

SKRIPSI

***DISINTEGRATION RATE SISTEM DOUBLE LAYER
PADA CAMPURAN TANAH PASIR SILIKA DENGAN
BIOPOLIMER *GLUCOMANNAN* DAN JAMUR
*RHIZOPUS SP FUNGI-MYCELIUM****



**ANASTASIA MEROLINE ZOEY PURBA
NPM : 6102001079**

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULI 2024**

SKRIPSI

***DISINTEGRATION RATE SISTEM DOUBLE LAYER
PADA CAMPURAN TANAH PASIR SILIKA DENGAN
BIOPOLIMER *GLUCOMANNAN* DAN JAMUR
*RHIZOPUS SP FUNGI-MYCELIUM****



**ANASTASIA MEROLINE ZOEY PURBA
NPM : 6102001079**

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULI 2024**

SKRIPSI

***DISINTEGRATION RATE SISTEM DOUBLE LAYER
PADA CAMPURAN TANAH PASIR SILIKA DENGAN
BIOPOLIMER *GLUCOMANNAN* DAN JAMUR
*RHIZOPUS SP FUNGI-MYCELIUM****



**ANASTASIA MEROLINE ZOEY PURBA
NPM : 6102001079**

BANDUNG, 26 Juli 2024

PEMBIMBING:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Aswin', with a horizontal line underneath.

Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULI 2024**

SKRIPSI

DISINTEGRATION RATE SISTEM DOUBLE LAYER PADA CAMPURAN TANAH PASIR SILIKA DENGAN BIOPOLIMER *GLUCOMANNAN* DAN JAMUR *RHIZOPUS SP FUNGI-MYCELIUM*



**ANASTASIA MEROLINE ZOEY PURBA
NPM : 6102001079**

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

PENGUJI 1: Siska Rustiani, Ir., M.T.

PENGUJI 2: Martin Wijaya, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULI 2024**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : ANASTASIA MEROLINE ZOEY PURBA
Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 13 Juli 2002
NPM : 6102001079
Judul skripsi : ***DISINTEGRATION RATE SISTEM DOUBLE
LAYER PADA CAMPURAN TANAH PASIR
SILIKA DENGAN BIOPOLIMER
GLUCOMANNAN DAN JAMUR RHIZOPUS SP
FUNGI-MYCELIUM***

Dengan ini Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah benar hasil karya tulis saya sendiri dan bebas plagiat. Adapun kutipan yang tertuang sebagian atau seluruh bagian pada karya tulis ini yang merupakan karya orang lain (buku, makalah, karya tulis, materi perkuliahan, internet, dan sumber lain) telah selayaknya saya kutip, sadur, atau tafsir dan dengan jelas telah melampirkan sumbernya. Bahwa tindakan melanggar hak cipta dan yang disebut plagiat merupakan pelanggaran akademik yang sanksinya dapat berupa peniadaan pengakuan atas karya ilmiah ini dan kehilangan hak keserjanaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

(Kutipan pasal 25 ayat 2 UU no. 20 tahun 2003)

Bandung, 26 Juli 2024



Anastasia Meroline Zoey Purba

***DISINTEGRATION RATE SISTEM DOUBLE LAYER PADA
CAMPURAN TANAH PASIR SILIKA DENGAN BIOPOLIMER
GLUCOMANNAN DAN JAMUR RHIZOPUS SP FUNGI-
MYCELIUM***

**Anastasia Meroline Zoey Purba
NPM: 6102001079**

Pembimbing: Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULI 2024**

ABSTRAK

Dunia konstruksi, khususnya di bidang geoteknik, tidak jauh dari yang namanya perbaikan tanah. Pada umumnya industri konstruksi di dunia menggunakan bahan beremisi karbon seperti semen dalam proses perbaikan tanah. Namun demikian penggunaan semen sebagai bahan aditif dianggap tidak ramah lingkungan. Sebagai bahan alternatif untuk perbaikan tanah digunakan biopolimer atau fungi. Biopolimer memiliki keunggulan menambah kekuatan pada tanah, sementara fungi memberi manfaat sebagai pelindung terhadap ketahanan air pada tanah. Dalam penelitian ini menggabungkan penggunaan biopolimer glukomannan dan jamur *rhizopus oryzae* dan *rhizopus oligosporus* dalam sistem *double layer* (dua lapis). Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah penggunaan *double layer* dapat memperbaiki disintegration rate dari tanah pasiran.

Kata Kunci: Stabilitas, Biopolimer, Fungi, Ramah Lingkungan, *Disintegration Rate*

**DISINTEGRATION RATE OF DOUBLE-LAYER SYSTEM IN
SILICA SAND SOIL MIXTURES WITH GLUCOMANNAN
BIOPOLYMER AND *RHIZOPUS SP. FUNGI-MYCELIUM***

**Anastasia Meroline Zoey Purba
NPM: 6102001079**

Advisor: Aswin Lim, Ph.D.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BACHELOR PROGRAM
(Accredited by SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)
BANDUNG
JULY 2024**

ABSTRACT

Construction industry, particularly in geotechnics, frequently involves soil improvement techniques. Typically, the global construction activities employ carbon-emitting materials, such as cement, in soil stabilization processes. However, the use of cement as an additive is considered environmentally unfriendly. As alternative materials for soil improvement, biopolymers and fungi are utilized. Biopolymers have the advantage of enhancing soil strength, whereas fungi provide benefits by improving soil water resistance. This study integrates the use of the biopolymer glucomannan and the fungi *rhizopus oryzae* and *rhizopus oligosporus* in a double-layer system. Results of this research indicate that the double-layer system can effectively improve the disintegration rate of sandy soil.

Keywords: Stabilization, Biopolymer, Fungi, Environmentally Friendly, Disintegration Rate

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan Rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Disintegration Rate* Sistem *Double Layer* Pada Campuran Tanah Pasir Silika Dengan Biopolimer Glukomannan Dan Jamur *Rhizopus Sp Fungi-Mycelium*”. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan program sarjana di program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, terdapat berbagai rintangan yang dihadapi oleh penulis. Namun, banyak bantuan, dukungan dan saran yang diterima oleh penulis. Dengan demikian, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada orang-orang yang telah membantu penulis, yaitu:

1. Bapak Aswin Lim, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengkritik, dan memberikan saran selama proses penyusunan skripsi.
2. Mama Sari, Papa Batara, Patua Ivan, Matua Mawar, dan Abang Bram selaku orang tua, om, tante dan abang penulis yang selalu menemani dan memberikan dukungan kepada penulis selama masa kuliah.
3. Aurielle, Aju Yanti, Uda Bernard, Radja selaku keluarga di Bandung dan seluruh keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan kepada penulis selama masa kuliah dan proses penyusunan penelitian ini.
4. Seluruh dosen dan asisten dosen KBI Geoteknik yang telah mengajarkan penulis selama masa kuliah sehingga dapat memahami konsep dasar ilmu geoteknik.
5. Bapak Andra, S.T., M.T., Samuel Jemmy, S.T, Bapak Yudi dan Bapak Adang yang selalu memberikan dukungan kepada penulis selama proses uji di laboratorium sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan lancar.
6. Alice Triana, Debbie Ananda, Gabriella Angelina, Imanuella Dewi Karen, Tasya Wijaya dan Ghaitsa selaku sahabat dan teman seperjuangan yang selalu memberikan dukungan serta semangat selama proses penyusunan penelitian ini.

7. Kirana Asri, Vasco C., Fahren K., dan Marizka S. yang selalu mendukung dan setia menemani penulis selama proses uji di laboratorium.
8. Segenap angkatan 2020 yang sudah menjadi teman penulis selama di masa perkuliahan, hingga akhirnya dapat menyusun penelitian ini.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu namun ikut andil dalam membantu penulis menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat ketidaksempurnaan. Dengan demikian penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penulis dapat berkembang di masa yang akan datang.

Bandung, 26 Juli 2024



Anastasia Meroline Zoey Purba
6102001079



DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Inti Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Lingkup Penelitian	2
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	3
1.7 Diagram Alir Penelitian	4
BAB 2 DASAR TEORI.....	5
2.1 Stabilisasi Tanah	5
2.2 Tanah Pasir Lepas	6
2.3 Biopolimer.....	6
2.3.1 Biopolimer Glukomannan	6
2.4 Jamur (Fungi)	7
2.4.1 Jamur Tempe	7

2.5 Perbaikan Tanah Menggunakan Biopolimer <i>Glucomannan</i>	8
2.6 Perbaikan Tanah Menggunakan Jamur	8
2.7 Pengujian Indeks Properties	8
2.7.1 Uji Saringan	9
2.7.2 Uji Kadar Air	10
2.7.3 Uji Berat Isi Tanah.....	10
2.7.4 Uji Berat Jenis Tanah.....	11
2.8 <i>Water Stability Test</i>	12
2.9 Uji Kuat Tekan Bebas (Uji UCT)	12
BAB 3 METODE PENELITIAN	14
3.1 Tahapan Penelitian	14
3.2 Sampel Penelitian	14
3.2.1 Sampel Tanah	14
3.2.2 Biopolimer <i>Glucomannan</i>	15
3.2.3 Ragi Tempe.....	15
3.3 Pengujian Indeks Propertis.....	16
3.3.1 Pengujian Saringan	16
3.3.2 Pengujian Berat Isi Tanah.....	16
3.3.3 Pengujian Berat Jenis Tanah.....	17
3.3.4 Pengujian Kadar Air	18
3.4 Pencampuran Sampel Tanah	18
3.4.1 Rangkaian Percobaan 1 (<i>Single Layer Variasi Curing Time</i> dengan Metode Wet)	18
3.4.2 Rangkaian Percobaan 2 (<i>Double Layer Variasi Curing Time</i> dengan Metode Wet)	21
3.5 Tahapan <i>Water Stability Test</i>	25
BAB 4 ANALISIS DATA	29
4.1 Hasil Uji <i>Index Properties</i>	29
4.2 Hasil Uji Saringan	29

4.3 Hasil <i>Water Stability Test</i>	31
4.3.1 Pengaruh Penggunaan Sistem <i>Double Layer</i> dengan <i>curing time</i> 7 Hari terhadap <i>Water Stability</i>	31
4.3.2 Pengaruh Penggunaan Sistem <i>Double Layer</i> dengan <i>curing time</i> 14 Hari terhadap <i>Water Stability</i>	35
4.3.3 Pengaruh Penggunaan Sistem <i>Double Layer</i> dengan <i>curing time</i> 21 Hari terhadap <i>Water Stability</i>	39
4.4 Hasil Uji Kuat Tekan Bebas (UCT)	43
4.4.1 Pengaruh Penggunaan Sistem <i>Double Layer</i> dan <i>curing time</i> terhadap Kuat Tekan Bebas Tanah Pasir Lepas	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ROO	:	Rhizopus oligosporus oryzae
UCT	:	Unconfined Compression Test
USCS	:	Unified Soil Classification System
ASTM	:	American Society for Testing and Materials
ϕ	:	Sudut geser dalam tanah
γ	:	Berat volume tanah
c	:	Kohesi
Gs	:	Berat jenis tanah
ω_c	:	Kadar air
Vs	:	Volume butiran padat
Vv	:	Volume pori
Vw	:	Volume air dalam pori
Va	:	Volume udara dalam pori
Ws	:	Berat butiran padat
Ww	:	Berat air
γ_{dry}	:	Berat isi kering
γ_s	:	Berat isi butiran padat
γ_w	:	Berat isi air
D ₁₀	:	Diameter yang 10% dari total butiran lolos dari diameter tersebut
D ₃₀	:	Diameter yang 30% dari total butiran lolos dari diameter tersebut
D ₆₀	:	Diameter yang 60% dari total butiran lolos dari diameter tersebut
Cu	:	Koefisien keseragaman
Cc	:	Koefisien gradasi
Su	:	Kuat geser undrained
St	:	Derajat kepekaan
qu	:	Kuat tekan bebas
Y	:	<i>Disintegration rate (%)</i>

X_0 : Berat maksimum sampel ketika terendam air
 X_n : Berat sampel selama penurunan tiap jam



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian.....	4
Gambar 2.1 Tiga Fase Tanah (sumber : Das, 2010).....	11
Gambar 3.1 Pasir Silika.....	15
Gambar 3.3 Biopolimer Glukomannan	15
Gambar 3.5 Jamur Tempe (<i>Rhizopus oligosporus oryzae</i>).....	16
Gambar 3.11 Tabung Triaxial	20
Gambar 3.12 Timbangan dengan Ketelitian 0,1 g	20
Gambar 3.13 Wadah.....	20
Gambar 3.14 Kompor.....	21
Gambar 3.15 Extruder	21
Gambar 3.17 Diameter Pipa PVC 3/4 inch	23
Gambar 3.18 Mini Proctor	23
Gambar 3.19 Sampel yang Sudah di-Plastic Wrap	25
Gambar 3.20 Keranjang Besi	26
Gambar 3.21 Akuarium.....	27
Gambar 3.22 Keranjang Besi yang Sudah Tergantung.....	27
Gambar 3.23 Sampel dan Keranjang Besi yang Sudah Tergantung.....	28
Gambar 3.24 Sampel Terendam.....	28
Gambar 4.1 Sampel SINGLE LAYER	32
Gambar 4.2 Sampel DOUBLE LAYER	32
Gambar 4.3 Ketika sampel SINGLE LAYER sudah mencapai 101 jam.....	33
Gambar 4.4 Ketika Sampel DOUBLE LAYER Sudah Mencapai 108 Jam.....	34
Gambar 4.5 Grafik Disintegration Rate Curing Time 7 Hari.....	35
Gambar 4.6 Sampel SINGLE LAYER	36
Gambar 4.7 Sampel DOUBLE LAYER	36
Gambar 4.8 Ketika sampel SINGLE LAYER sudah mencapai 122 jam.....	37
Gambar 4.9 Ketika sampel DOUBLE LAYER sudah mencapai 143 jam.....	38
Gambar 4.10 Grafik Disintegration Rate Dengan Curing Time 14 Hari	39
Gambar 4.11 Sampel SINGLE LAYER	40
Gambar 4.12 Sampel DOUBLE LAYER	40

Gambar 4.13 Ketika sampel SINGLE LAYER sudah mencapai 121 jam.....41
Gambar 4.14 Ketika sampel DOUBLE LAYER sudah mencapai 142,75 jam....42
Gambar 4.15 Grafik Disintegration Rate Dengan Curing Time 21 Hari43
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Antara q_u dan Curing Time.....45



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Ukuran Standar Lubang Saringan (ASTM D6913)	9
Tabel 4.1 Hasil Uji Index Properties	29
Tabel 4.2 Hubungan antara Time dan Disintegration Rate (%).....	33
Tabel 4.3 Hubungan antara Time dan Disintegration Rate (%).....	34
Tabel 4.4 Hubungan antara Time dan Disintegration Rate (%).....	37
Tabel 4.5 Hubungan antara Time dan Disintegration Rate (%).....	38
Tabel 4.6 Hubungan antara Time dan Disintegration Rate (%).....	41
Tabel 4.7 Hubungan antara Time dan Disintegration Rate (%).....	42
Tabel 4.8 Hasil Analisis Uji Kuat Tekan Bebas Pada Sampel SINGLE LAYER	44
Tabel 4.9 Hasil Analisis Uji Kuat Tekan Bebas Pada Sampel DOUBLE LAYER	44



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 TABEL HASIL WATER STABILITY TEST	50
LAMPIRAN 2 HASIL UJI KUAT TEKAN BEBAS (UCT)	56
LAMPIRAN 3 GAMBAR HASIL UJI UCT	77



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia konstruksi, khususnya di bidang geoteknik, tidak jauh dari yang namanya perbaikan tanah. Perbaikan tanah merupakan usaha untuk memperbaiki dan/atau menjaga kemampuan dan kinerja tanah (Fauziek dkk, 2018). Industri konstruksi di dunia pada umumnya menggunakan bahan beremisi karbon seperti semen dalam proses perbaikan tanah (Pandiangan dkk, 2016). Meskipun penambahan semen dapat meningkatkan stabilitas dan kekuatan tanah, namun bahan aditif tersebut berpotensi memberi dampak buruk pada lingkungan. Untuk membatasi emisi karbon yang berlebihan, maka digunakan biopolimer dan fungi sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Biopolimer merupakan bahan polimer alami yang berasal dari tumbuhan, hewan, alga, jamur, atau sumber bakteri yang terdiri dari polisakarida (Ardiana dkk, 2023). Dalam bidang rekayasa geoteknik, para insinyur geoteknik mengembangkan biopolimer sebagai alternatif penstabilan tanah (Chang dkk, 2016). Namun, tanah yang dipaparkan dengan biopolimer akan lebih rentan terhadap air, karena adanya '*hidrogel*' yang ada pada biopolimer (Visnawath, 2024).

Di sisi lain, jamur merupakan kumpulan mikroorganisme eukariotik yang juga menjadi salah satu media alternatif perbaikan tanah. Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa aplikasi jamur dalam perbaikan tanah sangat efektif dalam mencegah erosi, walaupun cara ini memiliki kelemahan yaitu pertumbuhan jamur yang gagal akibat ketidakpastian lingkup pertumbuhan jamur (Damanik, 2020).

Kebutuhan untuk memperbaiki stabilitas dan kekuatan tanah dengan menggunakan bahan alami dapat dilakukan dengan menggunakan biopolimer dan fungi secara bersama. Biopolimer yang dapat bertindak sebagai alat untuk

pertumbuhan jaringan hifa, sementara fungi dapat menjadi *barrier* terhadap ketahanan air pada tanah (Visnawath, 2024).

Pada studi eksperimental ini, penggunaan bersama biopolimer dan jamur untuk memperbaiki kualitas tanah pasir silika dilakukan dengan metode *double layer*. Percobaan dilakukan untuk mengetahui *disintegration rate* campuran pasir silika terhadap air.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari studi eksperimental ini adalah pengaruh penggunaan biopolimer *glucomannan* dan jamur *rhizopus oligosporus* dan *rhizopus oryzae* secara bersama terhadap *disintegration rate* serta kuat tekan bebas tanah pasir lepas.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian skripsi ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh sistem *double layer* terhadap *disintegration rate* tanah yang diberi biopolimer *glucomannan* dan jamur *rhizopus oligosporus* dan *rhizopus oryzae*.
2. Mengukur *disintegration rate* tanah pasir lepas akibat pengaruh penggunaan biopolimer *glucomannan* dan jamur *rhizopus oligosporus* dan *rhizopus oryzae* secara bersama.
3. Mengetahui pengaruh pengeraman (*curing time*) terhadap *disintegration rate* tanah campuran.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian skripsi ini adalah :

1. Tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah pasir silika dengan keadaan lepas.
2. Sampel tanah dibuat menggunakan pasir silika yang dicampur dengan biopolimer *glucomannan* yang berasal dari tanaman umbi porang dan jamur *rhizopus oligosporus* dan *rhizopus oryzae* yang merupakan ragi tempe.

3. Sampel tanah dibuat dengan kadar air 20% untuk biopolimer dan 5% untuk jamur *rhizopus oligosporus* dan *rhizopus oryzae*.
4. Sampel tanah dibuat dengan konsentrasi *Glucomannan* sebesar 2% dan jamur *rhizopus oligosporus* dan *rhizopus oryzae* sebesar 5%.
5. Waktu pengeraman (*curing time*) sampel dibatasi hanya pada 7, 14, dan 21 hari pada kondisi *Air Dried* dan 1 hari pada kondisi *Oven Dried*.

1.5 Metode Penelitian

Untuk dapat menjawab rumusan masalah dari penelitian ini, maka digunakan 2 (dua) metode penelitian yaitu Studi Literatur, Uji Laboratorium dan Analisis Data.

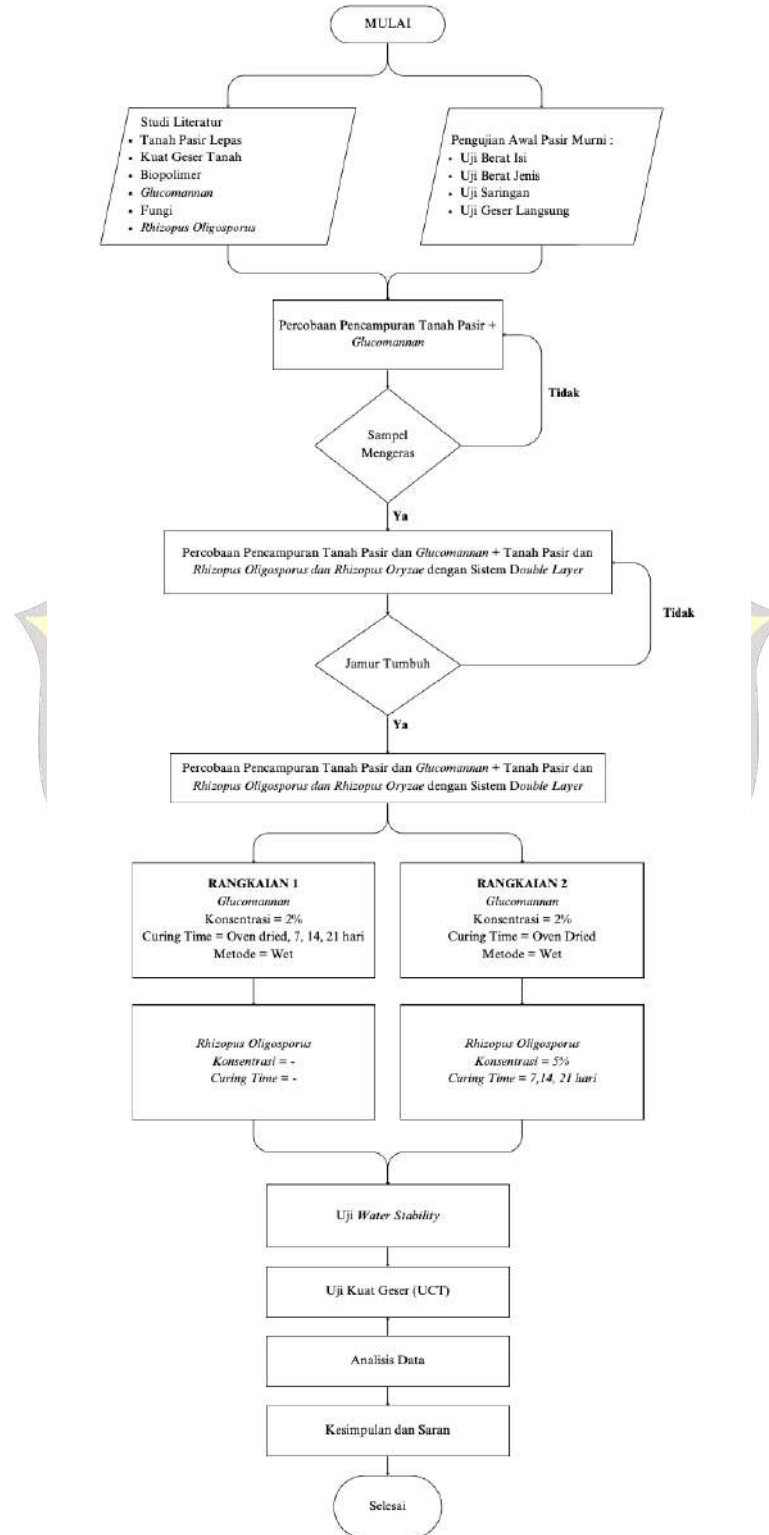
1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. BAB 1 PENDAHULUAN
Bab ini berisi mengenai latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penelitian dan diagram alir penelitian.
2. BAB 2 STUDI PUSTAKA
Bab ini berisi mengenai dasar teori serta konsep-konsep yang akan digunakan dalam menjawab rumusan masalah secara teoritis.
3. BAB 3 METODE PENELITIAN
Bab ini berisi mengenai langkah-langkah dan pelaksanaan penelitian untuk memperoleh data yang diperoleh dari laboratorium.
4. BAB 4 ANALISIS DATA
Bab ini berisi data mengenai hasil analisis serta pengolahan data yang diperoleh dari uji laboratorium.
5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN
Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari hasil penelitian, beserta saran untuk penelitian kedepannya.

1.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir memuat proses penelitian yang akan dilakukan dalam penyelesaian skripsi ini, seperti dapat dilihat pada **Gambar 1.1**



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian