

**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

TUGAS AKHIR

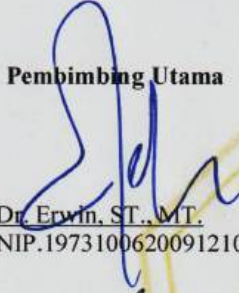
Implementasi Teknologi Printer 3 Dimensi Untuk Membuat Prototipe Makanan Berbentuk Mi Dengan Bahan Tambahan Pangan Glukomanan

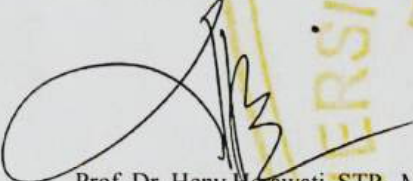
Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Muhammad Rifqi
3331200043


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

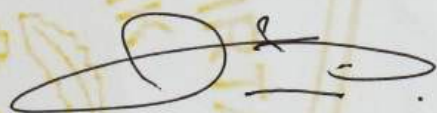
Pembimbing Utama

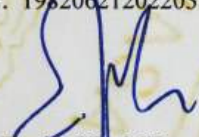

Dr. Erwin, ST., MT.
NIP.197310062009121001



Prof. Dr. Heny Herawati, 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. 198206212022031001


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


Prof. Dr. Heny Herawati, 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 :

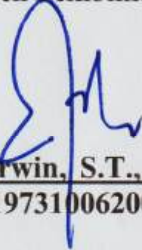
Muhammad Rifqi

3331200043

Telah disetujui oleh dosen pembimbing skripsi

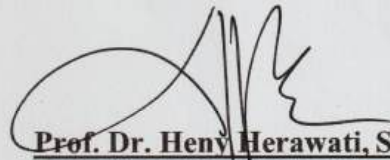
Pada tanggal 23 Juli 2024

Dosen Pembimbing 1,



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

Dosen Pembimbing 2,



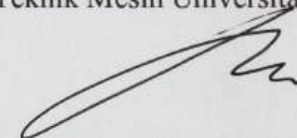
Prof. Dr. Heny Herawati, STP. MT.
NIP. 197803032001122001

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 LAPTIB (LAPTIB-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 $120 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ diperoleh dimensi hasil $120,7 \text{ mm} \times 3,02 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$, untuk dimensi rancangan $120 \text{ mm} \times 4,5 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ diperoleh dimensi hasil $120,06 \text{ mm} \times 5,14 \text{ mm} \times 2,04 \text{ mm}$, dan untuk dimensi rancangan $120 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ diperoleh dimensi hasil $120,02 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} \times 2, \text{ mm}$. 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*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
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
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
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
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
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
BAB IV DATA DAN ANALISA		
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
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	37
5.2	Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

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

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

DAFTAR TABEL

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

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.
- 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.
- Purnamasari, I., Meidinariasty, A., & Hadi, R. N. (2019). Prototype Alat Pengering Tray Dryer Ditinjau Dari Pengaruh Temperatur dan Waktu Terhadap Proses Pengeringan 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.
- 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.
- Yani, A. V., & Akbar, M. (2018). Pembuatan Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Dengan Berbagai Varietas Ubi Kayu dan Lama Fermentasi. *EDIBLE*, 40-48.