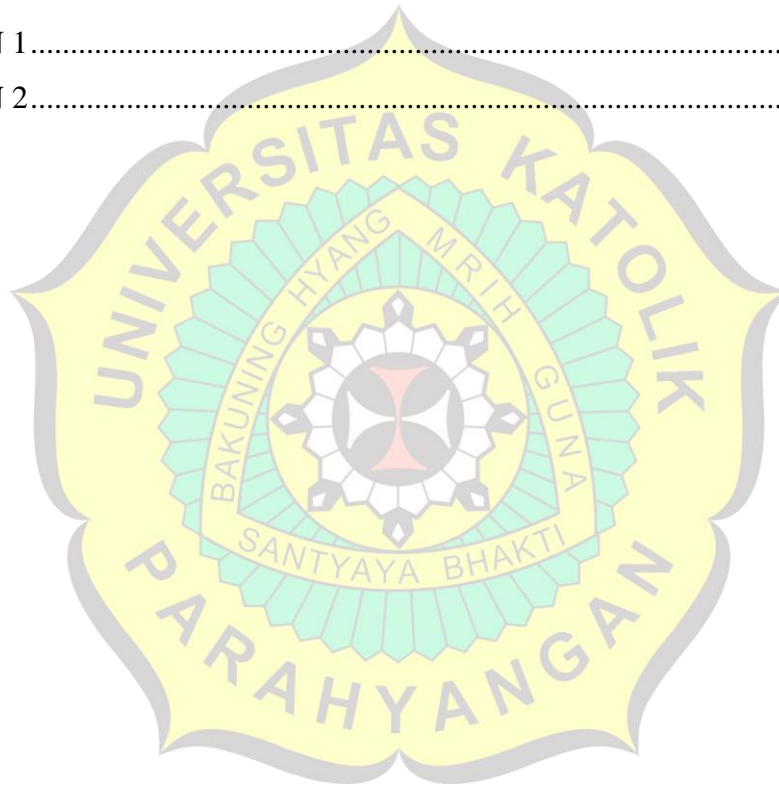


# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Identifikasi Masalah.....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Lingkup Bahasan.....	1-3
1.5 Metodologi Penelitian.....	1-3
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-3
1.7 Diagram Alir.....	1-5
BAB 2 STUDI PUSTAKA.....	2-1
2.1 <i>Rhizopus Oligosporus</i> .....	2-1
2.2 <i>Clayey Sands</i> .....	2-1
2.3 Kuat Geser Tanah.....	2-1
2.4 Uji Index Properties.....	2-2
2.4.1 Berat Jenis.....	2-2
2.4.2 Berat Isi.....	2-2
2.4.3 Uji <i>Fall Cone Penetrometer</i> .....	2-4
2.5 Uji Saringan.....	2-4
2.6 Uji Hidrometer.....	2-5
2.7 Uji Kuat Geser Tanah Langsung.....	2-5
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	3-1

3.1 Tahapan Penelitian.....	3-1
3.2 Sampel Penelitian.....	3-1
3.2.1 Sampel Tanah Murni .....	3-1
3.2.2 Sampel Pasir .....	3-2
3.2.3 Sampel Tanah Campuran.....	3-2
3.3 Ragi Tempe .....	3-2
3.4 Persiapan Sampel Tanah .....	3-2
3.4.1 Persiapan Sampel Tanah Murni .....	3-2
3.4.2 Persiapan Sampel Tanah Pasir.....	3-3
3.5 Uji Saringan Basah .....	3-3
3.6 Uji Saringan Kering .....	3-4
3.7 Uji Hidrometer .....	3-5
3.8 Uji Index Properties .....	3-7
3.8.1 Uji Berat Jenis Tanah.....	3-7
3.8.2 Uji Fall Cone Penetrometer .....	3-9
3.9 Rangkain Percobaan Tanah dengan Jamur <i>Rhizopus oligosporus</i> .....	3-10
3.9.1 Rangkain Percobaan 1 .....	3-10
3.9.2 Rangkain Percobaan 2 .....	3-11
3.9.3 Rangkain Percobaan 3 .....	3-12
3.10 Uji Kuat Geser Tanah .....	3-13
BAB 4 ANALISIS DATA .....	4-14
4.1 Karakteristik Tanah.....	4-14
4.1.1 Hasil Uji <i>Index Properties</i> .....	4-14
4.1.2 Hasil Uji Hidrometer .....	4-15
4.1.3 Hasil Uji Saringan.....	4-16
4.2 Hasil Uji Kuat Geser Tanah ( <i>Direct Shear Test</i> ).....	4-16
4.2.1 Percobaan 1 .....	4-17

4.2.2 Percobaan 2.....	4-19
4.2.3 Percobaan 3.....	4-22
4.2.4 Percobaan 4.....	4-24
4.3 Hasil Diskusi.....	4-27
4.4 Hasil Uji SEM ( <i>Scanning Electron Microscope</i> ).....	4-29
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	5-1
5.1 Kesimpulan .....	5-1
5.2 Saran .....	5-2
DAFTAR PUSTAKA .....	xiv
LAMPIRAN 1.....	L1-1
LAMPIRAN 2.....	L2-1



## DAFTAR NOTASI

a	: Faktor koreksi
A	: Luas permukaan tanah
ASTM	: <i>American Society for Testing and Materials</i>
c	: Kohesi
C <sub>m</sub>	: <i>Meniscus correction</i>
C <sub>0</sub>	: <i>Zero correction</i>
C <sub>t</sub>	: <i>Properties correction factor</i>
D	: Diameter
GBS	: <i>GeoBarrier System</i>
G <sub>s</sub>	: <i>Specific Gravity</i>
H	: Tinggi sampel
LL	: <i>Liquid Limit</i>
∅	: Sudut geser dalam
PI	: <i>Plasticity Index</i>
PL	: <i>Plastic Limit</i>
R	: Koreksi meniscus
R <sub>a</sub>	: Pembacaan actual
R <sub>c</sub>	: Koreksi pembacaan
SEM	: <i>Scanning Electron Microscope</i>
t	: Waktu
USCS	: <i>Unified Soil Classification System</i>
V	: Volume tanah
V <sub>a</sub>	: Volume udara di dalam pori
V <sub>s</sub>	: Volume butiran padat
V <sub>v</sub>	: Volume pori
V <sub>w</sub>	: Volume air di dalam pori
W	: Berat sampel
W <sub>s</sub>	: Berat butir tanah

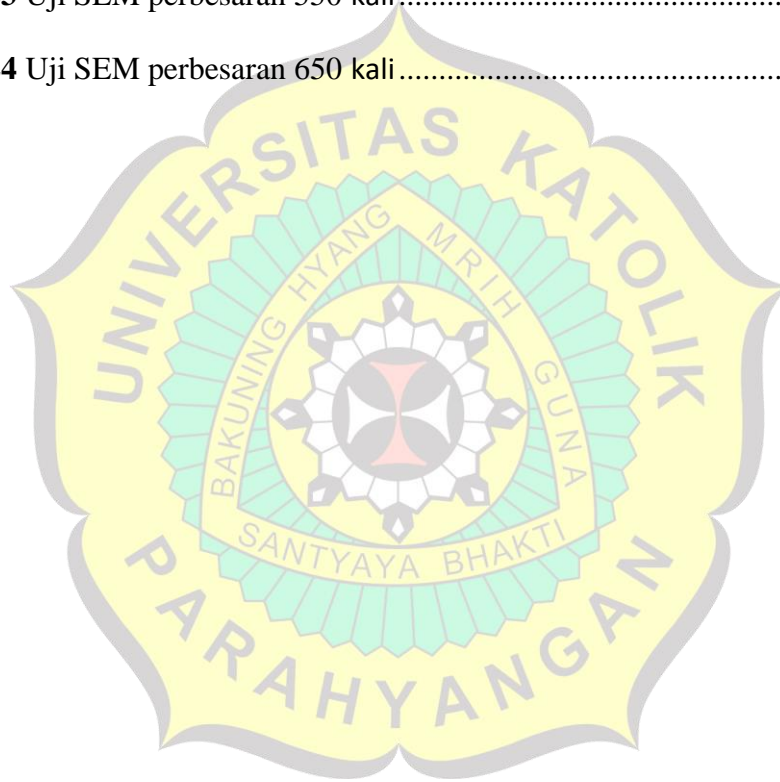
$W_w$  : Berat air  
 $\gamma$  : Berat isi tanah  
 $\gamma_d$  : Berat isi kering  
 $\sigma$  : Tegangan normal  
 $\tau$  : Tegangan geser  
 $\omega$  : Kadar air



## DAFTAR GAMBAR

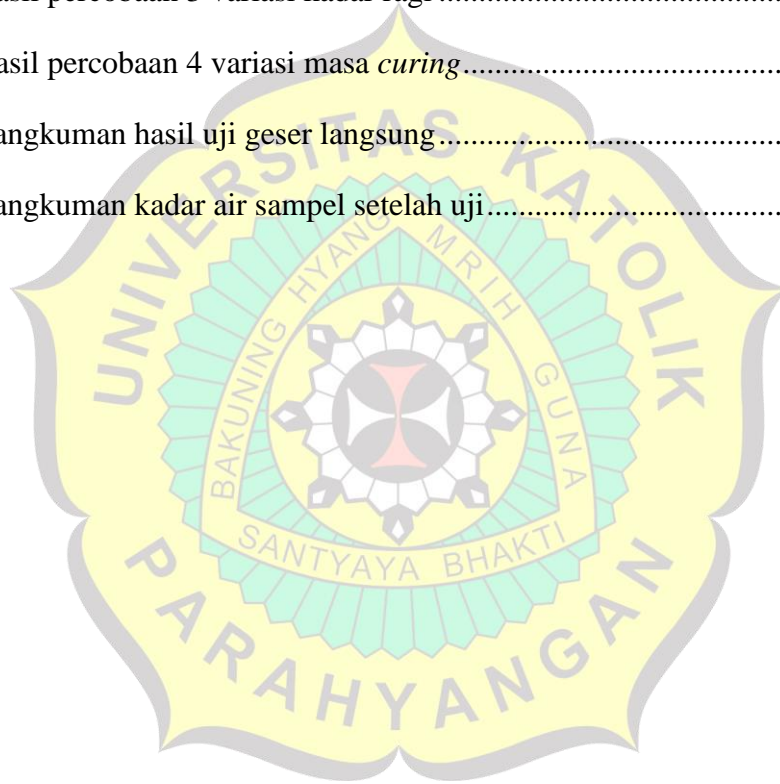
<b>Gambar 2.1</b> Fase tanah (Das, 1995) .....	2-3
<b>Gambar 2.2</b> Skema tanah setelah uji geser langsung (Herman, 2010).....	2-6
<b>Gambar 2.3</b> Grafik hasil uji geser langsung .....	2-6
<b>Gambar 3.1</b> Tanah murni.....	3-3
<b>Gambar 3.2</b> Hasil uji saringan basah.....	3-4
<b>Gambar 3.3</b> Ayakan standar ASTM .....	3-5
<b>Gambar 3.4</b> Uji hidrometer.....	3-7
<b>Gambar 4.1</b> Grafik uji <i>fall cone</i> .....	4-15
<b>Gambar 4.2</b> Kurva hidrometer.....	4-15
<b>Gambar 4.3</b> Kurva gradasi.....	4-16
<b>Gambar 4.4</b> Grafik hubungan $\tau$ dan $\sigma_n$ dengan jamur dan tanpa jamur.....	4-18
<b>Gambar 4.5</b> Hubungan Penambahan Jamur Terhadap Kohesi dan Sudut Geser	4-19
<b>Gambar 4.6</b> Grafik hubungan $\tau$ dan $\sigma_n$ variasi kadar air .....	4-20
<b>Gambar 4.7</b> Hubungan nilai kohesi dan sudut geser terhadap kadar air .....	4-21
<b>Gambar 4.8</b> Sampel kadar air 10% setelah uji .....	4-21
<b>Gambar 4.9</b> Sampel kadar air 15% setelah uji .....	4-21
<b>Gambar 4.10</b> Sampel kadar air 20% setelah uji .....	4-22
<b>Gambar 4.11</b> Grafik hubungan $\tau$ dan $\sigma_n$ variasi kadar ragi .....	4-22
<b>Gambar 4.12</b> Hubungan nilai kohesi dan sudut geser terhadap kadar ragi .....	4-23
<b>Gambar 4.13</b> Sampel ragi 3% setelah uji .....	4-24
<b>Gambar 4.14</b> Sampel ragi 7% setelah uji .....	4-24
<b>Gambar 4.15</b> Sampel ragi 10% setelah uji .....	4-24

<b>Gambar 4.16</b> Grafik hubungan $\tau$ dan $\sigma_n$ variasi masa <i>curing</i> .....	4-25
<b>Gambar 4.17</b> Hubungan nilai kohesi dan sudut geser terhadap masa <i>curing</i> ...	4-26
<b>Gambar 4.18</b> <i>Curing</i> 5 hari setelah uji .....	4-26
<b>Gambar 4.19</b> <i>Curing</i> 7 hari setelah uji .....	4-27
<b>Gambar 4.20</b> <i>Curing</i> 14 hari setelah uji .....	4-27
<b>Gambar 4.21</b> Uji SEM perbesaran 220 kali .....	4-30
<b>Gambar 4.22</b> Uji SEM perbesaran 350 kali.....	4-30
<b>Gambar 4.23</b> Uji SEM perbesaran 550 kali.....	4-31
<b>Gambar 4.24</b> Uji SEM perbesaran 650 kali.....	4-31



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Ayakan standard ASTM.....	2-5
<b>Tabel 4.1</b> <i>Index Properties</i> .....	4-14
<b>Tabel 4.2</b> Rangkuman Percobaan.....	4-17
<b>Tabel 4.3</b> Hasil percobaan 1 dengan jamur dan tanpa jamur .....	4-18
<b>Tabel 4.4</b> Hasil percobaan 2 variasi kadar air .....	4-20
<b>Tabel 4.5</b> Hasil percobaan 3 variasi kadar ragi .....	4-23
<b>Tabel 4.6</b> Hasil percobaan 4 variasi masa <i>curing</i> .....	4-25
<b>Tabel 4.7</b> Rangkuman hasil uji geser langsung.....	4-28
<b>Tabel 4.8</b> Rangkuman kadar air sampel setelah uji.....	4-29





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*GeoBarrier System* (GBS) adalah sistem kombinasi dinding tanah yang diperkuat untuk menstabilkan lereng curam dan prinsip penghalang kapiler untuk melindungi dinding dari efek resapan air hujan (Rahardjo et al, 2019). Studi yang dilakukan (Matsuoka et al, 2001) mengindikasikan bahwa tanah yang berada di dalam *geosynthetic bag* dapat meningkatkan kekuatan dari dinding penahan tanah. Salah satu jenis tanah yang biasa digunakan pada *GeoBarrier System* (GBS) adalah tanah *clayey sands* (SC).

Tanah diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu tanah berbutir kasar dan berbutir halus. Kategori tanah *clayey sands* (SC) menurut USCS (*Unified Soil Classification System*) adalah tanah yang mengandung tanah berbutir halus lebih dari 12% serta 50% atau lebih tanah berbutir kasar lolos saringan no.4. Tanah sandy clay adalah tanah yang digunakan pada *GeoBarrier System*. Permasalahan pada *GeoBarrier System* adalah terdapat beberapa bagian dari GBS yang tidak dapat menahan beban dengan baik, sehingga bentuk dari GBS tidak rapih. Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah dengan metode perkuatan tanah menggunakan mikroba berupa jamur. Jamur diketahui berperan penting dalam agregasi tanah, baik dalam pembentukan agregat maupun dalam menjaga stabilitas agregat (Lynch dan Bragg, 1985; Rillig dan Mummey, 2006).

Jamur *Rhizopus oligosporus* merupakan jamur yang digunakan pada proses pembuatan tempe. *Rhizopus oligosporus* pada tempe berperan sebagai pengepak butiran kacang kedelai menjadi bentuk padat dengan anyaman miselium bentuk padat dengan anyaman miselium (Babu et al., 2009). Pada penelitian ini diharapkan jamur *Rhizopus oligosporus* mampu meningkatkan kekuatan tanah. Miselium pada jamur diharapkan dapat mengikat butir-butir tanah seperti saat miselium jamur mengikat butiran kacang kedelai pada tempe. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji tegangan geser langsung (*Direct Shear Test*) untuk mendapatkan parameter kuat geser tanah.

Penelitian perkuatan tanah menggunakan jamur telah dilakukan sebelumnya oleh Emmanuel Salifu yang tertera dalam jurnal *Engineering Fungal Mycelia for Soil Improvement*. Menurut (Salifu et al, 2019), hifa jamur berpotensi untuk memodifikasi dan meningkatkan kekuatan tanah dengan meninggalkan potensi jejak karbon yang rendah. Penelitian yang dilakukan oleh Salifu menggunakan jamur *Pleurotus ostreatus* yang diaplikasikan pada pasir. Pada penelitian Emmanuel Salifu, pasir yang diberi jamur memiliki ketahanan terhadap erodibilitas yang lebih bagus dibandingkan dengan pasir yang tidak diberi jamur.

Pada penelitian sebelumnya oleh (Atmaja, 2019) yaitu “Studi Eksperimental Perbaikan Tanah Pasir Lepas dengan Jamur *Rhizopus oligosporus*”, peneliti menggunakan *Direct Shear Test* untuk mendapatkan parameter kuat geser tanah pasir lepas. Peneliti membandingkan kuat geser tanah pasir lepas yang tidak ditanami jamur *Rhizopus oligosporus* dengan tanah pasir lepas yang telah ditanami jamur *Rhizopus oligosporus*. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan parameter kuat geser tanah setelah ditanami jamur *Rhizopus oligosporus*.

Aplikasi jamur *Rhizopus oligosporus* pada tanah *clayey sands* diharapkan dapat mengikat butir tanah *clayey sands*. Perkuatan tanah menggunakan jamur *Rhizopus oligosporus* dapat menjadi alternatif perbaikan tanah yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian perkuatan tanah *clayey sands* dengan jamur *Rhizopus oligosporus* untuk mengetahui parameter kuat geser tanah dengan uji *Direct Shear Test*.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, identifikasi permasalahan pada penelitian ini adalah melakukan uji eksperimental untuk mengetahui pengaruh pengaplikasian jamur *Rhizopus oligosporus* pada tanah *clayey sands* terhadap parameter kuat geser tanah.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh kadar air, masa *curing*, dan kadar ragi terhadap parameter kuat geser tanah dengan aplikasi jamur *Rhizopus oligosporus*.
2. Mengetahui perbedaan parameter kuat geser tanah antara tanah yang diberi jamur dan tanpa jamur (tanah asli).

#### **1.4 Lingkup Bahasan**

Lingkup bahasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tanah yang digunakan adalah tanah *clayey sands*.
2. Penumbuhan jamur *Rhizopus oligosporus* menggunakan ragi tempe dengan merk Raprima.
3. Jamur *Rhizopus oligosporus* dicampur dengan tanah *clayey sands* dengan variasi kadar air, masa *curing*, dan kadar ragi.
4. Pengujian sampel dilakukan menggunakan alat uji Tegangan Geser Langsung (*Direct Shear Test*).

#### **1.5 Metodologi Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan adalah:

1. Studi Literatur  
Studi literatur merupakan metode pengumpulan informasi dan memperkaya konsep untuk dasar teori dan tahap penelitian baik dari jurnal, internet, maupun skripsi perbandingan.
2. Uji laboratorium dan analisis data  
Uji laboratorium dilakukan dengan melakukan pencampuran sampel sesuai alat dan bahan yang dipersiapkan, kemudian dilakukan pengujian dengan alat uji yang dipersiapkan. Data hasil uji kemudian diolah dan dianalisis kemudian ditarik kesimpulannya.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

##### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisi mengenai latar belakang, identifikasi masalah, tujuan penelitian, lingkup bahasan, metodologi penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir penelitian.

## BAB 2 STUDI PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai landasan teori dan konsep yang digunakan dalam penelitian.

## BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini berisi mengenai persiapan sampel dan prosedur uji laboratorium untuk memperoleh data- data penelitian.

## BAB 4 ANALISIS DATA

Bab ini berisi mengenai hasil analisis data yang diperoleh dari uji laboratorium.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dan saran penelitian yang dilakukan untuk menunjang penelitian selanjutnya



## 1.7 Diagram Alir

