

PENERAPAN KONSEP *CIRCULAR ECONOMY* MELALUI *RECOVERY* CAIRAN FERMENTASI DAN ANALISIS NERACA MASSA PADA PRODUKSI *FERMENTED SOUR FLOUR* DARI *CELLULOSE DUST*

GRACE PAULA VERONICA



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Penerapan Konsep *Circular Economy* melalui *Recovery* Cairan Fermentasi dan Analisis Neraca Massa pada Produksi *Fermented Sour Flour* dari *Cellulose Dust*” 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 tugas akhir ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Grace Paula Veronica
NIM F3401221041



ABSTRAK

GRACE PAULA VERONICA. Penerapan Konsep *Circular Economy* melalui *Recovery* Cairan Fermentasi dan Analisis Neraca Massa pada Produksi *Fermented Sour Flour* dari *Cellulose Dust*. Dibimbing oleh MUHAMMAD ROMLI dan TITI CANDRA SUNARTI.

Cellulose dust merupakan hasil samping pengolahan tepung porang yang telah dimanfaatkan sebagai bahan baku produksi *fermented sour flour* (FSF). Namun, proses tersebut masih menghasilkan cairan fermentasi yang mengandung padatan tersuspensi dan padatan terlarut sehingga sebagian material bernilai belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan merancang proses *recovery* cairan fermentasi, menganalisis distribusi massa melalui penyusunan neraca massa, serta mengevaluasi penerapan konsep *circular economy* pada proses produksi *fermented sour flour*. Penelitian dilakukan menggunakan pendekatan desain keteknikan yang meliputi tahap eksplorasi, pendefinisian masalah, ideasi, pengembangan prototipe, dan validasi. Proses *recovery* dikembangkan melalui dua alternatif, yaitu penyaringan menggunakan kain saring 100 mesh untuk memperoleh *fermented sour flour* 2 (FSF 2) serta presipitasi etanol untuk memperoleh glukomanan dari fraksi cair. Neraca massa keseluruhan, neraca massa air, dan neraca massa padatan disusun untuk mengevaluasi distribusi material dan mengidentifikasi potensi material yang masih dapat dipulihkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses produksi FSF menghasilkan cairan fermentasi yang masih mengandung 399,5 g *total suspended solids* (TSS) dan 282,3 g *total dissolved solids* (TDS) sehingga berpotensi dimanfaatkan kembali. *Recovery* melalui penyaringan 100 mesh menghasilkan FSF 2 dengan rendemen sebesar 14,9% (basis kering), sehingga meningkatkan rendemen total FSF menjadi 63,7% (basis kering), sedangkan *recovery* melalui presipitasi etanol menghasilkan glukomanan dengan rendemen sekitar 3,6% (basis kering) dan kadar glukomanan 18,6%. Analisis neraca massa berhasil mengidentifikasi distribusi massa pada setiap unit operasi, lokasi kehilangan material, serta aliran proses yang masih memiliki potensi pemulihan. Penerapan konsep *circular economy* melalui *recovery* cairan fermentasi meningkatkan efisiensi pemanfaatan bahan baku, mengurangi kehilangan material, menghasilkan produk bernilai tambah, dan mendukung pengelolaan hasil samping yang lebih berkelanjutan.

Kata kunci: *cellulose dust*, *circular economy*, *fermented sour flour*, neraca massa, *recovery*



ABSTRACT

GRACE PAULA VERONICA. Application of the Circular Economy Concept through Fermentation Liquid Recovery and Mass Balance Analysis in the Production of Fermented Sour Flour from Cellulose Dust. Supervised by MUHAMMAD ROMLI and TITI CANDRA SUNARTI.

Cellulose dust is a by-product of porang flour processing which has been used as a raw material for the production of fermented sour flour (FSF). However, the process still produces fermented liquids that contain suspended solids and dissolved solids so that some valuable materials have not been utilized optimally. This research aims to design the fermented liquid recovery process, analyze the mass distribution through the preparation of the mass balance, and evaluate the application of the circular economy concept in the fermented sour flour production process. The research was conducted using an engineering design approach which includes the exploration stage, problem definition, ideation, prototype development, and validation. The recovery process was developed through two alternatives, namely filtration using a 100 mesh filter cloth to obtain fermented sour flour 2 (FSF 2) and ethanol precipitation to obtain glucomannan from liquid fractions. The overall mass balance, water mass balance, and solid mass balance are compiled to evaluate the material distribution and identify the potential of the material that can still be recovered. The results of the study show that the FSF production process produces fermented liquids that still contain 399.5 g of total suspended solids (TSS) and 282.3 g of total dissolved solids (TDS) so that it has the potential to be reused. Recovery through 100 mesh filtration produced FSF 2 with a yield of 14.9% (dry base), thus increasing the total FSF yield to 63.7% (dry base), while recovery through ethanol precipitation produced glucomannan with a yield of about 3.6% (dry base) and glucomannan content of 18.6%. The mass balance analysis successfully identified the mass distribution in each operating unit, the location of material loss, and the process flow that still has potential for recovery. The application of the circular economy concept through fermentation liquid recovery increases the efficiency of raw material utilization, reduces material loss, produces value-added products, and supports more sustainable management of by-products.

Keywords: cellulose dust; circular economy; fermented sour flour; mass balance; recovery



@Hak cipta milik IPB University

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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



PENERAPAN KONSEP *CIRCULAR ECONOMY* MELALUI *RECOVERY* CAIRAN FERMENTASI DAN ANALISIS NERACA MASSA PADA PRODUKSI *FERMENTED SOUR FLOUR* DARI *CELLULOSE DUST*

GRACE PAULA VERONICA

Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
— Bogor Indonesia —

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 Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Mulyorini Rahayuningsih, M.Si.
2. Dr. Elisa Anggraeni, S.T.P., M.Sc.

Perpustakaan IPB University



Judul Tugas Akhir : Penerapan Konsep *Circular Economy* melalui *Recovery*
Cairan Fermentasi dan Analisis Neraca Massa pada
Produksi *Fermented Sour Flour* dari *Cellulose Dust*
Nama : Grace Paula Veronica
NIM : F3401221041

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Muhammad Romli, M.Sc.St.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Titi Candra Sunarti, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Ono Suparno, S.T.P., M.T.
NIP 197212031997021001

Tanggal Ujian:
30 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkat dan segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini dengan baik. Karya tulis yang berjudul “Penerapan Konsep *Circular Economy* melalui *Recovery* Cairan Fermentasi dan Analisis Neraca Massa pada Produksi *Fermented Sour Flour* dari *Cellulose Dust*” ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Proyek Desain Utama Agroindustri yang berjudul “Desain Peningkatan Nilai Tambah *Cellulose Dust* Hasil Samping Pengolahan Tepung Porang”. Proyek ini dilaksanakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri Pertanian, Fakultas Teknik dan Teknologi, Institut Pertanian Bogor. Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dan dukungan selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan proyek tugas akhir ini, terutama kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Titi Candra Sunarti, M.Si. dan Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Romli, M.Sc.St. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan proyek tugas akhir ini.
2. Seluruh dosen, tenaga kependidikan, teknisi, staf laboratorium, UPT, dan Tata Usaha Program Studi Teknik Industri Pertanian yang telah memberikan ilmu, bantuan, serta fasilitas selama proses penelitian dan penyusunan proyek tugas akhir.
3. PT Agung Harada Agro selaku mitra penelitian atas kesempatan dan dukungan selama penelitian.
4. Kedua orang tua, kakak, dan adik tercinta atas doa, kasih sayang, serta dukungan yang tiada henti.
5. Clarissa Evangelista dan Devva Nur Tria Saputri selaku rekan dalam Proyek Desain Utama Agroindustri atas kerja sama dan kebersamaannya.
6. Alanis Isabel dan Grace Natalia yang senantiasa menemani, menjadi tempat berbagi cerita dan keluh kesah.
7. Alanis Isabel, Alya Ashanty, Dhava Valentio, Nova Belinda, Aura Dwi, Farid Yafi, dan Sulthan Farras (Kami Halal) yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, serta kebersamaan sejak awal perkuliahan.
8. Cecilia Ruth, Lestary Endah, dan Farsya Ashila (JCO) yang selalu memberikan dukungan, motivasi, serta menemani penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Teknologi Industri Pertanian.
9. Teman-teman Program Studi Teknik Industri Pertanian Angkatan 59 atas kebersamaan, kerja sama, dan dukungan selama menjalani perkuliahan di IPB University.
10. Seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian maupun penyusunan proyek tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga penelitian ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Grace Paula Veronica



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Cellulose Dust</i> sebagai Hasil Samping Pengolahan Tepung Porang	4
2.2 Konsep <i>Circular Economy</i> dan Penerapannya pada Hasil Samping Agroindustri	5
2.3 Cairan Fermentasi sebagai Hasil Samping Proses	6
2.4 Neraca Massa dalam Evaluasi Proses	6
2.5 <i>Total Suspended Solids</i> (TSS) dan <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS)	8
2.6 Potensi Pemanfaatan Produk <i>Recovery</i>	9
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Kerja	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Perancangan Proses Produksi <i>Fermented Sour Flour</i> Skala 1.500 g	14
4.2 Proses <i>Recovery</i> Cairan Fermentasi	20
V SIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Simpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	40
RIWAYAT HIDUP	51



DAFTAR TABEL

1	Karakteristik <i>cellulose dust</i>	4
2	Karakteristik <i>cellulose dust</i> berdasarkan uji	14
3	Neraca massa cairan dan padatan pada proses produksi FSF	18
4	Neraca massa cairan dan padatan pada proses produksi FSF 2	23
5	Perbandingan karakteristik FSF 1 dan produk hasil <i>recovery</i> (FSF 2)	24
6	Neraca massa cairan dan padatan pada proses produksi glukomanan hasil <i>recovery</i>	31
7	Perbandingan kadar glukomanan pada FSF 1 dan glukomanan hasil <i>recovery</i>	34

DAFTAR GAMBAR

1	Tahapan desain keteknikan	11
2	Diagram alir proses produksi FSF pada skala 1.500 g	15
3	Neraca massa proses produksi FSF pada skala 1.500 g	17
4	Diagram alir proses <i>recovery</i> FSF 2	21
5	Neraca massa proses <i>recovery</i> FSF 2	22
6	Diagram alir proses <i>recovery</i> glukomanan	28
7	Neraca massa proses <i>recovery</i> glukomanan	30

DAFTAR LAMPIRAN

1	Prosedur pengujian <i>cellulose dust, fermented sour flour 2</i> (FSF 2)	41
2	Prosedur pengujian cairan fermentasi	48
3	Hasil analisis statistik pH, kalsium oksalat, residu sulfit, kadar glukomanan hasil <i>recovery</i>	49