

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State of The Art*

Penelitian perlu memiliki dasar dan tinjauan dari penelitian sebelumnya, untuk itu diperlukan kajian literatur sebagai referensi sebelum melakukan penelitian. *State of The Art* dapat memperkuat landasan teoritis melalui tinjauan literatur terdahulu. Hal ini mencakup identifikasi teori, konsep, serta penelitian yang relevan pada topik tertentu. Selain itu, *State of The Art* bertujuan untuk meningkatkan pemahaman terhadap konteks penelitian yang akan dilakukan serta dapat membantu menentukan metode penelitian yang akan digunakan. Berikut merupakan tabel *State of The Art* untuk penelitian ini:

Tabel 2.1 *State of The Art*

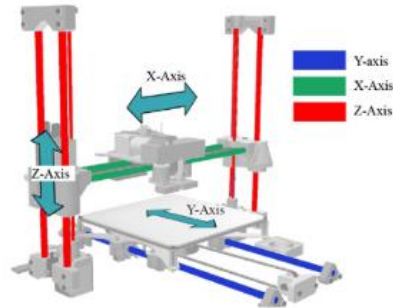
No	Judul Literatur (Penulis, Tahun)	Objek Penelitian	Hasil dan Pembahasan
1	<i>3D food printing as a promising tool for food fabrication: 3D printing of chocolate</i> (Sylvester et al., 2020)	Menganalisis Ketinggian nozzle optimal untuk mencetak cokelat dan menganalisis persentase infill (variasi 25%, 50% dan 100%)	Hasil pada penelitian ini yaitu: 1. mendapat Ketinggian nozzle optimal untuk mencetak cokelat adalah sama dengan diameter nozzle, yaitu 0,78 mm. 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase infill memengaruhi sifat tekstur cokelat cetak 3D

2	<p><i>Extrusion-based 3D Printing and Characterization of Edible Materials</i> (Huang, 2018)</p>	<p>Mengidentifikasi karakteristik tekstur <i>printing material</i> untuk formulasi yang sesuai pada 3D Printing berbasis ekstrusi (Bahan cetak: modifikasi pati jagung dan <i>xanthan gum</i>)</p>	<p>Pengukuran tekstur Pasta <i>xanthan gum</i> (XG) dan modifikasi pati (MS) mengikuti metode International Dysphagia Diet Standardization Initiative (IDDSI). pasta XG 5% memiliki daya rekat yang lebih rendah dibandingkan dengan pasta MS 15%, yang menunjukkan adanya residu yang minimal pada sendok. Kesimpulannya, karakteristik reologi atau tekstur material sangat penting dalam memastikan kemampuan material cetak tersebut untuk diekstrusi dan menghasilkan objek cetak yang dapat mempertahankan bentuknya.</p>
---	--	--	---

2.2 Printer 3 Dimensi

Printer 3 dimensi merupakan mesin cetak yang digunakan untuk membuat objek 3 dimensi dengan menggunakan bantuan *software Computer Aided Drawing* (CAD) sebagai aplikasi penunjang untuk membuat desain produk. Konsep dasar printer 3 dimensi yaitu dengan menumpuk material secara berurutan, satu lapisan demi satu, hingga menjadi bentuk objek yang utuh (Torta & Torta, 2019). Kemampuan *printer* 3 dimensi untuk menciptakan objek yang kompleks dengan tingkat presisi yang tinggi, teknologi ini berpotensi diimplementasikan dalam berbagai bidang. *Printer* 3D umumnya memiliki 3 sumbu yang bergerak pada sumbu Cartesian X, Y, dan Z. Setiap perpindahan dalam arah X-Y-Z menggunakan motor stepper. Motor stepper yang sering digunakan memiliki sudut langkah sebesar 1,8 derajat, yang memungkinkan

untuk 200 langkah rotasi dalam satu putaran penuh 360 derajat (Derossi et al., 2019).



Gambar 2.1 *Axis Printer 3 Dimensi*

(Sumber: Derossi et al., 2019)

Komponen-komponen pada mesin *printer* 3 dimensi perlu dirawat sehabis pemakaian karena sering residu material cetak masih tertinggal pada komponen mesin. Berikut adalah komponen-komponen *printer* 3 dimensi (Saputra, 2019):

a. *Print bed*

Print bed merupakan permukaan yang digunakan sebagai landasan pada saat proses cetak 3D. Selain itu *print bed* digunakan supaya benda yang sedang di cetak selama proses *printing* posisi dari produk tersebut tidak berubah sama sekali (Saputra, 2019)



Gambar 2.2 *Print Bed*

(Sumber: all3dp.com)

b. *Extruder*

Extruder adalah komponen yang bertugas untuk mengalirkan filamen dari rol ke *nozzle*. *Extruder* ini dapat beroperasi karena perintah dari ECU

mesin. Saat *nozzle* sedang melakukan *printing*, ekstruder mengalirkan filamen secara terus menerus. Ketika mesin menggerakkan *nozzle* dari satu titik ke titik lain pada bagian yang tidak diberi aliran filamen, *extruder* menarik filamen untuk mencegah lelehan filamen mengalir keluar (Saputra, 2019).

c. *Motor Stepper*

Motor stepper merupakan salah satu komponen di *printer 3 dimensi*. Dibandingkan dengan motor lain, *Motor stepper* memiliki kerapatan yang sangat kecil, memungkinkannya untuk bergerak dengan presisi tinggi dalam rentang yang kecil. Kemampuan *motor stepper* dalam melakukan pergerakan dan rotasi dalam jarak yang terbatas menjadikannya pilihan yang ideal untuk digunakan dalam *printer 3D*. Dalam mesin cetak 3D, motor stepper memiliki beberapa peran penting, seperti menggerakkan bed untuk sumbu Y, menggerakkan *nozzle* untuk sumbu X, menggerakkan bed untuk sumbu Z, dan mengontrol *extruder* filamen. Meskipun memiliki fungsi yang berbeda, keempat *motor stepper* yang digunakan dalam mesin cetak 3D biasanya memiliki jenis yang sama (Saputra, 2019).



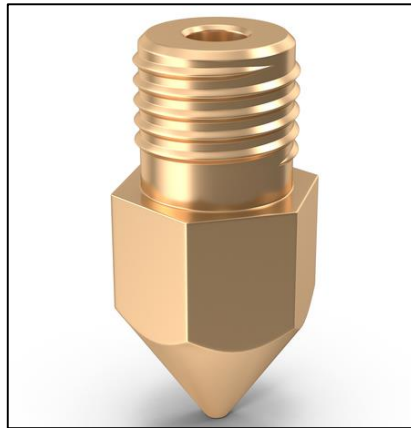
Gambar 2.3 *Stepped Motor*

(Sumber: Horvath, n.d.)

d. *Nozzle*

Nozzle merupakan komponen utama pada *printer 3 dimensi*. Komponen ini berfungsi sebagai tempat keluarnya material cetak. *Nozzle* memiliki lubang kecil diujungnya berfungsi untuk material keluar dan melakukan *printing*. Pada *printer 3 dimensi plastik*, *nozzle* berfungsi untuk melelehkan filamen

dan mengarahkannya agar membentuk lapisan sesuai dengan pola yang diinginkan (Saputra, 2019).



Gambar 2.4 Nozzle

(Sumber: pixelsquid.com)

2.3 Jenis-jenis *Printer 3 Dimensi*

Printer 3 dimensi memiliki banyak jenis, jenis-jenis printer 3 dimensi ini memiliki perbedaan antara satu dengan yang lainnya. Berikut merupakan jenis-jenis printer 3 dimensi:

a. *Printer 3 Dimensi Material Extrusion*

Printer 3D ini menggunakan teknologi FFF (*Fused Filament Fabrication*) atau FDM (*Fused Deposition Modelling*). Material yang digunakan berupa gulungan yang disebut dengan filamen. Filamen ini kemudian dihubungkan dan diarahkan ke *nozzle head* yang dipanaskan, dan hasil lelehan dari ujung *nozzle* berjalan sesuai dengan *gcode* atau perintah operator. Proses ini terjadi berulang-ulang, dengan lelehan yang membeku dan membentuk lapisan demi lapisan, hingga pada akhirnya terbentuk objek produk 3 dimensi yang diinginkan (Saputra, 2019).

b. *Printer 3 Dimensi Material Jetting*

Printer jenis ini merupakan salah satu jenis teknologi dalam printer 3D yang menggunakan mesin material *jetting* atau DOD. Prinsip kerja *printer* ini melibatkan penggunaan tetesan material yang diarahkan oleh cahaya untuk mengeras menjadi produk akhir. Setiap gerakan melibatkan satu

nozzle dan dua sumber cahaya untuk mengeringkan tetesan cairan tersebut (Saputra, 2019).

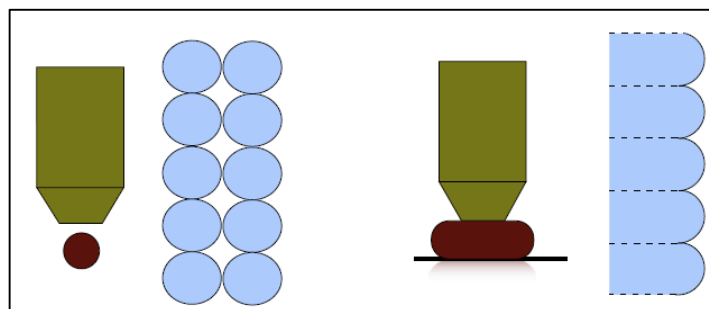
c. *Printer 3 Dimensi Binder Jetting*

Printer jenis ini serupa dengan printer inkjet dalam cara penggunaan *nozzle* untuk mengendalikan penurunan material ke area cetak. Teknik ini melibatkan penempatan bahan perekat ke atas lapisan bahan bubuk (seperti logam, kaca, atau keramik). Begitu bahan terikat, lapisan baru dapat dibangun di atas lapisan sebelumnya (Torta & Torta, 2019).

2.4 Pembuatan Makanan dengan *Printer 3 Dimensi*

Pembuatan makanan secara otomatis masih belum umum digunakan khususnya pada industri kecil, hal ini dikarenakan teknologi yang digunakan perlu penyesuaian supaya produk yang dihasilkan bisa optimal. Pembuatan makanan menggunakan *printer 3 dimensi* merupakan potensi yang perlu dikembangkan, pengembangan ini khususnya pada bahan makanan yang ingin dicetak. Bahan yang ingin dicetak ini perlu disesuaikan teksturnya supaya bisa optimal ketika dilakukan *printing*. Selain itu parameter alat juga harus disesuaikan hingga mendapatkan parameter yang paling cocok.

Salah satu parameter yang perlu dilakukan penyesuaian adalah *layer height*. *Layer height* atau tinggi lapisan memengaruhi bentuk hasil dari *food printing* karena *layer height* salah satu aspek penting yang menentukan filamen menempel dengan baik atau tidak. Gambar di bawah ini menjelaskan bagaimana penyesuaian *layer height* memberikan dampak pada produk hasil *printing*.



Gambar 2.5 Dampak Parameter *Printing*

(Sumber: Derossi et al., 2019)

2.5 Tepung Mocaf

Tepung mocaf merupakan tepung yang terbuat dari singkong. Mocaf merupakan singkatan dari *modified cassava flour*. Tepung ini merupakan tepung singkong yang dimodifikasi dengan cara fermentasi menggunakan mikroorganisme (Ningrum & Saidi, 2023). Berbeda dengan tepung terigu, mocaf tidak mengandung gluten, mengandung serat terlarut (*soluble fiber*) yang lebih tinggi dari pada tepung terigu, dan memiliki tekstur halus. Tepung mocaf dapat dijadikan sebagai bahan pangan alternatif sehat karena potensinya sangat besar untuk menggantikan terigu dalam pembuatan berbagai produk makanan seperti kue kering ataupun roti (Nurritzka et al., 2023).

Karakteristik fisik kimia mocaf diantaranya yaitu, kadar pati 75.49%; kadar air 11.04%; protein 2.45%; HCN 0 ppm; kadar lemak 0.73%; dan kadar abu 1.95% (Amanu & Susanto, 2014). Meskipun mocaf memiliki kandungan protein yang rendah yaitu 1,2% dibandingkan dengan kandungan protein tepung terigu yaitu 8-13%, protein ini tetap berperan dalam struktur adonan dan tekstur akhir *cookies*. Dengan demikian, mocaf merupakan produk tepung dari singkong yang memiliki kadar pati lebih tinggi dibandingkan dengan tepung terigu yang berfungsi sebagai pengikat dan memberikan tekstur yang lembut pada *cookies* serta kadar air yang rendah sehingga menyebabkan lebih tahan terhadap pertumbuhan mikroba. Tepung mocaf memiliki beberapa kelebihan untuk kesehatan diantaranya kandungan serat dan kandungan kalsium yang tinggi, memiliki daya kembang yang baik serta memiliki daya cerna yang lebih cepat dibandingkan dengan tepung tapioka (Putri et al., 2015)

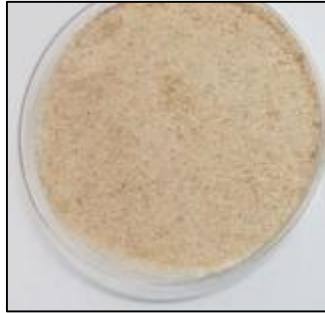
2.6 Tepung Glukomanan

Porang (*Amorphophallus oncophyllus Prain*) adalah sejenis tanaman umbi-umbian yang termasuk dalam keluarga Araceae (talas-talasan). Umbi porang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Umumnya glukomanan dijadikan tepung. Namun, umbi porang ini sulit diolah karena mengandung kalsium oksalat yang menyebabkan rasa gatal sehingga belum banyak masyarakat yang membudidayakan umbi porang (Sari & Suhartati, 2019). Karena hal tersebut, perlu keterampilan untuk mengolah glukomanan menjadi bahan pangan.

Umbi porang memiliki kandungan glukomanan. Glukomanan adalah serat makanan polisakarida yang larut dalam air dan non-ionik (netral). Tepung ini mengandung glukomanan yang merupakan polisakarida cadangan konjak yang telah digunakan dalam banyak produk makanan seperti mie dan spageti, sering digunakan sebagai bahan anti obesitas dan meningkatkan rasa kenyang. Glukomanan mampu meningkatkan sifat tekstur dan memiliki kapasitas pengikatan air yang tinggi sehingga memungkinkannya memerangkap lebih banyak air dalam jaringan pati (Halim et al., 2023).

Umbi porang memiliki senyawa glukomanan yang memiliki fungsi hampir sama dengan *sodium tripolyphosphat* (STPP) yaitu mampu mengikat air sampai 200 kali lipat massanya. Glukomanan juga memiliki kemampuan sebagai *gelling agent* yang dapat digunakan sebagai bahan pengikat pada produk makanan. Kemampuan mengikat air tepung glukomanan lebih tinggi dibandingkan dengan tepung tapioka, hal ini mengakibatkan penggunaan tepung glukomanan akan lebih sedikit dari pada penggunaan tepung tapioka (Sood et al., 2008). Berdasarkan (Handayani et al., 2020), Glukomanan yang terkandung pada umbi porang sebesar 45-65%. Glukomanan merupakan suatu zat dalam bentuk gula kompleks dan serat. Tepung glukomanan juga merupakan tepung bebas gluten (*gluten free*), sejenis serat larut yang memiliki kapasitas penyerapan air yang sangat tinggi. Ini membuat tepung glukomanan mampu mengembang hingga beberapa kali lipat dari ukuran aslinya ketika dicampur dengan air. Gluten merupakan salah satu jenis protein biasa terdapat pada gandum. Gluten memiliki peptida yang dapat menurunkan kekebalan tubuh, sehingga berakibat gangguan pencernaan hingga diabetes (Rahmaris & Ratnaningsih, 2022).

Proses pengolahan umbi porang melalui tiga tahapan. Tahap awal yaitu persiapan bahan baku kemudian umbi porang dicuci dan dipotong hingga menjadi granula. Tahap selanjutnya adalah pemurnian glukomanan dan pengeringan hingga menghasilkan tepung glukomanan. Tahap terakhir adalah pembuatan konyaku. Proses pemurnian dilakukan dengan menambahkan aluminium sulfat untuk mengikat kotoran dan etanol 95% untuk mengendapkan glukomanan larut dalam air (Setyono et al., 2021).



Gambar 2.6 Tepung Glukomanan

(Sumber: Nurlela et al., 2020)

2.7 Cookies

Cookies merupakan salah satu makanan kering yang berbahan dasar tepung umumnya terbuat dari tepung terigu. Pembuatan *cookies* yaitu dengan membuat adonan dari tepung dan campuran bahan lain untuk kemudian dibentuk dan dilakukan pemanggangan. Tepung terigu pada *cookies* dapat diganti dengan alternatif lain, yaitu tepung mocaf dan tepung glukomanan dari umbi porang sebagai bahan untuk membuat adonan. Selain tepung, dalam pembuatan *cookies* diperlukan mentega untuk memberikan tekstur kering dan kuning telur sebagai bahan pengikat. Selain itu, untuk memberi rasa pada *cookies* dapat ditambahkan gula dan susu bubuk (Wicaksani, 2023).