

# REV\_MUHAMMAD RIFQI\_3331200043\_TA.pdf

*by* Muhammad Rifqi

---

**Submission date:** 26-Jul-2024 09:45AM (UTC+0700)

**Submission ID:** 2422548001

**File name:** REV\_MUHAMMAD\_RIFQI\_3331200043\_TA.pdf (1.56M)

**Word count:** 8370

**Character count:** 52156

**IMPLEMENTASI TEKNOLOGI PRINTER 3 DIMENSI  
UNTUK MEMBUAT PROTOTIPE MAKANAN  
BERBENTUK MI DENGAN BAHAN TAMBAHAN PANGAN  
GLUKOMANAN**

**Skripsi**



Disusun oleh

**Muhammad Rifqi**

**3331200043**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

**CILEGON - BANTEN**

**2024**

**IMPLEMENTASI TEKNOLOGI PRINTER 3 DIMENSI  
UNTUK MEMBUAT PROTOTIPE MAKANAN  
BERBENTUK MI DENGAN BAHAN TAMBAHAN PANGAN  
GLUKOMANAN**

**Skripsi**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S1  
pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa



Disusun oleh

**Muhammad Rifqi**  
**3331200043**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON - BANTEN  
2024**

No : 073/UN.43.3.1/PK.03.09/2024

### TUGAS AKHIR

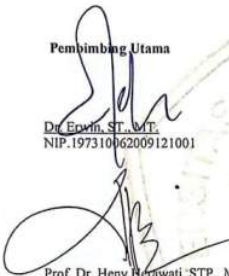
Implementasi Teknologi Printer 3 Dimensi Untuk Membuat Prototipe Makanan Berbentuk Mi Dengan Bahan Tambahan Pangan Glukomanan

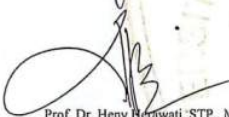
Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Muhammad Rifqi  
3331200043

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 03 Juli 2024

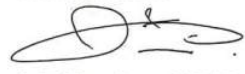
Pembimbing Utama

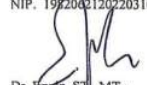
  
Dr. Erwin, ST., MT.  
NIP.197310062009121001

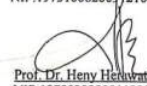
  
Prof. Dr. Heny Heniwati, STP., M.T.  
NIP.197803032001122001

Anggota Dewan Penguji

  
Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.  
NIP.198305102012121006


  
Ir. Dedy Triawan Suprayogi, ST., M. Eng., Ph. D.  
NIP. 198208212022031001

  
Dr. Erwin, ST., MT.  
NIP.197310062009121001

  
Prof. Dr. Heny Heniwati, STP., M.T.  
NIP.197803032001122001

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 24 Juli 2024  
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA

  
Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.  
NIP. 198305102012121006

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**Skripsi**

**IMPLEMENTASI TEKNOLOGI PRINTER 3 DIMENSI  
UNTUK MEMBUAT PROTOTIPE MAKANAN  
BERBENTUK MI DENGAN BAHAN TAMBAHAN PANGAN  
GLUKOMANAN**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

**Muhammad Rifqi**

**3331200043**

Telah disetujui oleh dosen pembimbing skripsi

Pada tanggal 23 Juli 2024

Dosen Pembimbing 1,

  
**Dr. Erwin, S.T., M.T.**  
NIP. 197310062009121001

Dosen Pembimbing 2,


  
**Prof. Dr. Heny Herawati, STP. MT.**  
NIP. 197803032001122001

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk Memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal 23 Juli 2024

Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

  
**Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.**  
NIP. 19830510201212006

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini,

Nama : Muhammad Rifqi

NPM : 3331200043

Judul : Implementasi Teknologi Printer 3 Dimensi Untuk Membuat Prototipe  
Makanan Berbentuk Mi Dengan Bahan Tambahan Pangan Glukomanan

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

## MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, 22 Juli 2024

  
**Muhammad Rifqi**  
NPM. 3331200043

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas curahan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Implementasi Teknologi Printer 3 Dimensi Untuk Membuat Prototipe Makanan Berbentuk Mi Dengan Bahan Tambahan Pangan Glukomanan”, sebagai salah satu syarat wajib dalam menyelesaikan program studi S1 Teknik Mesin di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Tak lupa, penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. **Dhimas Satria, S.T., M.Eng** selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
2. Bapak Dr. **Mekro Permana Pinem, S.T., M.T** selaku Plt. Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Bapak Dr. Eng., **Hendra, S.T., M.T** selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta memberikan banyak motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan kuliahnya.
4. Bapak Dr. **Erwin, S.T., M.T** selaku dosen pembimbing I tugas akhir yang telah memberikan saran, pengarahan, kritikan, dan bimbingan dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
5. Ibu Prof. Dr. **Heny Herawati, STP., M.T** selaku dosen pembimbing II tugas akhir yang telah memberikan saran, pengarahan, kritikan, dan bimbingan dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama kegiatan perkuliahan.
7. *Renewable Energy and Design Laboratory (REDLab) Teknik Mesin Untirta* serta Laboratorium dan Biomedika *LAPTIAB (LAPTIAP-BPPT)* yang telah menerima dan membantu penulis untuk melakukan penelitian.
8. Kedua orang tua serta keluarga yang selalu memberi dukungan kepada penulis berupa doa, materi, hingga motivasi dalam seluruh kegiatan perkuliahan.

9. Teman-teman dari Jurusan Teknik Mesin Angkatan 2020 Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah menemani dalam perkuliahan selama ini.
10. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu selama proses penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis sadar bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, maka segala macam kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan agar kedepannya dapat tersusun lebih baik lagi. Semoga tugas akhir ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi yang diperlukan bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Cilegon, Juni 2024



Muhammad Rifqi  
NPM. 3331200043



## ABSTRAK

Kemajuan teknologi telah membawa banyak perubahan di dalam kehidupan manusia, salah satunya ialah teknologi printer 3 dimensi untuk mencetak makanan. 3D *food printing* menawarkan fleksibilitas desain sesuai selera dengan dapat mengkustomisasi tampilan dan struktur objeknya. Bahan makanan seperti coklat dan adonan kue kering dapat dibentuk sesuai keinginan, sekalipun bentuknya kompleks. Pada penelitian ini, makanan yang hendak dicetak adalah mi dengan bahan utama tepung mocaf dan ditambahkan dengan glukomanan yang diperoleh dari tepung umbi porang. Adapun variasi penambahan tepung porang pada 200 gram tepung mocaf yaitu sebanyak 0%, 1%, 2%, serta 4%. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan cetak mesin 3D *printer*, kesesuaian dimensi rancangan dengan hasil, dan daya serap air prototipe mi hasil cetak. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, didapatkan kemampuan cetak mesin 3D *food printing* metode ekstrusi ini sangat dipengaruhi oleh tekstur adonan. Diperlukan tekstur adonan yang tidak terlalu keras dan tidak begitu cair agar adonan dapat dicetak serta kualitas hasil cetakan menjadi optimal. Kesesuaian dimensi desain dengan hasil paling baik ada pada prototipe mi dengan kadar glukomanan 2%. Dimana untuk dimensi rancangan 120 mm × 3 mm × 2 mm diperoleh dimensi hasil 120,7 mm × 3,02 mm × 2 mm, untuk dimensi rancangan 120 mm × 4,5 mm × 2 mm diperoleh dimensi hasil 120,06 mm × 5,14 mm × 2,04 mm, dan untuk dimensi rancangan 120 mm × 6 mm × 2 mm diperoleh dimensi hasil 120,02 mm × 6 mm × 2 mm. Untuk daya serap air semakin tinggi penambahan tepung porang dan air, maka akan semakin tinggi daya serap airnya.

**Kata Kunci :** 3D Food Printing, Glukomanan, Mi, Tepung Porang

## **ABSTRACT**

*Technological advancements have brought about many changes in human life, one of which is 3D food printing technology for printing food. 3D food printing offers design flexibility tailored to taste preferences, enabling customization of appearance and structural complexity of objects. Food materials such as chocolate and cookie dough can be shaped as desired, even in intricate forms. In this study, the food to be printed is noodles made from mocaf flour with the addition of glucomannan obtained from the porang tuber flour. The variations in adding porang flour to 200 grams of mocaf flour are 0%, 1%, 2%, and 4%. This testing was conducted to determine the 3D printer's printing capability, the conformity of design dimensions with the results, and the water absorption capacity of the printed noodle prototypes. Based on the test results, the printing capability of this 3D food printing extrusion method is significantly influenced by the texture of the dough. The dough texture needs to be neither too hard nor too liquid for successful printing and optimal print quality. The best dimensional conformity between design and results was observed in the noodle prototype with 2% glucomannan content. For a design dimension of 120 mm × 3 mm × 2 mm, the actual dimensions obtained were 120.7 mm × 3.02 mm × 2 mm; for a design dimension of 120 mm × 4.5 mm × 2 mm, the actual dimensions were 120.06 mm × 5.14 mm × 2.04 mm; and for a design dimension of 120 mm × 6 mm × 2 mm, the actual dimensions were 120.02 mm × 6 mm × 2 mm. The water absorption capacity increases with higher additions of porang flour and water.*

**Keywords :** *3D Food Printing, Glucomannan, Noodles, Porang Flour*

9  
**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Dasar Penelitian ( <i>State of the Art</i> ) .....	4
2.2 Printer 3 Dimensi .....	4
2.3 <i>3D Food Printing</i> .....	5
2.3.1 Jenis-Jenis Teknologi <i>3D Food Printing</i> .....	6
2.3.2 Karakterisasi Material <i>3D Food Printing</i> .....	8
2.4 Mi .....	10
2.5 Tepung Mocaf .....	11
2.6 Glukomanan .....	12
2.7 Fluida Non-Newtonian .....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	16

3.2	Alat dan Bahan .....	17
3.3	<i>Set-Up Experiment</i> .....	21
3.3.1	Proses Desain Prototipe .....	21
3.3.2	Pembuatan Adonan Mi .....	22
3.3.3	Proses Pencetakan Mi .....	22
3.4	Pengukuran Dimensi dan Berat .....	23
3.5	Perhitungan Daya Serap Air .....	24
<b>BAB IV DATA DAN ANALISA</b>		
4.1	Desain Prototipe Mi .....	25
4.2	Karakteristik dan Parameter Mesin .....	25
4.3	Pengaruh Komposisi Adonan Terhadap Kemampuan Pencetakan .....	26
4.4	Hasil Pengukuran Dimensi .....	28
4.5	Daya Serap Air .....	35
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	37
5.2	Saran .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Printer 3 Dimensi .....	5
<b>Gambar 2.2</b> <i>Extrusion-Based 3D Food Printing</i> .....	7
<b>Gambar 2.3</b> <i>Extrusion-Based 3D Food Printing</i> .....	7
<b>Gambar 2.4</b> <i>Binder Jetting 3D Food Printing</i> .....	8
<b>Gambar 2.5</b> Tepung Mocaf.....	12
<b>Gambar 2.6</b> Tepung Glukomanan .....	14
<b>Gambar 2.7</b> Kurva Tegangan Geser Fluida Newtonian dan non-Newtonian .....	15
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	17
<b>Gambar 3.2</b> Tronxy Moore 1 <i>Mini Clay 3D Printer</i> .....	17
<b>Gambar 3.3</b> Wadah .....	18
<b>Gambar 3.4</b> Sarung Tangan Plastik .....	18
<b>Gambar 3.5</b> Timbangan Digital .....	18
<b>Gambar 3.6</b> Jangka Sorong.....	19
<b>Gambar 3.7</b> <i>Baking Paper</i> .....	19
<b>Gambar 3.8</b> Kompor Portabel.....	19
<b>Gambar 3.9</b> Tepung Mocaf.....	20
<b>Gambar 3.10</b> Tepung Porang.....	20
<b>Gambar 3.11</b> Telur.....	21
<b>Gambar 3.12</b> Air .....	21
<b>Gambar 3.13</b> Proses Desain Prototipe .....	22
<b>Gambar 3.14</b> Pembuatan Adonan Mi .....	22
<b>Gambar 3.15</b> Proses Pencetakan Mi .....	23
<b>Gambar 3.16</b> Pengukuran Dimensi dan Berat .....	24
<b>Gambar 4.1</b> Desain Prototipe Mi.....	25
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Hubungan Tepung Porang Terhadap Air .....	27
<b>Gambar 4.3</b> Tekstur Adonan Yang Optimal.....	27
<b>Gambar 4.4</b> Perbandingan Panjang Prototipe Mi 120 mm × 3 mm × 2 mm .....	30
<b>Gambar 4.5</b> Perbandingan Panjang Prototipe Mi 120 mm × 4,5 mm × 2 mm .....	30

<b>Gambar 4.6</b>	Perbandingan Panjang Prototipe Mi 120 mm × 6 mm × 2 mm .....	31
<b>Gambar 4.7</b>	Perbandingan Lebar Prototipe Mi 120 mm × 3 mm × 2 mm .....	31
<b>Gambar 4.8</b>	Perbandingan Lebar Prototipe Mi 120 mm × 4,5 mm × 2 mm .....	32
<b>Gambar 4.9</b>	Perbandingan Lebar Prototipe Mi 120 mm × 6 mm × 2 mm .....	32
<b>Gambar 4.10</b>	Perbandingan Tinggi Prototipe Mi 120 mm × 3 mm × 2 mm .....	33
<b>Gambar 4.11</b>	Perbandingan Tinggi Prototipe Mi 120 mm × 4,5 mm × 2 mm ....	33
<b>Gambar 4.12</b>	Perbandingan Tinggi Prototipe Mi 120 mm × 6 mm × 2 mm .....	33

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 4.1</b> Komposisi Adonan Mi .....	26
<b>Tabel 4.2</b> Dimensi Prototipe Mi 120 mm × 3 mm × 2 mm .....	28
<b>Tabel 4.3</b> Dimensi Prototipe Mi 120 mm × 4,5 mm × 2 mm .....	28
<b>Tabel 4.4</b> Dimensi Prototipe Mi 120 mm × 6 mm × 2 mm .....	29
<b>Tabel 4.5</b> Daya Serap Air Prototipe Mi 120 mm × 3 mm × 2 mm.....	35
<b>Tabel 4.6</b> Daya Serap Air Prototipe Mi 120 mm × 4,5 mm × 2 mm.....	35
<b>Tabel 4.7</b> Daya Serap Air Prototipe Mi 120 mm × 6 mm × 2 mm.....	36

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi telah membawa banyak perubahan di dalam kehidupan manusia, di masa sekarang ini pekerjaan-pekerjaan manusia mulai terbantu dengan adanya teknologi baru. Salah satunya adalah teknologi printer 3 dimensi yang dapat mencetak suatu objek 3 dimensi secara presisi dengan berdasarkan desain digital objek tersebut. Teknologi ini memiliki potensi yang cukup besar dalam industri manufaktur saat ini dan di masa depan, salah satu keunggulannya adalah dapat membuat suatu objek/produk dengan geometri yang kompleks dalam waktu relatif singkat. *3D printing* saat ini umumnya digunakan untuk membentuk suatu objek dari material termoplastik seperti ABS (*Acetonitrile Butadiene Styrene*), PLA (*Polyactid Acid*), dan lain sebagainya. Namun, belakangan hadir inovasi baru dimana produk makanan bisa dicetak menggunakan printer 3D.

Sama seperti teknologi printer 3 dimensi untuk plastik, *3D printing* untuk makanan dapat mencetak objek makanan yang diinginkan berbekal desain 3D yang telah dibuat. Perbedaannya selain pada material yang digunakan, *3D printing* plastik ketika mencetak maka *nozzle* akan memanaskan material sampai pada titik lelehnya sebelum kemudian mengeluarkannya melalui ekstruder dan plastik kemudian akan mengeras. Proses tersebut mungkin juga sama untuk material makanan seperti cokelat, tetapi untuk bahan makanan lain menggunakan metode yang berbeda (Katsnelson, 2021). Umumnya, *3D printing* makanan menggunakan ekstruder (barel) untuk menaruh bahan makanan kemudian didorong menggunakan piston ataupun pneumatik untuk mengeluarkan bahan makanan tersebut.

*3D food printing* menawarkan fleksibilitas desain sesuai selera dengan dapat mengkustomisasi tampilan dan struktur objeknya. Bahan makanan seperti cokelat dan adonan kue kering dapat dibentuk sesuai keinginan, sekalipun bentuknya kompleks. Selain itu, *3D food printing* juga bisa untuk



memodifikasi sifat makanan seperti kekerasannya dengan mengaturnya pada *software 3D food printing*. Jenis makanan tertentu juga dapat dicetak untuk konsumen yang membutuhkan diet khusus atau alergi terhadap makanan tertentu (Ma, Potappel, Schutyser, Boom, & Zhang, 2023).

Melihat begitu berkembangnya teknologi 3D printer untuk makanan dan kemungkinan di masa depan semakin banyak yang menggunakan, melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini. Teknologi 3D printer akan dimanfaatkan untuk membuat prototipe makanan berbentuk mi dan akan dianalisa karakteristik hasil akhir produknya seperti kemampuan cetak, kesesuaian dimensi desain dengan hasil, serta daya serap airnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian di atas, maka didapatkan rumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan prototipe makanan berbentuk mi menggunakan teknologi printer 3 dimensi?
2. Bagaimana kemampuan cetak, kesesuaian dimensi desain dengan hasil, serta daya serap air prototipe makanan berbentuk mi menggunakan teknologi printer 3 dimensi dengan bahan tambahan pangan glukomanan?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan dapat tercapai dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Membuat prototipe makanan berbentuk mi menggunakan teknologi printer 3 dimensi.
2. Menganalisa kemampuan cetak, kesesuaian dimensi desain dengan hasil, serta daya serap air prototipe makanan berbentuk mi yang dibuat menggunakan teknologi printer 3 dimensi dengan bahan tambahan pangan glukomanan.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat sesuai dengan sasaran dari kegiatan penelitian ini yaitu:

1. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, dapat memanfaatkan hasil penelitian untuk mengembangkan lebih lanjut teknologi printer 3 dimensi untuk makanan.
2. Produsen produk mi, dapat memanfaatkan hasil penelitian untuk melakukan proses pembuatan mi menggunakan inovasi teknologi baru.
3. Masyarakat, tertarik untuk menggunakan teknologi printer 3 dimensi untuk makanan.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini agar penelitian tidak melebar dari tujuannya adalah sebagai berikut:

1. Printer 3 dimensi yang digunakan merupakan jenis *extrusion-based*.
2. Material atau bahan baku utama mi adalah tepung mocaf dengan penambahan bahan glukomanan yang diekstraksi dari umbi porang.
3. Pengujian dilakukan dengan variasi glukomanan 0%, 1%, 2%, dan 4%.
4. Pengujian dilakukan untuk menilai kemampuan cetak, kesesuaian dimensi desain dengan hasil, serta daya serap air prototipe mi yang dihasilkan.
5. Variabel bebas pada penelitian ini yakni kadar glukomanan yang digunakan, sementara variabel terikatnya yaitu kualitas hasil cetak prototipe mi.
6. Tidak mencantumkan hasil pengujian reologi dan mekanika fluida yang meliputi uji viskositas, deformasi, dan jenis aliran fluida.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Dasar Penelitian (*State of the Art*)

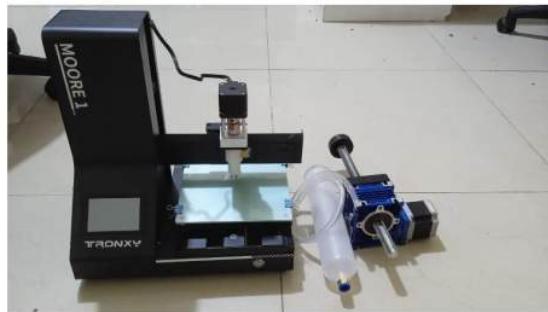
Penelitian ini didasari oleh peneliti sebelumnya (Maulana, Widodo, Nurhayati, & Kholis, 2021) yang berfokus pada perancangan 3D *food printing* berbasis kartesian robot untuk mencetak gambar pada *pancake*. Metode yang digunakan memakai aplikasi *Sketchup* untuk membuat desain mekanik 3 dimensi, shield RAMPS 1.4, dan *software* untuk mendesain dan mengubah gambar ke format *G-code* menggunakan *Inkscape*. Aplikasi pencetakan desain tiga dimensi *Pronterface* juga digunakan. Persentase *error* robot pembuat *pancake* tersebut 2,91%, dengan tingkat presisi sebesar 0,3 cm dan dapat mencetak gambar seperti persegi, lingkaran, dan bintang. Pencetakan 3D makanan umumnya menggunakan metode ekstrusi, dimana metode ini perlu memperhatikan sifat bahan makanan seperti kadar air, kekentalan, reologi, dan sifat termal karena berpengaruh terhadap proses cetak serta kualitas hasil pencetakan (Puspita & Atmiasri, 2023). Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah selain mencetak objek atau prototipe makanan menggunakan printer 3 dimensi, juga dilakukan pengujian terkait karakteristik hasil cetak makanan seperti kemampuan cetak, kesesuaian dimensi desain dengan hasil, serta daya serap air.

### 2.2 Printer 3 Dimensi

Printer 3D merupakan suatu mesin atau alat yang mampu mencetak suatu objek tiga dimensi berdasarkan desain atau rancangan bentuk objek yang ingin dicetak. 3D printer menggunakan kendali numerik atau *Computer Numerical Control* (CNC). Dimana perangkat ini beroperasi secara otomatis untuk membentuk suatu objek berdasarkan kode pemrograman yang digunakan berupa alfanumerik (terdiri dari alfabet/huruf dan numerik/bilangan) yang dipakai untuk menuliskan perintah beserta posisi relatif *tool* terhadap benda kerjanya atau biasa disebut *G-code*. Suatu mesin

yang menggunakan sistem CNC bisa dibilang lebih mudah dan praktis pengoperasiannya dibandingkan dengan mesin manual, dimana untuk mesin CNC operator hanya perlu mengerjakan desain rancangan dan program gerakan *tool*, lalu mesin akan bekerja secara otomatis mengikuti instruksi yang telah dibuat. Maka tidak perlu lagi bantuan operator untuk menggerakkan *tool* secara manual seperti pahat dan lain sebagainya.

Teknologi 3D *printing* termasuk teknologi baru di dalam bidang manufaktur yang biasa disebut dengan metode *additive manufacturing*. Metode ini bekerja dengan cara menumpuk material untuk membuat suatu objek 3 dimensi. Selain itu, dengan menggunakan metode *additive manufacturing* printer 3 dimensi juga mampu membuat objek-objek dengan tingkat kesulitan atau kompleksitas yang tinggi dengan biaya relatif rendah. Teknologi 3D *printing* juga disebut sebagai teknologi *rapid prototyping* karena dapat dengan cepat mencetak objek pada tahap desain prototipe. Pada perkembangan selanjutnya, 3D printer tidak hanya digunakan untuk membuat sebuah prototipe, namun sudah bisa digunakan untuk mencetak objek fungsional (Andriyansyah, Sriyanto, & Jamaldi, 2021).



**Gambar 2.1** Printer 3 Dimensi

### **2.3 3D Food Printing**

3D *food printing* menggabungkan ilmu teknik, material, dan kuliner dalam mencetak suatu objek makanan tiga dimensi. Dapat menciptakan makanan dengan struktur yang kompleks, disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi tertentu, serta prosesnya yang efisien dinilai dapat mengubah proses produksi industri manufaktur makanan di masa depan. 3D *food printer* membutuhkan

komponen seperti komputer, kontrol unit, dan printer. Tahapan pencetakannya dimulai dari membuat desain gambar 3D menggunakan *software CAD (Computer Aided Design)*, setelah itu melakukan preparasi bahan, lalu memasukkan bahan ke dalam *cartridge*, kemudian printer mulai melakukan pencetakan berdasarkan gambar digital yang telah diperoleh *G-code*-nya menggunakan *software slicing*, selanjutnya melakukan langkah pasca pemrosesan seperti mendinginkan atau memanaskan makanan dan membersihkan printer dari sisa-sisa bahan (Waseem, Tahir, & Majeed, 2024).

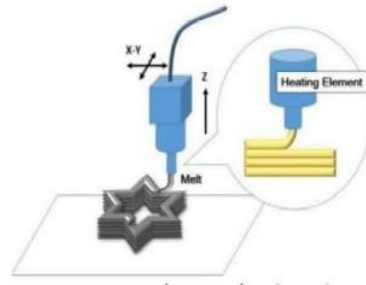
### **2.3.1 Jenis-Jenis Teknologi 3D Food Printing**

Teknologi 3D *food printing* memiliki beberapa metode untuk membuat produk makanan, berikut ini adalah beberapa diantaranya (Pitayachaval, Sanklong, & Thongrak, 2018):

#### **a. Extrusion-based 3D food printing**

Metode 3D *food printing* jenis ini pada umumnya banyak digunakan karena lebih simpel dan serbaguna untuk berbagai macam bahan makanan, seperti adonan roti, cokelat, makanan pengganti daging, dan pasta sayuran. *Extrusion-based 3D food printing* membentuk suatu model makanan dengan mengekstrusi makanan melalui sebuah *nozzle* dengan tekanan konstan. Pada prosesnya, bahan makanan dimasukkan ke dalam ekstruder (silinder) untuk kemudian diekstrusi atau dikeluarkan melalui *nozzle* dengan tekanan untuk membentuk model makanan lapis demi lapis.

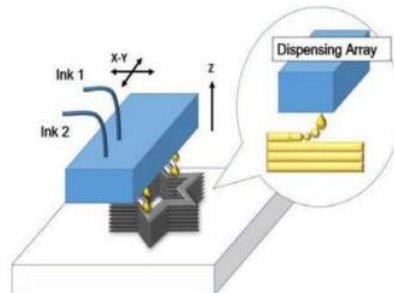
Metode ini cocok untuk material solid maupun pasta asalkan memiliki tingkat viskositas yang rendah. Faktor keberhasilannya terletak pada ketinggian *head printing*, diameter *nozzle*, dan pergerakan *nozzle*. Keuntungan teknologi 3D *food printing* jenis ini adalah biaya pembelian alat yang rendah, bisa digunakan untuk beragam jenis bahan, serta mudah untuk dikustomisasi. Sedangkan kekurangannya ialah tingkat keakuratan yang rendah dan waktu perakitan alat yang lama.



**Gambar 2.2** *Extrusion-Based 3D Food Printing*  
(Sumber: Pitayachaval, Sanklong, & Thongrak, 2018)

b. *Inkjet-based 3D food printing*

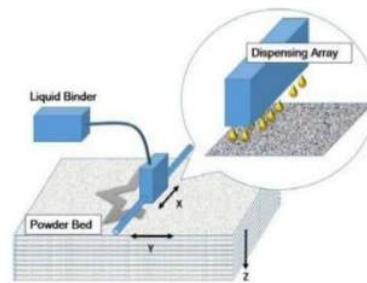
Pada metode ini, bahan makanan dimuat dalam *print head* untuk kemudian dipanaskan oleh aliran listrik untuk membentuk tekanan yang akan mendorong droplet dari *nozzle*. Material yang cocok untuk metode ini adalah bahan cair dengan viskositas rendah. Faktor keberhasilannya terletak pada temperatur *print head*, diameter *nozzle*, dan kecepatan pencetakan. Keuntungan metode ini adalah tingkat keakuratan dan resolusi yang tinggi, tidak ada material yang terbuang, dan prosesnya cepat. Sementara kekurangannya adalah dapat merusak hasil cetak ketika pasca pemrosesan.



**Gambar 2.3** *Inkjet-Based 3D Food Printing*  
(Sumber: Pitayachaval, Sanklong, & Thongrak, 2018)

c. *Binder jetting 3D food printing*

Metode ini menggunakan bahan pengikat (*binder*) untuk mengikat lapisan bubuk guna menciptakan suatu model objek. Makanan secara bertahap diendapkan ke permukaan *powder bed* melalui *nozzle*. Material berbasis bubuk serta cairan dengan viskositas rendah cocok digunakan pada metode *3D food printing* jenis ini. Faktor keberhasilan ada pada tipe *head*, diameter *nozzle*, dan ketebalan lapisan. Keuntungan metode ini adalah proses produksi cepat dan bisa dipakai untuk makanan dengan bentuk kompleks. Sedangkan kekurangannya ialah tekstur produk yang dihasilkan kasar serta diperlukan pembersihan *moisture* atau meningkatkan kekuatan *binder jetting* ketika pasca pemrosesan.



**Gambar 2.4** *Binder Jetting 3D Food Printing*

(Sumber: Pitayachaval, Sanklong, & Thongrak, 2018)

### 2.3.2 Karakterisasi Material 3D Food Printing

Produk hasil *3D food printing* perlu dianalisa materialnya untuk mendapatkan hasil terbaik. Berikut ini beberapa karakteristik material *3D food printing* (Waseem, Tahir, & Majeed, 2024):

a. Reologi

Reologi merupakan bidang ilmu yang mempelajari aliran dan deformasi pada objek ketika dikenakan gaya atau tekanan. Kajian ilmu reologi sangat penting untuk menganalisa material pada *3D food printing*. Pokok bahasannya berkaitan dengan pemeriksaan karakteristik perilaku yang ditunjukkan oleh material cetakan ketika

mengalami beragam tekanan dan tegangan. Karakteristik fundamental reologi meliputi viskositas, tegangan geser, dan laju geser. Pemahaman tentang karakteristik aliran bahan sangat penting untuk mengoptimalkan pengaturan pencetakan dan pencapaian bentuk yang akurat dalam konteksnya makanan yang dicetak.

b. Tekstur

Konsep tekstur mengacu pada kualitas sentuhan atau karakteristik permukaan suatu objek atau material, mencakup juga sifat fisik. Melalui analisis tekstur, peneliti dapat memastikan tingkat kemiripan antara makanan yang dicetak (*printed food*) dengan makanan konvensional yang setara. Metode seperti mikroskop dan penilaian sensorik sangat penting dalam pemeriksaan tekstur produk makanan cetak 3 dimensi.

c. Sifat fisiko kimia

Karakteristik fisiko kimia menjelaskan terkait susunan kimiawi komponen cetakan dan interaksinya sepanjang proses pencetakan. Komponen ini meliputi pemeriksaan komposisi molekul, transformasi kimia, dan perubahan yang timbul pada bahan akibat proses pencetakan dan pemasakan. Sifat fisiko kimia komposisi bahan makanan yang digunakan pada 3D *printing* berdampak langsung pada kemampuan cetak dan aspek nutrisi produk akhir. Sebagai contoh, kadar air bahan makanan mempengaruhi perilaku aliran dan kemampuan ekstrusinya selama pencetakan. Lemak dan protein bisa mempengaruhi tekstur akhir dan rasa dari produk makanan yang dicetak.

d. Analisis struktural

Proses analisis struktural memerlukan pemeriksaan dan eksplorasi konfigurasi interior dan penataan sistematis makanan yang dicetak. Metode seperti *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan tomografi *X-ray* menawarkan kontribusi yang signifikan dalam menjelaskan arsitektur tiga dimensi makanan yang dicetak.



Pemahaman ini membantu dalam mengoptimalkan desain makanan dalam hal estetika.

e. Aktivitas dan distribusi air

Topik tentang distribusi air cukup penting untuk beberapa disiplin ilmu dan bidang studi. Alokasi air yang merata dan efisien adalah aspek penting dalam pembangunan berkelanjutan. Alokasi kandungan air dalam makanan yang diproduksi oleh 3D *printing* adalah hal penentu yang secara signifikan mempengaruhi kualitas keseluruhannya. Kadar air dan distribusinya mempengaruhi tekstur, rasa, dan umur simpan makanan.

f. Analisis karakteristik morfologi

Proses karakteristik morfologi memerlukan analisis bentuk eksterior dan atribut visual keseluruhan dari produk yang dicetak. Fitur ini terdiri dari karakteristik visual hasil akhir dan lapisan serta pola berbeda yang dihasilkan selama proses pencetakan. Penggunaan analisis morfologi sangat penting dalam menjamin daya tarik estetika dan kesehatan struktural produk pangan.

## 2.4 Mi

Mi adalah produk pangan yang terbuat dari terigu dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain. Karbohidrat yang terkandung di dalam mi relatif tinggi, hal itu yang membuat produk mi digunakan sebagai sumber energi. Di benua Asia sendiri, sekitar 40% konsumsi gandum adalah untuk produk mi. Bahkan di Indonesia, mi telah dijadikan bahan pangan alternatif pengganti beras karena memiliki rasa yang enak dan mengenyangkan.

Adapun produk mi yang beredar di pasaran berdasarkan tahap penyajian dan kadar airnya yaitu terdiri dari mi basah dan mi kering. Mi basah adalah mi mentah yang sebelum dipasarkan mengalami proses perebusan dalam air mendidih, dengan kadar air sekitar 35% dan setelah direbus kadar airnya meningkat menjadi 52%. Kadar air yang relatif tinggi mengakibatkan umur simpan menjadi cukup singkat (Billina, Waluyo, & Suhandy, 2014). Sementara mi kering diperoleh dengan cara mengeringkan mi basah, dimana

pada umumnya proses pengeringan dilakukan menggunakan oven ataupun proses penggorengan. Mi kering adalah mi yang telah mengalami pengeringan sampai kadar air mencapai 8 – 10%, tahan untuk disimpan dalam waktu yang lama hingga kurang lebih 3 bulan. Hal tersebut disebabkan karena kandungan airnya rendah sehingga sulit untuk ditumbuhi jamur dan kapang (Purnamasari, Meidinariasty, & Hadi, 2019).

Masing-masing jenis mi memiliki karakteristik yang berbeda-beda, baik dari segi kadar air, protein, karbohidrat, maupun kriteria uji lainnya. Produk mi berbahan dasar tepung terigu telah melekat kuat pada masyarakat, sehingga terobosan-terobosan mi baru selalu dibandingkan dengan mi terigu. Tepung sebagai bahan baku pembuatan mi harus memenuhi persyaratan fisiko kimia tertentu seperti kandungan abu, protein, amilose, serta viskositas yang mewakili sifat lekat dan kelenturan pati dalam tepung. Karakteristik seperti kekerasan mi dan warna mi tergantung pada kandungan protein dalam mi, serta kadar abu berpengaruh buruk terhadap tampilan mi sehingga tepung yang baik sebagai bahan baku mi disarankan mengandung abu kurang dari 1,4% (Rosmeri & Monica, 2013).

## 2.5 <sup>10</sup> Tepung Mocaf

Tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*) merupakan suatu jenis tepung ubi kayu atau singkong yang proses pembuatannya dilakukan dengan cara fermentasi. Proses fermentasi dilakukan minimal selama 12 jam dengan cara menambahkan suatu jenis mikroba tertentu seperti *lactobacillus plantarum*, *lactobacillus casei*, dan lain-lain secara langsung pada irisan singkong. Karakteristik tepung mocaf berbeda dengan tepung dari olahan singkong lainnya seperti tepung tapioka dan tepung gapek. Dimana, untuk karakteristik tepung mocaf lebih dekat dengan tepung terigu sehingga dapat digunakan sebagai substitusi tepung terigu untuk pembuatan produk mi, *cookies*, roti, dan lain sebagainya (Asmoro, 2021).

Tepung mocaf juga bebas gluten sehingga cocok dikonsumsi oleh penderita *cilliac disease* atau gangguan saluran pencernaan. Untuk pembuatan mi diperlukan jenis tepung dengan kadar protein tinggi yang

berfungsi untuk membentuk tekstur mi. Tetapi, kadar protein yang terkandung di dalam tepung mocaf cukup rendah bila dibandingkan dengan tepung terigu. Oleh karena itu, diperlukan bahan lain untuk meningkatkan karakteristik mi yang dihasilkan. Menurut (Asmoro, 2021) produk mi yang umumnya berbahan dasar tepung terigu dapat disubstitusi dengan tepung mocaf dengan besaran persentase substitusi 20-40%.

Tepung mocaf dibuat melalui proses yang cukup panjang, meliputi tahap pengupasan, penimbangan, pencucian, pemotongan, perendaman (fermentasi), pengeringan, penepungan, dan pengayakan. Dimana dalam tahapan fermentasi bisa dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya fermentasi menggunakan stater, ragi tape, serta fermentasi alami. Durasi waktu fermentasi mempengaruhi kualitas tepung mocaf yang dihasilkan. Selain itu, karakteristik tepung mocaf juga dipengaruhi oleh jenis kultur yang ditambahkan pada saat proses fermentasi, lama waktu fermentasi ubi kayu juga dipengaruhi oleh penambahan kultur (Yani & Akbar, 2018).



**Gambar 2.5** Tepung Mocaf

(Sumber: muarabangkahulu-pkm.bengkulukota.go.id)

## 2.6 Glukomanan

Glukomanan atau dikenal dengan nama *Konjac Glucomannan* (KGM) merupakan bahan yang banyak terkandung pada umbi porang. Tanaman porang (*Amorphophallus sp.*) merupakan tanaman yang hidup di hutan tropis dan banyak terdapat di wilayah Indonesia, memiliki kadar glukomanan sekitar 64,98%. Glukomanan merupakan polisakarida dari jenis hemiselulosa yang terdiri dari ikatan rantai galaktosa, glukosa, dan mannos. KGM banyak digunakan sebagai makanan tradisional di Asia seperti mi, tahu, dan agar-

agar. Tepung konjak juga merupakan salah satu makanan sehat dari Jepang yang dikenal dengan nama konyaku. Beberapa manfaat dari tepung konjak atau KGM adalah mengurangi kolesterol darah, memperlambat pengosongan perut, mempercepat rasa kenyang sehingga cocok untuk makanan diet dan bagi penderita diabetes, sebagai pengganti agar-agar dan gelatin (Aryanti & Abidin, 2015). Glukomanan juga diketahui dapat digunakan sebagai peningkat tekstur makanan pada olahan daging, roti, mi, dan pasta serta sebagai pengikat kolesterol pada olahan roti dan produk dalam kapsul.

Glukomanan merupakan komponen serat larut yang dinilai cukup baik untuk memperbaiki karakteristik mutu mi gluten *free* (bebas gluten). Gluten adalah protein yang terdapat pada beberapa bahan pangan golongan sereal, seperti tepung terigu. Pada beberapa orang, mengonsumsi gluten dapat mengakibatkan kerusakan usus halus sehingga terjadi gangguan pada saluran pencernaan atau biasa disebut *Celiac Disease* (CD). Di samping itu, penelitian Ghalichi et al., (2016) menunjukkan bahwa terjadi penurunan perilaku autis yang signifikan pada penerapan diet bebas gluten dibandingkan dengan diet biasa. Untuk itu, glukomanan diharapkan mampu menggantikan gluten pada produk mi yang lebih sehat.

Glukomanan yang diperoleh dari umbi porang perlu dilakukan ekstraksi untuk memisahkan glukomanan dari senyawa-senyawa lain yang kurang dibutuhkan, seperti pati, serat, dan protein. Proses ekstraksi glukomanan umumnya menggunakan etanol karena aman digunakan dalam bidang pangan. Hanya saja, ekstraksi dengan etanol masih belum memberikan hasil glukomanan dengan rendemen yang tinggi. Untuk itu, pengembangan-pengembangan terkait metode ekstraksi atau pemurnian glukomanan terus dilakukan untuk mendapatkan kadar glukomanan yang lebih tinggi dan menjadi metode yang lebih efisien (Fatmawati, Nurgraheni, & Setyani, 2016).



**Gambar 2.6** Tepung Glukomanan

(Sumber: fp.unila.ac.id)

## 2.7 Fluida Non-Newtonian

Fluida dapat diartikan sebagai zat yang mengalami deformasi secara terus-menerus ketika dikenai tegangan geser. Ditinjau dari tegangan geser yang dihasilkan, maka fluida dibagi menjadi dua jenis yaitu fluida Newtonian dan fluida non-Newtonian. Untuk fluida Newtonian tidak mengalami perubahan nilai viskositas ketika terjadi gaya yang bekerja padanya, viskositas fluida jenis ini hanya akan berubah ketika terjadi perubahan temperatur. Sementara fluida non-Newtonian akan mengalami perubahan viskositas ketika ada gaya yang bekerja, bisa berupa tegangan geser (*shear stress*), gradient kecepatan (*shear rate*), dan temperatur. Dapat diartikan pula bahwa viskositas dari fluida non-Newtonian dapat berubah seiring dengan waktu. Sebagai contoh dari fluida jenis ini ialah adonan, cat, pelumas, lumpur, darah, bubur kertas, dan lain sebagainya. Secara umum, gas dan cairan cenderung bersifat Newtonian, sedangkan hidrokarbon berantai panjang yang kental mungkin bersifat non-Newtonian.

Berikut ini adalah beberapa model pendekatan untuk fluida non-Newtonian:

### a. *Bingham plastic*

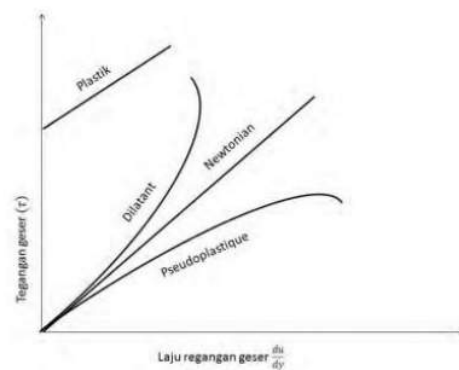
*Bingham plastic* merupakan suatu pemodelan pendekatan fluida non-Newtonian dimana nilai *shear stress* mempengaruhi viskositas fluida tersebut, dimana semakin lama viskositasnya akan semakin konstan.

b. *Pseudoplastic*

*Pseudoplastic* merupakan suatu pemodelan pendekatan fluida non-Newtonian dimana nilai *shear stress* fluida ini cenderung meningkat namun viskositasnya menurun. Contoh fluida dari jenis ini yaitu *vinil acetat/vinylpyrrolidone co-polymer (PVP/PA)*.

c. *Dilatant*

*Dilatant* merupakan suatu pemodelan pendekatan fluida non-Newtonian dimana nilai *shear stress* dan viskositas fluida ini cenderung meningkat. Contoh fluida dari jenis ini yakni pasta.

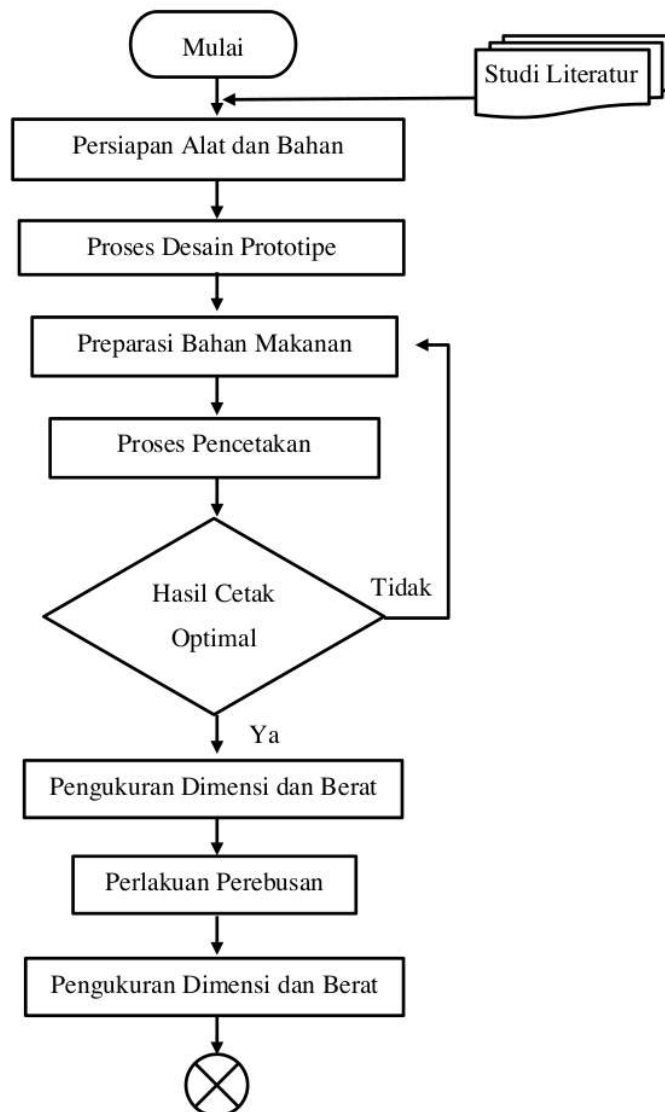


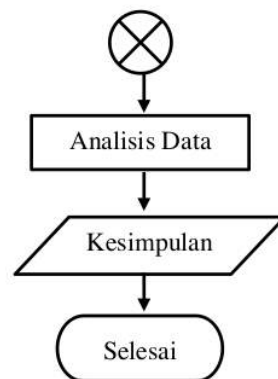
**Gambar 2.7** Kurva Tegangan Geser Fluida Newtonian dan non-Newtonian  
(Sumber: Potter & Wiggert, 2008)

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini adalah alur penelitian tugas akhir seperti yang ditampilkan pada diagram alir di bawah.





**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

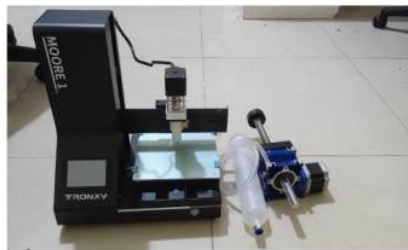
### 3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang diperlukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### 1. Alat

- a. Satu set Tronxy Moore 1 Mini Clay 3D Printer

Berfungsi sebagai alat atau mesin untuk mencetak mi yang telah didesain.



**Gambar 3.2** Tronxy Moore 1 *Mini Clay* 3D Printer

- b. Wadah

Berfungsi sebagai tempat pembuatan adonan mi.





**Gambar 3.3** Wadah

c. Sarung tangan plastik

Digunakan dalam proses pembuatan adonan secara manual agar adonan tetap higienis.



**Gambar 3.4** Sarung Tangan Plastik

d. Timbangan digital

Berfungsi untuk mengukur berat prototipe mi setelah dicetak dan setelah direbus.



**Gambar 3.5** Timbangan Digital

e. Jangka sorong

Berfungsi untuk mengukur dimensi panjang, lebar, dan tinggi prototipe mi setelah dicetak dan setelah direbus.



**Gambar 3.6** Jangka Sorong

f. *Baking paper*

Digunakan untuk melapisi alas/*bed* 3D printer agar lebih mudah dilakukan perebusan setelah mi dicetak.



**Gambar 3.7** *Baking Paper*

g. Kompor portabel

Berfungsi untuk melakukan proses perebusan terhadap prototipe mi hasil cetak.



**Gambar 3.8** Kompor Portabel

## 2. Bahan

### a. Tepung mocaf

Digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan adonan mi pengganti tepung terigu.



**Gambar 3.9** Tepung Mocaf

### b. Glukomanan

Digunakan sebagai bahan campuran pembuatan adonan mi untuk menghasilkan tekstur mi yang lebih kenyal.



**Gambar 3.10** Glukomanan

### c. Telur

Digunakan sebagai campuran adonan mi untuk memperoleh tekstur adonan yang lebih mengikat satu sama lain.



**Gambar 3.11** Telur

d. Air

Digunakan sebagai campuran adonan mi untuk menghasilkan tekstur adonan yang tidak terlalu keras



**Gambar 3.12** Air

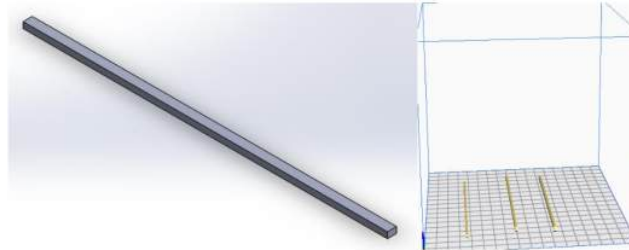
### 3.3 *Set-Up Experiment*

Proses eksperimen atau pengujian pada penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu dimulai dengan proses desain prototipe, dilanjutkan dengan pembuatan adonan mi, baru kemudian proses pencetakan mi menggunakan printer 3 dimensi. Berikut ini adalah penjelasan mengenai tahapan-tahapan dari *set-up experiment* pada penelitian ini.

#### 3.3.1 **Proses Desain Prototipe**

Proses desain atau perancangan prototipe mi dimulai dengan membuat desain menggunakan *software* CAD Solidworks. Desain yang telah dibuat disimpan dalam format .STL pada Solidworks agar dapat dibaca oleh *software* Ultimaker Cura. Selanjutnya desain tersebut dibuka menggunakan *software* Ultimaker Cura untuk dibuat *G-codenya* (kode arah gerak mesin) agar arah pergerakan *nozzle* sesuai bentuk yang diinginkan dapat dibaca oleh mesin 3D printer. *G-code* desain objek

yang telah diperoleh disimpan ke dalam kartu memori untuk kemudian siap digunakan oleh mesin 3D printer.



**Gambar 3.13** Proses Desain Prototipe

### 3.3.2 Pembuatan Adonan Mi

Pembuatan adonan mi dilakukan dengan cara mencampurkan tepung mocaf, glukomanan, air, dan telur menjadi satu bentuk adonan yang homogen. Proses pembuatan adonan dilakukan secara manual menggunakan tangan selama kurang lebih 15-30 menit. Dilakukan variasi penambahan glukomanan pada tiap adonan sebanyak 0%, 1%, 2%, dan 4% (persentase per 200 gram tepung mocaf). Setelah adonan mi terbentuk secara homogen, maka selanjutnya akan diaplikasikan ke dalam alat 3D *printing*.



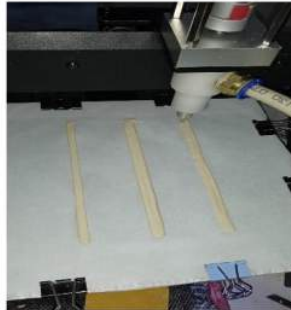
**Gambar 3.14** Pembuatan Adonan Mi

### 3.3.3 Proses pencetakan mi

Adonan yang telah dibuat dimasukkan ke dalam barel alat 3D *printing*. Setelah itu, barel dipasang pada piston dan dilakukan pemasangan *barrel holder* sebagai penahan supaya barel tidak keluar

ketika piston bergerak. Selanjutnya alat 3D *printing* dinyalakan dan memulai proses pencetakan. Proses pencetakan mi terjadi ketika piston mendorong adonan keluar dari barel yang ujungnya dihubungkan dengan selang. Dimana selang tersebut dipasangkan pada *nozzle*. Di dalam *nozzle* terdapat *screw* atau ulir yang berputar, sehingga ketika adonan masuk ke dalam *nozzle* nantinya akan diputar oleh *screw* sehingga adonan turun dan keluar dari *nozzle*.

Proses pencetakan mi dilakukan pengulangan sebanyak empat kali, dengan setiap kali pencetakan dilakukan untuk membuat tiga buah prototipe mi dengan ukuran yang berbeda-beda yaitu 120 mm × lebar 3 mm × tinggi 2 mm, panjang 120 mm × lebar 4,5 mm × tinggi 2 mm, dan panjang 120 mm × lebar 6 mm × tinggi 2 mm. Setiap kali proses pencetakan membutuhkan lama waktu kurang lebih 9 menit untuk menyelesaikan variasi tiga bentuk mi. Setelah proses pencetakan selesai, mi kemudian direbus dengan air mendidih hingga mi tergelatinisasi sempurna.



**Gambar 3.15** Proses Pencetakan Mi

#### **3.4 Pengukuran Dimensi dan Berat**

Pengukuran dimensi dan berat mi hasil 3D *printing* dilakukan setelah proses pencetakan dan sesudah dilakukan perlakuan perebusan. Pengukuran dimensi dilakukan menggunakan jangka sorong yang meliputi pengukuran panjang, lebar, dan tinggi mi. Sementara pengukuran berat mi dilakukan menggunakan timbangan digital. Hasil berat setelah pencetakan dan setelah

perebusan mi nantinya akan digunakan untuk menghitung parameter *cooking quality* yang diamati yaitu daya serap air.



**Gambar 3.16** Pengukuran Dimensi dan Berat

### 3.5 Perhitungan Daya Serap Air

Daya serap air diukur dengan cara memasak mi mentah di dalam air mendidih sampai mi tergelatinisasi sempurna. Pengukuran penyerapan air berdasarkan perubahan sebelum dan sesudah pemasakan (Kamsiati, Rahayu, & Herawati, 2021).

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{C-D}{D} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

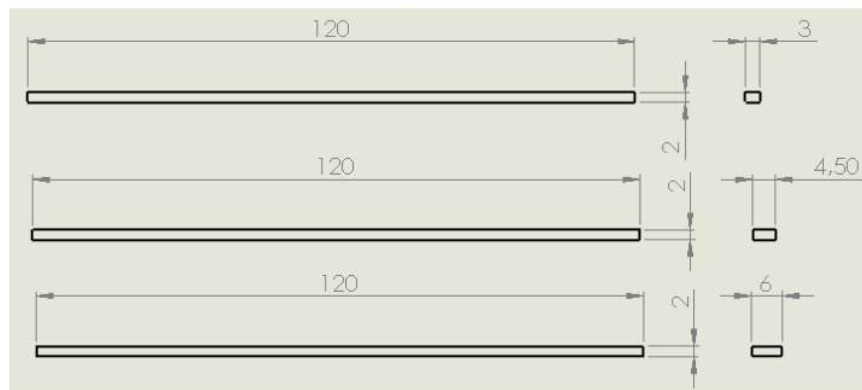
C : berat mi matang (gr)

D : berat mi mentah (gr)

## BAB IV DATA DAN ANALISA

### 4.1 Desain Prototipe Mi

Prototipe atau purwarupa merupakan bentuk awal dari suatu produk yang perlu dilakukan pengembangan kembali terkait konsep, fungsi, dan bentuk produk sebelum diproduksi secara massal. Desain prototipe mi yang dibuat memiliki variasi dimensi lebar sebanyak 3 buah pada masing-masing konsentrasi glukomanan yaitu panjang 120 mm × lebar 3 mm × tinggi 2 mm, panjang 120 mm × lebar 4,5 mm × tinggi 2 mm, dan panjang 120 mm × lebar 6 mm × tinggi 2 mm. Berikut ini adalah desain prototipe mi untuk pencetakan 3D *food printing*.



**Gambar 4.1** Desain Prototipe Mi

### 4.2 Karakteristik dan Parameter Mesin

Karakteristik mesin merupakan spesifikasi bawaan dari mesin 3D printer yang digunakan. Sementara parameter mesin dapat disesuaikan oleh pengguna sesuai kebutuhan. Dalam penelitian ini, parameter mesin disesuaikan berdasarkan tekstur adonan agar kualitas pencetakan yang dihasilkan menjadi optimal. Berikut ini adalah karakteristik dan parameter mesin 3D printer yang digunakan ketika melakukan pencetakan dalam penelitian ini.



1. Karakteristik mesin
  - a. Merek mesin : Tronxy Moore 1 Mini Clay 3D Printer
  - b. Ukuran mesin : 355 × 252 × 370 (mm)
  - c. Bobot mesin : 7,5 kg
  - d. Volume pencetakan : 180 × 180 × 180 (mm)
  - e. Akurasi pencetakan : 0,3 – 3 (mm)
  - f. Temperatur keliling yang dianjurkan : 8 °C – 40 °C
  - g. *Power input* : 100V-240V AC, 50/60 Hz
  - h. *Power output* : 24/4A DC
2. Parameter mesin
  - a. Kecepatan dorong piston : 10 mm/s
  - b. Kecepatan putar *nozzle* : 10 mm/s
  - c. Diameter *nozzle* : 1,5 mm
  - d. Jarak antara *nozzle* dengan *bed* : 0,5 mm
  - e. *Software* desain : Solidworks
  - f. *Software slicing* : Ultimaker Cura

#### 4.3 Pengaruh Komposisi Adonan Terhadap Kemampuan Pencetakan

Komposisi adonan yang digunakan berbeda-beda menyesuaikan konsentrasi glukomanan. Glukomanan membuat adonan menjadi lebih keras dan padat sehingga diperlukan penambahan air yang lebih banyak. Penyesuaian komposisi adonan dilakukan agar dapat dicetak oleh mesin 3D *printing*. Adonan yang terlalu keras tidak mampu diekstrusi, sementara jika terlalu cair akan membuat kualitas hasil cetakan kurang optimal. Pada penelitian ini dilakukan variasi penambahan bahan pangan glukomanan sebesar 0%, 1%, 2%, dan 4% (persentase per 200 gram tepung mocaf). Di bawah ini merupakan komposisi adonan yang digunakan untuk membuat prototipe mi.

**Tabel 4.1** Komposisi Adonan Mi

Tepung Mocaf (gr)	Glukomanan (%)	Air (%)	Telur (%)
200	0	77	22
200	1	82,67	22

200	2	94,61	22
200	4	125	22



**Gambar 4.2** Grafik Hubungan Glukomanan Terhadap Air

Berdasarkan tabel dan grafik di atas dapat diketahui bahwa adanya penambahan konsentrasi glukomanan membuat tekstur adonan semakin keras sehingga perlu penambahan air. Di samping itu, alasan dipilihnya tepung mocaf selain *gluten-free* ialah karena teksturnya yang mirip *clay* lebih cocok digunakan untuk pencetakan menggunakan 3D *food printing*. Tekstur tepung mocaf sendiri cenderung lebih lembut dibandingkan dengan tepung terigu, membuat proses ekstrusi pada alat 3D *printing* menjadi lebih optimal. Pemilihan jenis tepung tertentu sangat mempengaruhi kualitas hasil cetak 3D *food printing*. Penggunaan jenis tepung sebagai bahan utama seperti terigu, tapioka, dan maizena tidak direkomendasikan untuk mesin 3D *printing*.



**Gambar 4.3** Tekstur Adonan yang Optimal

#### 4.4 Hasil Pengukuran Dimensi

Setelah melalui proses pencetakan menggunakan 3D *printer*, hasil cetakan berupa prototipe mi dilakukan pengukuran untuk mengetahui perbedaan dimensi desain atau perancangan dengan dimensi hasil cetak. Pengukuran dimensi meliputi panjang, lebar, dan tinggi prototipe menggunakan jangka sorong. Berikut ini adalah hasil pengukuran dimensi prototipe mi yang telah dilakukan proses pencetakan.

**Tabel 4.2** Dimensi Prototipe Mi 120 mm × 3 mm × 2 mm

	Dimensi Desain	Setelah Dicitak	Perbedaan Dimensi
<b>Glukomanan 0%</b>			
Panjang (mm)	120	121	1
Lebar (mm)	3	6,68	3,68
Tinggi (mm)	2	2,56	0,56
<b>Glukomanan 1%</b>			
Panjang (mm)	120	122,18	2,18
Lebar (mm)	3	5,64	2,64
Tinggi (mm)	2	2,56	0,56
<b>Glukomanan 2%</b>			
Panjang (mm)	120	120,7	0,7
Lebar (mm)	3	3,02	0,02
Tinggi (mm)	2	2	0
<b>Glukomanan 4%</b>			
Panjang (mm)	120	120,42	0,42
Lebar (mm)	3	4,16	1,16
Tinggi (mm)	2	2,54	0,54

**Tabel 4.3** Dimensi Prototipe Mi 120 mm × 4,5 mm × 2 mm

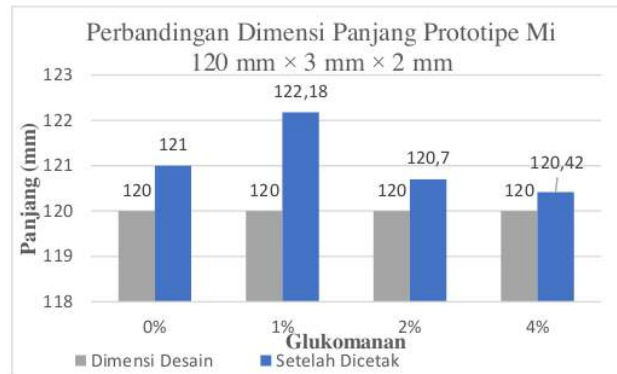
	Dimensi Desain	Setelah Dicitak	Perbedaan Dimensi
<b>Glukomanan 0%</b>			

<b>Panjang (mm)</b>	120	123,16	3,16
<b>Lebar (mm)</b>	4,5	8,7	4,2
<b>Tinggi (mm)</b>	2	2,56	0,56
<b>Glukomanan 1%</b>			
<b>Panjang (mm)</b>	120	121,78	1,78
<b>Lebar (mm)</b>	4,5	7,66	3,16
<b>Tinggi (mm)</b>	2	2,82	0,82
<b>Glukomanan 2%</b>			
<b>Panjang (mm)</b>	120	120,06	0,06
<b>Lebar (mm)</b>	4,5	5,14	0,64
<b>Tinggi (mm)</b>	2	2,04	0,04
<b>Glukomanan 4%</b>			
<b>Panjang (mm)</b>	120	121,48	1,48
<b>Lebar (mm)</b>	4,5	6,56	2,06
<b>Tinggi (mm)</b>	2	2,5	0,5

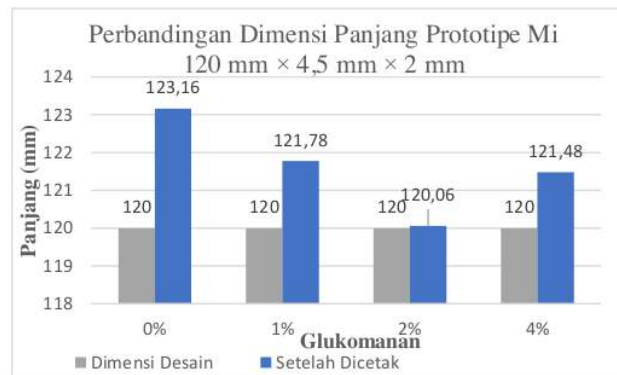
**Tabel 4.4** Dimensi Prototipe Mi 120 mm × 6 mm × 2 mm

	<b>Dimensi Desain</b>	<b>Setelah Dicetak</b>	<b>Perbedaan Dimensi</b>
<b>Glukomanan 0%</b>			
<b>Panjang (mm)</b>	120	123,18	3,18
<b>Lebar (mm)</b>	6	9,72	3,72
<b>Tinggi (mm)</b>	2	2,62	0,62
<b>Glukomanan 1%</b>			
<b>Panjang (mm)</b>	120	122,46	2,46
<b>Lebar (mm)</b>	6	9,52	3,52
<b>Tinggi (mm)</b>	2	3,1	1,1
<b>Glukomanan 2%</b>			
<b>Panjang (mm)</b>	120	120,02	0,02
<b>Lebar (mm)</b>	6	6	0
<b>Tinggi (mm)</b>	2	2	0

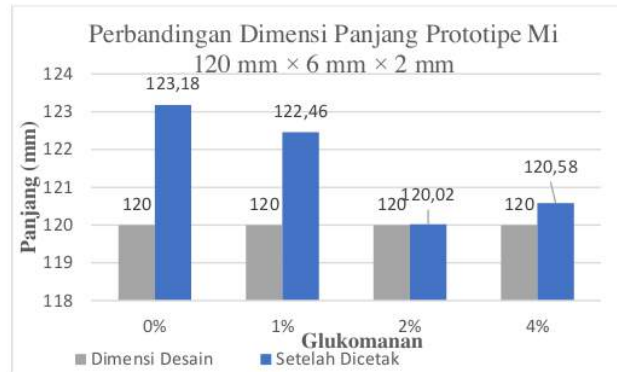
Glukomanan 4%			
Panjang (mm)	120	120,58	0,58
Lebar (mm)	6	7,46	1,46
Tinggi (mm)	2	2,4	0,4



**Gambar 4.4** Perbandingan Dimensi Panjang Prototipe Mi 120 mm × 3 mm  
× 2 mm

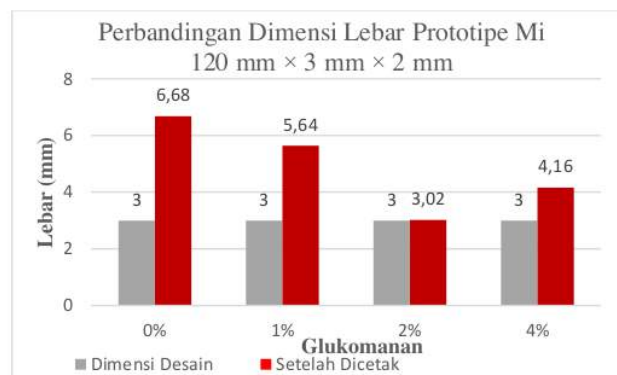


**Gambar 4.5** Perbandingan Dimensi Panjang Prototipe Mi 120 mm × 4,5  
mm × 2 mm

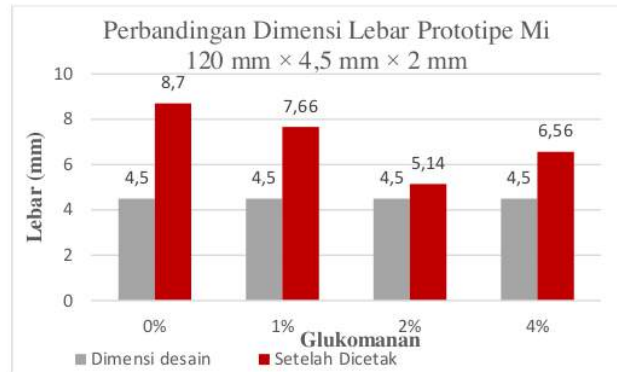


**Gambar 4.6** Perbandingan Dimensi Panjang Prototipe Mi 120 mm × 6 mm × 2 mm

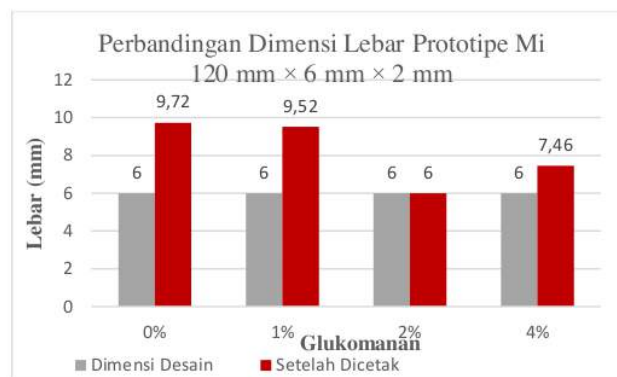
Berdasarkan ketiga tabel perbandingan dimensi panjang prototipe mi di atas, dapat terlihat jika mi dengan kadar glukomanan 2% memiliki panjang yang paling baik atau paling sesuai dengan rancangan awal. Hal tersebut menunjukkan bahwa adonan mi dengan tambahan glukomanan 2% mempunyai tekstur yang tidak terlalu keras dan tidak begitu cair sehingga paling baik ketika dilakukan ekstrusi oleh alat 3D *printer*.



**Gambar 4.7** Perbandingan Dimensi Lebar Prototipe Mi 120 mm × 3 mm × 2 mm

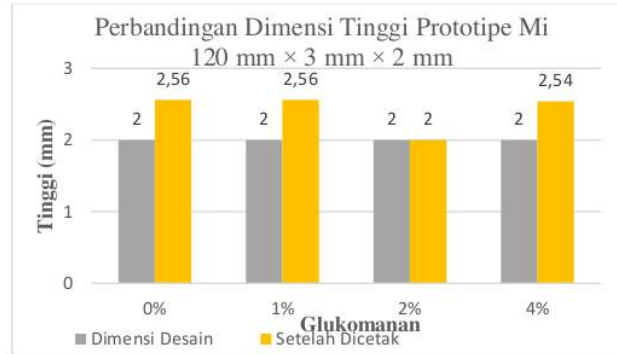


**Gambar 4.8** Perbandingan Dimensi Lebar Prototipe Mi 120 mm × 4,5 mm × 2 mm

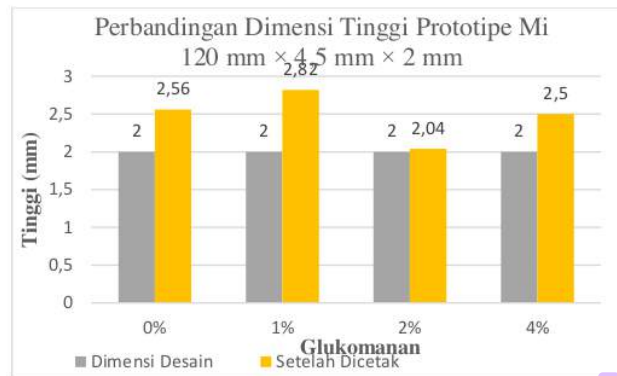


**Gambar 4.9** Perbandingan Dimensi Lebar Prototipe Mi 120 mm × 6 mm × 2 mm

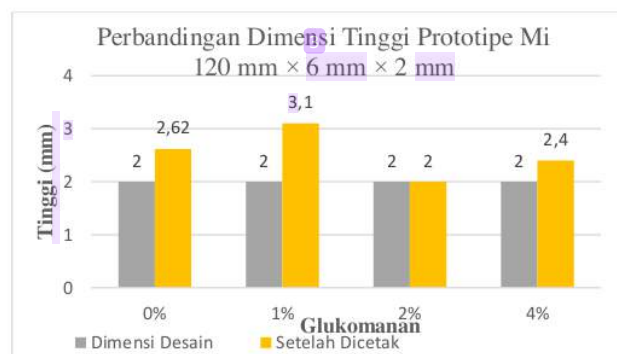
Berdasarkan ketiga tabel perbandingan dimensi lebar prototipe mi di atas, dapat terlihat jika mi dengan kadar glukomanan 2% memiliki lebar yang paling baik atau paling sesuai dengan rancangan awal. Hal tersebut menunjukkan bahwa adonan mi dengan tambahan glukomanan 2% mempunyai tekstur yang tidak terlalu keras dan tidak begitu cair sehingga paling baik ketika dilakukan ekstrusi oleh alat 3D *printer*. Untuk dimensi lebar paling baik kedua, ketiga, dan keempat ditempati secara berturut-turut oleh prototipe mi dengan kadar glukomanan 4%, 1%, dan 0%.



**Gambar 4.10** Perbandingan Dimensi Tinggi Prototipe Mi 120 mm × 3 mm × 2 mm



**Gambar 4.11** Perbandingan Dimensi Tinggi Prototipe Mi 120 mm × 4,5 mm × 2 mm



**Gambar 4.12** Perbandingan Dimensi Tinggi Prototipe Mi 120 mm × 6 mm × 2 mm



Berdasarkan ketiga tabel perbandingan tinggi prototipe mi dimensi desain dan setelah dicetak dapat terlihat jika mi dengan kadar glukomanan 2% memiliki tinggi yang paling baik atau paling sesuai dengan rancangan awal. Hal tersebut menunjukkan bahwa adonan mi dengan tambahan glukomanan 2% mempunyai tekstur yang tidak terlalu keras dan tidak begitu cair sehingga paling baik ketika dilakukan ekstrusi oleh alat 3D *printer*.

Berdasarkan keseluruhan tabel di atas dapat terlihat bahwa prototipe mi dengan tambahan glukomanan dengan konsentrasi 2% memiliki dimensi yang paling sesuai dengan dimensi rancangan awal. Hal tersebut dikarenakan faktor adonan dengan tambahan tepung porang sebanyak 2% atau 4 gram menghasilkan tekstur yang tidak terlalu keras dan tidak begitu cair, sehingga sangat optimal untuk dilakukan ekstrusi oleh mesin 3D printer. Hasil cetakan yang keluar dari *nozzle* tidak begitu melebar seperti konsentrasi glukomanan lainnya.

Untuk dimensi mi glukomanan 0% dan 1% terdapat selisih dimensi rancangan dengan hasil yang cukup besar dikarenakan konsentrasi glukomanan yang kurang optimal. Tepung porang atau glukomanan terbukti membuat adonan lebih mengikat dan mempertahankan bentuknya ketika melakukan proses pencetakan. Kurangnya konsentrasi glukomanan membuat adonan melebar ketika diekstrusi oleh *nozzle*. Sementara untuk dimensi mi glukomanan 4% juga mengalami selisih dimensi rancangan dengan hasil yang lebih besar dari 2% namun masih lebih kecil dari 0% dan 1%. Hal tersebut dikarenakan kadar air yang terlalu banyak membuat adonan melebar ketika diekstrusi.

Selain dari faktor adonan, hal-hal yang mempengaruhi dimensi hasil cetakan adalah *baking paper*. Pada *bed* alat 3D printer diletakkan *baking paper* agar hasil cetakan lebih mudah dilakukan perebusan. Namun, *baking paper* seringkali membentuk gelembung yang membuat permukaan *bed* menjadi sedikit tidak rata. Hal tersebut membuat dimensi hasil cetak agak melebar dari ukuran yang seharusnya.

#### 4.5 Daya Serap Air

Daya serap air menunjukkan perbandingan berat molekul air yang dapat diserap oleh bahan terhadap berat bahan awal. Pengukuran berat dilakukan menggunakan timbangan digital. Berikut ini adalah hasil pengukuran berat serta perhitungan daya serap air untuk masing-masing prototipe mi.

**Tabel 4.5** Daya Serap Air Prototipe Mi 120 mm × 3 mm × 2 mm

	Sebelum Direbus	Setelah Direbus	Daya Serap Air (%)
<b>Glukomanan 0%</b>			
<b>Berat (gr)</b>	2	3	50
<b>Glukomanan 1%</b>			
<b>Berat (gr)</b>	2	3	50
<b>Glukomanan 2%</b>			
<b>Berat (gr)</b>	1	2	100
<b>Glukomanan 4%</b>			
<b>Berat (gr)</b>	1	2	100

**Tabel 4.6** Daya Serap Air Prototipe Mi 120 mm × 4,5 mm × 2 mm

	Sebelum Direbus	Setelah Direbus	Daya Serap Air (%)
<b>Glukomanan 0%</b>			
<b>Berat (gr)</b>	3	4	33,33
<b>Glukomanan 1%</b>			
<b>Berat (gr)</b>	3	4	33,33
<b>Glukomanan 2%</b>			
<b>Berat (gr)</b>	2	3	50
<b>Glukomanan 4%</b>			
<b>Berat (gr)</b>	2	3	50

**Tabel 4.7** Daya Serap Air Prototipe Mi 120 mm × 6 mm × 2 mm

	Sebelum Direbus	Setelah Direbus	Daya Serap Air (%)
<b>Glukomanan 0%</b>			
<b>Berat (gr)</b>	4	5	25
<b>Glukomanan 1%</b>			
<b>Berat (gr)</b>	4	5	25
<b>Glukomanan 2%</b>			
<b>Berat (gr)</b>	3	4	33,33
<b>Glukomanan 4%</b>			
<b>Berat (gr)</b>	3	4	33,33

Dari keseluruhan tabel daya serap air di atas terdapat pola yang sama, yakni pada kadar glukomanan 0% dan 1% memiliki nilai daya serap air yang serupa. Kemudian akan mengalami pertambahan nilai di kadar glukomanan 2% dan 4%. Semakin tinggi penambahan tepung porang dan air, maka akan semakin tinggi daya serap airnya karena sifat dari tepung porang yang mudah menyerap air (Faridah & Widjanarko, 2014). Menurut Muhamed et al. (2005) jenis polisakarida yang larut air dapat meningkatkan daya serap air pada produk, hal itu membuat penambahan tepung porang yang kaya glukomanan dalam pembuatan mi akan turut meningkatkan daya serap air mi tersebut.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah keseluruhan pengujian telah dilakukan, diperoleh kesimpulan yaitu sebagai berikut.

1. Prototipe makanan berbentuk mi dapat dibuat menggunakan teknologi printer 3 dimensi dengan tahapan yang dimulai dari desain rancangan prototipe, tahapan pembuatan adonan, dan proses pencetakan. Namun, tekstur adonan perlu untuk dilakukan penyesuaian agar bisa diekstrusi oleh alat 3D *printer*.
2. Kemampuan cetak mesin 3D *food printing* metode ekstrusi ini membutuhkan tekstur adonan yang tidak terlalu keras dan tidak begitu cair agar adonan dapat dicetak serta kualitas hasil cetakan menjadi optimal. Kesesuaian dimensi desain dengan hasil paling baik ada pada prototipe mi dengan kadar glukomanan 2%. Dimana untuk dimensi rancangan 120 mm × 3 mm × 2 mm diperoleh dimensi hasil 120,7 mm × 3,02 mm × 2 mm, untuk dimensi rancangan 120 mm × 4,5 mm × 2 mm diperoleh dimensi hasil 120,06 mm × 5,14 mm × 2,04 mm, dan untuk dimensi rancangan 120 mm × 6 mm × 2 mm diperoleh dimensi hasil 120,02 mm × 6 mm × 2, mm. Adanya kadar glukomanan pada adonan, membuat kualitas hasil cetakan menjadi lebih baik dibanding tanpa tambahan glukomanan. Untuk daya serap air semakin tinggi penambahan tepung porang dan air, maka akan semakin tinggi daya serap airnya karena sifat dari tepung porang yang mudah menyerap air.

#### 5.2 Saran

Adapun saran yang ingin disampaikan untuk penelitian selanjutnya supaya hasil yang diperoleh bisa lebih baik yaitu:

1. Penambahan elemen pemanas pada *nozzle* untuk mencegah adonan yang kering lebih cepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriyansyah, D., Sriyanto, & Jamaldi, A. (2021). Perancangan dan Pembuatan Mesin 3D Printer Tipe Cantilever. *Abdi Masya*, 108-114.
- Aryanti, N., & Abidin, K. Y. (2015). Ekstraksi Glukomanan Dari Porang Lokal. *METANA*, 11(1), 21-30.
- <sup>12</sup> Asmoro, N. W. (2021). Karakteristik dan Sifat Tepung Singkong Termodifikasi (Mocaf) dan Manfaatnya Pada Produk Pangan. *Journal of Food and Agricultural Product*, 34-43.
- Billina, A., Waluyo, S., & Suhandy, D. (2014). Kajian Sifat Fisik Mie Basah Dengan Penambahan Rumput Laut. *Teknik Pertanian Lampung*, 109-116.
- Faridah, A., & Widjanarko, S. B. (2014). Penambahan Tepung Porang Pada Pembuatan Mi Dengan Substitusi Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*). *Teknologi dan Industri Pangan*, 98-105.
- Fatmawati, S., Nurgraheni, B., & Setyani, D. K. (2016). Ekstraksi Berbantu Ultrasonik dan Penetapan Kadar Glukomanan dalam Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus Prain ex Hook.f.*). *Media Farmasi Indonesia*, 1075-1083.
- Kamsiati, E., Rahayu, E., & Herawati, H. (2021). Pengaruh Konsentrasi Binder dan Lama Waktu Pengukusan Terhadap Karakteristik Mi Sorgum Bebas Gluten. *Agrointek*, 134-145.
- Katsnelson, A. (2021). 3D Printers Enter The Kitchen. *ACS Central Science*, 1959-1962.
- Ma, Y., Potappel, J., Schutyser, M., Boom, R., & Zhang, L. (2023). *Quantitative Analysis Of 3D Food Printing Layer Extrusion Accuracy: Contextualizing Automated Image Analysis With Human Evaluations Quantifying 3D Food Printing Accuracy. Current Research in Food Science*, 1-13.
- Maulana, A. J., Widodo, A., Nurhayati, & Kholis, N. (2021, February 17). Rancang Bangun Kartesian Robot Untuk Mencetak Gambar Pada Pancake. *Teknik Elektro*, 749-756.

- Pasaribu, G., Hastuti, N., Efiyanti, L., Waluyo, T., & Pari, G. (2019). Optimasi Teknik Pemurnian Glukomanan Pada Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri Blume*). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 37(3), 201-208.
- Pitayachaval, P., Sanklong, N., & Thongrak, A. (2018). *A Review of 3D Food Printing Technology. MATEC Web of Conferences 213*, 1-5.
- Potter, M. C., & Wiggert, D. C. (2008). *Schaum's Outline of Fluid Mechanics*. Jakarta: Erlangga.
- <sup>10</sup> Purnamasari, I., Meidinariasty, A., & Hadi, R. N. (2019). *Prototype Alat Pengereng Tray Dryer Ditinjau Dari Pengaruh Temperatur dan Waktu Terhadap Proses Pengerengan Mie Kering. Kinetika*, 25-28.
- Puspita, Y. S., & Atmiasri. (2023). *Analisis Optimasi Desain Extruder Selai Pada Mesin 3D Food Printer Untuk Menentukan Kualitas Hasil Cetakan*. *Semnasti*, 162-167.
- <sup>10</sup> Rosmeri, V. I., & Monica, B. N. (2013). Pemanfaatan Tepung Umbi Gadung (*Dioscorea hispida Dennst*) dan Tepung MOCAF (*Modified Cassava Flour*) Sebagai Bahan Substitusi dalam Pembuatan Mie Basah, Mie Kering, dan Mie Instan. *Teknologi Kimia dan Industri*, 246-256.
- Waseem, M., Tahir, A. U., & Majeed, Y. (2024). *Printing the future of food: The physics perspective on 3D food printing. KeAi*, 1-14.
- <sup>12</sup> Yani, A. V., & Akbar, M. (2018). Pembuatan Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Dengan Berbagai Varietas Ubi Kayu dan Lama Fermentasi. *EDIBLE*, 40-48.

**LAMPIRAN**

## A. Dokumentasi Penelitian

### 1. Tahapan Penimbangan Bahan

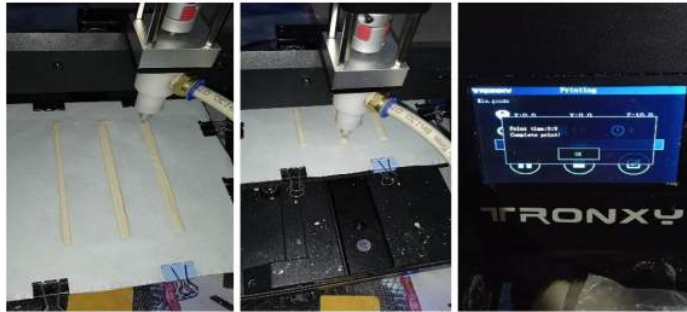


### 2. Tahapan Persiapan Pencetakan





### 3. Tahapan Pencetakan



### 4. Prototipe Mi Hasil Cetak



## 5. Tahapan Pengukuran Hasil Cetak



## ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://semnasti.unipasby.ac.id">semnasti.unipasby.ac.id</a> Internet Source	1%
2	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	1%
3	Madhukant, Anand. "Clinical Efficiency of Collagen as a Guided Tissue Regeneration Membrane (Healguide) in the Treatment of Localized Gingival Recession", Rajiv Gandhi University of Health Sciences (India), 2023 Publication	1%
4	<a href="http://eprints.untirta.ac.id">eprints.untirta.ac.id</a> Internet Source	1%
5	<a href="http://repository.unhas.ac.id">repository.unhas.ac.id</a> Internet Source	1%
6	<a href="http://journal.ipb.ac.id">journal.ipb.ac.id</a> Internet Source	1%
7	<a href="http://media.neliti.com">media.neliti.com</a> Internet Source	1%
8	<a href="http://repository.unpas.ac.id">repository.unpas.ac.id</a> Internet Source	

1 %

9

[anzdoc.com](http://anzdoc.com)

Internet Source

1 %

10

[repository.pertanian.go.id](http://repository.pertanian.go.id)

Internet Source

1 %

11

Submitted to Universitas Negeri Surabaya  
The State University of Surabaya

Student Paper

1 %

12

[e-journal.ivet.ac.id](http://e-journal.ivet.ac.id)

Internet Source

1 %

Exclude quotes  On

Exclude matches  < 1%

Exclude bibliography  Off

# REV\_MUHAMMAD RIFQI\_3331200043\_TA.pdf

---

PAGE 1

---

PAGE 2

---

PAGE 3

---

PAGE 4

---

PAGE 5

---

PAGE 6

---

PAGE 7

---

PAGE 8

---

PAGE 9

---

PAGE 10

---

PAGE 11

---

PAGE 12

---

PAGE 13

---

PAGE 14

---

PAGE 15

---

PAGE 16

---

PAGE 17

---

PAGE 18

---

PAGE 19

---

PAGE 20

---

PAGE 21

---

PAGE 22

---

PAGE 23

---

PAGE 24

---

PAGE 25

---

PAGE 26

---

PAGE 27

---

PAGE 28

---

PAGE 29

---

PAGE 30

---

PAGE 31

---

PAGE 32

---

PAGE 33

---

PAGE 34

---

PAGE 35

---

PAGE 36

---

PAGE 37

---

PAGE 38

---

PAGE 39

---

PAGE 40

---

PAGE 41

---

PAGE 42

---

PAGE 43

---

PAGE 44

---

PAGE 45

---

PAGE 46

---

PAGE 47

---

PAGE 48

---

PAGE 49

---

PAGE 50

---

PAGE 51

---

PAGE 52

---

PAGE 53

---

PAGE 54

---

PAGE 55

---

PAGE 56

---

PAGE 57

---