

3D PRINTING UNTUK USAHA MIKRO DALAM PERSPEKTIF 5M

Julian A. Widiatmoko¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik – Universitas Tidar

Email: julian_w@untidar.ac.id

Abstrak

Usaha mikro saat ini menghadapi tantangan untuk berinovasi dalam Era Revolusi Industri 4.0 yang menciptakan persaingan yang semakin dinamis. Salah satu peluang inovasi ini datang dari teknologi *3D printing* yang telah terpenetrasi ke banyak area aplikasi. Namun, teknologi yang awalnya berbiaya mahal ini berhadapan dengan terbatasnya modal pelaku usaha mikro. Dalam artikel ini dilakukan kajian kemungkinan penggunaan teknologi *3D printing* dalam konteks usaha mikro. Pendekatan yang digunakan adalah tinjauan pustaka dari artikel ilmiah, buku, *website*, dan *e-commerce* yang disajikan dalam perspektif 5M (*method, material, machine, man, money*). Ditemukan terdapat tiga area aplikasi *3D printing* yang dapat dimasuki oleh usaha mikro, yaitu makanan, cinderamata, dan *fashion*. Hal ini dimungkinkan terutama karena telah banyaknya pilihan mesin dan material untuk aplikasi *3D printing* yang terjangkau pelaku usaha mikro serta *software* yang tersedia gratis. Hasil kajian 5M menunjukkan bahwa teknologi ini dapat dimanfaatkan oleh pelaku usaha mikro sebagai basis usahanya.

Kata Kunci: *3D printing, additive manufacturing, usaha mikro, 5M.*

Abstract

Micro businesses are currently facing challenges to innovate in the Industrial Revolution Era 4.0 which creates increasingly dynamic competition. One of these innovation opportunities comes from 3D printing technology which has penetrated into many application areas. However, this technology, which was originally expensive, was faced with limited capital for micro-entrepreneurs. This article examines the possibility of using 3D printing technology in the context of micro-enterprises. The approach used is a literature review of scientific articles, books, websites, and e-commerce presented in the 5M perspective (method, material, machine, man, money). It was found that there are three areas of 3D printing applications that micro businesses can enter, namely food, souvenirs, and fashion. This is made possible primarily because there are many choices of machines and materials for 3D printing applications that are affordable for micro-businesses and software that is available free of charge. The results of the 5M study show that this technology can be utilized by micro-entrepreneurs as a basis for their business.

keywords: *3D printing, additive manufacturing, micro business, 5M.*

PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memiliki peran penting dan strategis dalam perekonomian nasional karena keberadaannya yang dominan, memiliki daya tahan terhadap krisis, dan mampu menyerap tenaga kerja[1]. Dalam UU Nomor 20 Tahun 2008, UMKM dikelompokkan menjadi tiga berdasarkan jumlah aset dan omzetnya, yaitu Usaha Mikro, Usaha Kecil, dan Usaha Menengah[2]. Usaha mikro yang merupakan skala usaha paling kecil dengan batasan jumlah aset maksimal 50 juta rupiah dan omzet 300 juta rupiah per-tahun, ternyata merupakan kontributor penyerap

tenaga kerja terbesar. Menurut data Kementerian Koperasi, Usaha Kecil, dan Menengah tahun 2018, jumlah kelompok usaha mikro mencapai 98,68% dari seluruh badan usaha dengan penyerapan tenaga kerja sekitar 89%. Dewasa ini, UMKM utamanya usaha mikro mendapat tantangan baru, yaitu hadirnya Era Revolusi Industri 4.0. Tantangan ini memerlukan jawaban berupa inovasi teknologi untuk meningkatkan daya saing[3].

Salah satu inovasi teknologi yang sedang berkembang saat ini adalah *additive manufacturing* atau dikenal juga dengan *3D printing*. Prinsip dasar teknologi *3D printing*

adalah membangun produk dengan menambahkan lapisan demi lapisan secara bertahap[4]. Untuk mencapai fabrikasi produk dengan konsep ini, terdapat empat metode utama dalam *3D printing*, yaitu *fused deposition modelling* (FDM), *inkjet printing*, *stereolithography*, dan *powder based fusion*[5]. Dalam dekade terakhir, teknologi *3D printing* telah diaplikasikan pada banyak area. Shahrubudin et.al. dalam [6] memetakan sedikitnya tujuh kelompok aplikasi *3D printing* dalam industri, yaitu: penerbangan, otomotif, makanan, kesehatan, konstruksi, *fashion*, dan elektronik. Selain itu, *3D printing* dalam pengertian *additive manufacturing* juga mulai masuk ke area lain seperti pendidikan dan militer [7].

Pada era 1980-an, yaitu awal munculnya *3D printing*, teknologi ini sulit dijangkau karena biaya mesin yang sangat mahal. Namun seiring dengan makin majunya riset di bidang ini dan ditemukannya metode dan material baru, biaya untuk mengaplikasikan *3D printing* menjadi sangat terjangkau saat ini [8]. Kenyataan ini tentu membuka peluang baru, salah satunya bagi pelaku usaha mikro dengan modal yang terbatas untuk memanfaatkan teknologi ini.

Hal yang perlu menjadi perhatian adalah, mempertimbangkan skala bisnis yang diperlukan, tidak semua aplikasi *3D printing* cocok untuk diadopsi oleh usaha mikro. Misalnya, penggunaan *3D printing* untuk memproduksi komponen pesawat terbang memerlukan biaya investasi untuk pembelian mesin dan material (logam) yang relatif tinggi [9] sehingga tidak terjangkau oleh pelaku usaha mikro. Oleh sebab itu artikel ini akan memetakan kemungkinan-kemungkinan aplikasi *3D printer* yang dapat dimasuki oleh usaha mikro.

Pendekatan yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut adalah kajian literatur

yang dipetakan dalam perspektif 5M (*Method, Material, Machine, Man, dan Money*). 5M merupakan metode yang telah umum dipakai dalam manajemen operasi untuk memetakan faktor-faktor yang dibutuhkan dalam mengelola suatu proses bisnis.

METODE PENELITIAN

Artikel ini melakukan tinjauan literatur dari jurnal ilmiah, konferensi, dan buku mengenai aplikasi *3D printing* dalam industri. Penyaringan dilakukan terhadap literatur-literatur dengan memberikan batasan perkiraan modal untuk menjalankan usaha pada area aplikasi. Batasan yang dimaksud adalah maksimal modal usaha mikro yaitu 50 juta rupiah, tidak termasuk tempat usaha. Komponen modal dalam tinjauan ini terdiri dari mesin *3D printer* dan perangkat pendukung seperti *software* dan komputer. Biaya material juga dimaksudkan sebagai komponen di luar modal. Untuk mendukung hal ini, dilakukan penelusuran terhadap harga komponen-komponen tersebut melalui internet, yaitu dari *manufacturer* dan situs e-commerce.

Teknik 5M (*method, material, machine, man, money*) digunakan untuk memetakan jendela aplikasi *3D printing* untuk usaha mikro. Tujuannya adalah agar didapatkan gambaran yang lebih sistematis mengenai kemungkinan aplikasinya teknologi ini. Penjelasan tabular setiap kriteria 5M yang digunakan pada artikel ini disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Penjelasan Kriteria 5M

No	Kriteria	Deskripsi
1	<i>Method</i>	Menguraikan area aplikasi dan ide model bisnis berbasis <i>3D printing</i> yang cocok untuk usaha mikro
2	<i>Material</i>	Menguraikan bahan baku yang dibutuhkan untuk setiap <i>method</i>
3	<i>Machine</i>	Menguraikan kebutuhan mesin <i>3D printing</i> dan pendukungnya

4	Man	Menguraikan kebutuhan tenaga kerja dan keahlian
5	Money	Menguraikan kisaran kebutuhan biaya baik modal maupun operasional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Method

Berikut ini diuraikan tiga area aplikasi *3D printing* yang dapat dilakukan oleh usaha miko beserta bisnis yang memungkinkan.

1. Industri Makanan

Penggunaan *3D printing* untuk makanan memiliki beberapa tujuan, pertama adalah membuat produk makanan lebih menarik. Studi yang dilakukan oleh Kildegaard et al. dalam [10] menyimpulkan bahwa anak-anak lebih mengapresiasi makanan yang memiliki tampilan visual yang menarik. Hal yang sama juga secara populer berlaku untuk remaja dan orang dewasa [11]. Lebih jauh, cara penyajian makan dapat membentuk perspektif tertentu pada konsumen yang dapat menaikkan minat beli mereka [12]. Produk makanan konvensional yang disajikan dengan tampilan baru yang menarik juga dapat menaikkan minat beli. Apalagi dalam tren media sosial dewasa ini, keputusan beli konsumen tidak hanya mempertimbangkan rasa makanan, namun juga penampilannya.

Studi *3D printing* oleh Lanaro et al. dalam [13] telah menghasilkan coklat berbentuk kompleks menyerupai kelinci. Penyempurnaan metode ini dalam skala industri memiliki potensi produk makanan dengan bentuk yang menarik. Bisnis restoran dapat memanfaatkan teknologi *3D printing* makanan yang lebih matang untuk berkreasi dalam hal penyajian makanan. Website seperti *naturalmachines.com* membagikan beberapa contoh produk hidangan yang dibuat menggunakan *3D printing* seperti disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Hidangan Dibuat dengan *3D printing*[14]

Dengan kemampuannya membuat produk dengan desain bentuk yang hampir tak terbatas, teknologi *3D printing* dapat digunakan untuk tujuan lainnya, yaitu personalisasi. Perusahaan *start-up* asal Jepang bernama Byte-Bites berfokus pada personalisasi makanan dalam hal desain bentuk dan tekstur. Tujuan mereka adalah menciptakan lingkungan dimana orang-orang dapat menikmati makanan tanpa keterbatasan ruang dan waktu [15]. Implementasi usaha dalam konteks ini dapat berupa kafe atau layanan pemesanan makanan secara digital. Pelanggan dapat memilih sendiri desain makanan yang mereka sukai melalui aplikasi, lalu mencetaknya dengan *3D printing*. Lebih jauh, bila aplikasi atau *software* desain atau *Computer Aided Design (CAD)* tersedia, pelanggan bahkan bisa mendesain sendiri bentuk makanan mereka. Konsep usaha seperti ini sebenarnya telah berkembang sejak satu windu terakhir dan merambah kota-kota seperti Berlin, Barcelona, London, dan Tokyo [16].

2. Industri Cenderamata

Ide pemanfaatan *3D printing* untuk pembuatan cenderamata di tempat wisata dieksplorasi oleh Anastasiadou dan Vettese dalam [17]. Mereka mereplikasi artifak-artifak di Museum Historic Environmental Scotland di Inggris menggunakan *3D printer* kemudian menjualnya sebagai cenderamata untuk para turis yang datang berkunjung. Artifak-artifak tersebut

dipindai menggunakan *scanner* tiga dimensi, disimpan dalam *database*, kemudian dicetak. Salah satu contoh produk tersebut ditampilkan pada Gambar 2.a.

Paling tidak ada tiga model bisnis dalam kaitannya dengan aplikasi *3D printing* pada sektor ini. Pertama, cinderamata diproduksi secara massal dengan mesin *3D printing* kemudian dipajang di lokasi. Kedua, cinderamata dicetak di lokasi sesuai dengan permintaan pengunjung. Di sini, pengunjung dapat melihat model 3D dalam komputer terlebih dahulu sebelum memutuskan untuk mencetak. Ketiga, pengunjung mendapat *file* hasil pindai artifak, kemudian dicetak sendiri di tempat tinggal pengunjung. Pada model kedua dan ketiga, pengunjung berperan sebagai *co-designer*, artinya mereka dapat menentukan sendiri warna dan ukuran obyek yang akan dicetak. Selain itu mereka juga mengamati sendiri bagaimana cinderamata dicetak menggunakan mesin *3D printing*.

Peluang implementasi teknologi *3D printing* untuk cinderamata dapat pula diperluas sehingga tidak hanya terbatas pada tempat wisata. Pembuatan produk fisik cinderamata yang merepresentasikan karakteristik budaya lokal seperti cerita rakyat, legenda, dan perhelatan khusus seperti pernikahan, pemakaman, atau festival juga dapat dieksplorasi. Misalnya *3D printing* dapat digunakan untuk membuat hiasan untuk dekorasi, *sticker* untuk ditempel di lemari es, atau gantungan pena. Pasar terbuka dari turis yang berkunjung ke suatu daerah yang memiliki nilai budaya yang kuat. Saat mereka telah berinteraksi dengan budaya tersebut, keinginan untuk membeli cinderamata unik menjadi besar [18].

Lebih jauh, dengan menambahkan konteks budaya populer, aplikasi dalam area ini dapat menjadi lebih luas lagi. Fabrikasi cinderamata untuk hadiah atau kado dapat

menjadi ide usaha kreatif yang layak dikembangkan. Laman *all3dp.com* memberikan berbagai macam ide hadiah atau kado yang dapat dibuat dengan *3D printer* antara lain: karakter film dan serial TV seperti dalam Gambar 2.b, karakter *game*, dekorasi, mainan, replika peralatan *outdoor*, model RC (*remote control*), dudukan atau sarung *handphone*, serta perhiasan [19]. Pelaku usaha mikro dapat memajang desain pada suatu lokasi khusus atau lewat internet kemudian mencetak dan mengirimkannya kepada pemesan atau orang yang dituju.

3. Industri Fashion

Penggunaan teknologi *3D printing* untuk *fashion* saat ini masih terbilang baru dengan pertumbuhan penetrasi teknologi yang relatif lambat [20]. Namun demikian peluang pengembangan bisnis dari aplikasi ini sangat terbuka terutama untuk pasar *niche*. Daya tarik terbesar *3D printing* adalah pada kebebasan desainnya, hal ini mampu membuka jendela desain baru pada produk *fashion*. Keunggulan ini telah banyak dieksploitasi oleh para desainer *fashion* dalam bentuk *haute couture* yang menghasilkan berbagai desain pakaian eksklusif [21,22]. Pembuatan pakaian jadi atau *garmen* juga mulai mendapat perhatian dalam riset tentang *3D printing* walaupun masih dalam tahap konseptual [23–25]. Industri *fashion* dalam skala besar seperti produsen sepatu Nike, memanfaatkan *3D printing* untuk membuat purwa rupa sepatu sampai produk akhir [26].



(a)



(b)

Gambar 2. Contoh Produk Cinderamata 3D *printing*, (a) Replika kepala unicorn yang merupakan ikon Stirling Castle di UK (b) Karakter pokemon dari budaya populer sebagai kado

Dalam skala usaha mikro, ukuran industri dan tingkat keahlian untuk aplikasi di atas sulit dicapai. Namun, peluang yang sesuai dapat diarahkan pada pembuatan produk pendukung *fashion* yang memerlukan biaya relatif lebih rendah. Produk yang dimaksud adalah hiasan baju, aksesoris, dan kancing yang dapat dibuat dengan 3D *printing* dengan relatif cepat [27]. Di samping itu, perhiasan seperti kalung, liontin, gelang, anting juga merupakan pilihan produk 3D *printing* yang dapat dikembangkan[28].

ONUS Maison, sebuah perusahaan Italia yang bergerak di bidang *fashion* dengan spesialisasi produk dasi elegan telah menggunakan teknologi 3D *printing* sejak 2016. Rangkaian produk mereka yang berlabel VIP TIE memungkinkan pelanggan untuk memilih dan mengkustomisasi dasi mereka sendiri kemudian menfabrikasinya dengan menggabungkan teknik sulam, kerajinan tangan, dan 3D *printing*. Kustomisasi ini dapat dilakukan melalui *website* mereka *viptie.com* yang memberikan pilihan desain dasar, warna, pemberian tulisan atau inisial, sampai pemilihan kotak penyimpanan. ONUS Maison juga menawarkan kustomisasi yang lebih luas dan beragam di luar *website*, yaitu dengan menghubungi mereka secara langsung[29].

Peluang juga terbuka dari fakta bahwa produk *fashion* baik baju, gaun, sepatu, tas, dan sebagainya seringkali memiliki bagian kecil yang sebenarnya murah dan sederhana, namun memiliki bentuk dan desain yang sangat khas. Sekali bagian kecil ini rusak atau hilang, sulit untuk mencari penggantinya, bahkan ke produsen produk *fashion* tersebut. 3D *printing* dapat memanfaatkan peluang ini, dengan memfabrikasi barang-barang tersebut[30]. Tentu saja ini memerlukan kemampuan replikasi desain menggunakan *software CAD* maupun *scanner* tiga dimensi.

Material

Dalam aplikasi 3D *printing* untuk makanan, material yang digunakan dapat tak terbatas. Sebagian material tersebut telah secara sukses digunakan, sebagian yang lain masih dalam tahap pengembangan. *Set-up* desain mesin 3D *printing* untuk makanan sangat bergantung pada material yang digunakan karena karakteristiknya yang berbeda-beda[31]. Material yang telah umum dipakai untuk makanan adalah coklat, kue, roti, dan daging buatan[32]. Biasanya, material tersebut telah disediakan khusus oleh pabrikan mesin 3D *printing*, namun dapat juga dibuat sendiri dengan komposisi yang disesuaikan. Cocoa Press misalnya, menyediakan campuran coklat mereka sendiri dalam kemasan dan harga tertentu. Namun pengguna dapat bereksperimen untuk mencoba membuat campurannya sendiri termasuk menambahkan bahan-bahan lain [33].

Di sisi lain, material berikut masih dalam pengembangan: daging berserat[34], pasta[35], buah-buahan[36,37], campuran buah dan sayur[38], *hydrocolloid*[39], tepung ketela[40], dan konjak[41]. Rekayasa, baik pada perangkat printer maupun sifat material untuk menunjang kemampuan-cetak-nya masih terus dilakukan dalam berbagai riset yang berbeda. Kemajuan riset pada material-material ini perlu terus dipantau agar usaha mikro segera dapat

mengadopsinya. Misalnya, begitu didapat perpaduan antara *print speed*, *flow level*, dan *rheology* pada campuran pisang, jamur, dan susu dalam riset oleh Derossi et al. [42], maka usaha mikro dapat menggunakannya dalam pengembangan industri makanan sehat anak-anak dengan tampilan karakter animasi.

Dalam aplikasi selain makanan, material yang digunakan untuk *3D printing* dapat dikategorikan menjadi dua jenis yaitu filamen dan resin. Untuk *fashion*, material yang digunakan terutama filamen berbasis polimer *thermoplastic* seperti *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS), *polylactide* (PLA), *polycaprolactone* (PCL), *thermoplastic polyurethane* (TPU), *polyethylene terephthalate glycol-modified* (PETG), *polystyrene* (PS) dan *polypropylene* (PP) [43].

TPU merupakan material yang direkomendasikan dalam pembuatan garmen karena karena sifatnya yang fleksibel. Sementara untuk aksesoris, filamen berbasis ABS lebih cocok karena lebih ringan dan solid [23]. Perhiasan dapat menggunakan dua kelompok material yang berbeda, yaitu logam mulia (misalnya emas) dan ABS [44]. Namun demikian, proses *3D printing* untuk logam menggunakan teknologi yang setingkat *Direct Metal Laser Sintering* (DMLS) [45] yang membutuhkan biaya investasi untuk pembelian alat yang mahal. Hal ini menyebabkan pilihan material ini tidak tepat diadopsi oleh usaha mikro.

Jenis filamen yang paling populer saat ini adalah PLA. Selain karena mudah diproses, mudah terurai,[46], dan dapat didaur ulang, PLA juga dapat dijadikan *filler* untuk komposit serat alami[47]. Filamen ini tersebut telah tersedia luas di pasaran dan dengan mudah dapat dibeli misalnya melalui situs-situs *e-commerce* seperti tokopedia, bukalapak, shopee, alibaba, atau momotaro. Harga filamen ini bervariasi mulai dari 150 ribu rupiah sampai

450 ribu rupiah per-roll, tergantung kualitasnya. Satu roll setara dengan 1 kg berat filamen dengan panjang 330 meter. Ukuran diameter yang banyak dipakai adalah 1.75 mm dengan berbagai pilihan warna seperti hitam, biru, biru muda, hijau, abu-abu, hijau terang, biru terang, natural, oranye, merah muda, merah, silver, emas, ungu, putih, coklat, dan sebagainya[48].

Resin secara umum memiliki harga yang lebih mahal daripada filamen namun dapat menghasilkan kualitas produk *3D printer* yang lebih baik. Satu liter resin yang cocok untuk produk cinderamata atau aksesoris berharga 250 ribu sampai 800 ribu rupiah. Untuk aplikasi perhiasan, resin khusus dapat digunakan dengan kisaran dua sampai tiga jutaan rupiah per-liter [49].

Machine

Untuk menjalankan operasi *3D printing*, sedikitnya ada empat elemen yang dibutuhkan, yaitu: *3D printer*, *software CAD*, *software slicer*, dan komputer.

Dalam *fashion*, ada lima jenis *3D printing* yang dapat digunakan, antara lain *stereolithography* (STL), *selective laser sintering*, *fused desposition modelling* (FDM), *polyjet*, dan *binder jetting* [50]. Jenis-jenis teknologi tersebut, terutama FDM dan STL, juga dapat digunakan untuk pembuatan cinderamata. FDM beroperasi dengan prinsip kerja memanaskan material yang berupa filamen sampai fase cair kemudian mengendapkannya secara selektif melalui *nozzle*, lapisan demi lapisan sampai membentuk produk tiga dimensi[51]. STL, di sisi lain, menggunakan material resin yang awalnya berbentuk cair kemudian dipadatkan secara selektif menggunakan reaksi fotopolimerisasi[52].

Saat ini sangat banyak mesin *3D printer* untuk aplikasi tersebut dapat ditemukan dengan spesifikasi dan harga yang bervariasi. Dalam

beberapa tahun terakhir, harga *3D printer* semakin murah sehingga terjangkau untuk skala usaha mikro. Misalnya *3D printer* Anet A8 yang berprinsip kerja FDM dibanderol dengan harga sekitar 4 juta rupiah [53]. Secara umum, tipe STL relatif lebih mahal dibandingkan dengan FDM namun menjamin kualitas cetak yang lebih baik. Pabrikan pembuat *3D printer* juga sangat banyak dengan kualitas cetak yang semakin baik. Beberapa merk yang tersedia luas di pasaran diantaranya adalah Anet, Anycubic, Creality, Ultimaker, Flashforge, Formlab, Prusa, dan Kingroon[54].

Banyak *3D printer* untuk makanan yang masih dalam tahap pengembangan sehingga bersifat kustom [34,35,37,55,56]. Namun banyak pula yang sudah tersedia di pasaran seperti merk ProCUSINI, Choc Creator, Discov3ry, Foodini, Fab@Home, Sanna, Qiao, BeeHex, PancakeBot, Barilla, dan Zmorph [31]. Kebanyakan *3D printer* di atas tidak terjangkau oleh usaha mikro, kecuali Choc Creator V2.0 Plus dan PancakeBot 2.0. Biasanya, *3D printer* yang digunakan untuk makanan memakai prinsip kerja *extruder-based* yaitu dengan mekanisme mendorong material (makanan) secara terkontrol melalui *nozzle* untuk diendapkan.

Dengan banyaknya pilihan, berikut beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memilih *3D printer* untuk makanan [31]:

- Memiliki kapasitas penyimpanan material yang besar dan mudah dan cepat di isi ulang
- Dapat melakukan *printing* secara kontinu dan melakukannya sambil mematangkan makanan.
- Mudah dibersihkan dan menjamin kebersihan
- Memiliki paling tidak dua derajat kebebasan

Software CAD digunakan untuk membuat model 3D dari produk yang akan dicetak. Untuk

model bisnis yang mendukung kustomisasi atau personalisasi, *CAD* juga dapat berfungsi sebagai *interface* bagi pelanggan. Pelanggan dapat memilih, mengkustomisasi, dan mendesain sendiri bentuk produk yang mereka inginkan langsung dengan *CAD*. Beberapa *software CAD* terkemuka seperti SolidWorks, CATIA, AutoCAD, dan 3ds Max memerlukan keahlian khusus, sehingga sulit diaplikasikan untuk kepentingan ini. Lagi pula biaya lisensinya mahal sehingga tidak terjangkau oleh usaha mikro. Sebagai contoh, 3ds Max memerlukan biaya \$1.875 atau sekitar 28 juta rupiah setahun[57].

Rhinecoros mengembangkan Rhino 7 yang juga dipakai untuk membuat model 3D [18]. *Software* ini dapat dibeli dengan harga \$ 995 atau sekitar 14 juta rupiah, namun lisensinya berlaku permanen[58]. SolidWorks memiliki skema khusus untuk *start-up* dengan menawarkan potongan harga dan gratis penggunaan selama satu tahun pertama[59]. Alternatif yang lebih ekonomis datang dari aplikasi desain gratis (*freeware*) berbasis *web* seperti TinkerCAD yang disediakan oleh Autodesk [38]. Meskipun fitur-nya terbatas, namun dapat digunakan untuk mendesain model tiga dimensi sederhana. TinkerCAD juga dapat dipadukan dengan aplikasi desain populer Canva untuk mendapatkan elemen desain yang lebih banyak[60]. Contoh *freeware* lain yang dapat digunakan misalnya Autodesk 123D, SketchUp, Onshape, 3D System Cubify, OpensCAD. Selain itu juga terdapat beberapa *open source* seperti FreeCAD, RepoCAD, dan Blender [61].

Software slicer digunakan untuk memotong model 3D menjadi lapisan-lapisan, mengatur parameter, dan mengembangkan G-code yang dapat dibaca oleh *3D printer*. *Slicer* paling populer adalah CURA yang dikembangkan oleh Ultimaker, Slic3r oleh Allensandro Ranellucci, dan Simplify3D [62].

CURA dan Slic3r tersedia gratis, sementara Simplify3D merupakan *software* komersial dengan lisensi senilai \$200 atau sekitar 3 juta rupiah. Tidak dibutuhkan spesifikasi komputer yang terlalu tinggi untuk menjalankan operasi *3D printing* kecuali bila memakai *software CAD* dengan grafis tinggi seperti SolidWorks atau CATIA. Untuk *software slicer* misalnya, CURA hanya mensyaratkan komputer dengan sistem operasi *Windows 7* atau *Windows XP Professional Edition*, 4GB RAM memory, 550 MB *hardisk space*, minimum Intel Core 2, dan Open GL 2 *graphic card* [63].

Spesifikasi tersebut juga sudah cukup untuk mendukung operasi desain *CAD* dengan *freeware*. Untuk Mac, spesifikasi yang direkomendasikan adalah Apple Mac OS X versi 10.7 atau lebih tinggi; *processor* Intel Core 2 Duo, Core i3, atau lebih tinggi; RAM 3GB; dan resolusi layar 1280x1024. Tentu saja semuanya perlu didukung dengan koneksi internet yang memadai bila memanfaatkan *software* berbasis *web* [64].

Man

Salah satu dampak penggunaan *3D printing* dalam industri adalah potensi untuk mengurangi tenaga kerja langsung [65]. Meskipun hal ini dapat dimaknai secara negatif maupun positif, dalam konteks usaha mikro yang salah keunggulan strategisnya adalah menyerap tenaga kerja [1]. Namun proses produksi dengan *3D printing* memang tidak membutuhkan jumlah tenaga kerja yang banyak, sehingga secara mikro menghemat biaya. Sebagai gantinya, orang dengan *skill* khusus justru diperlukan. Salah satu sebabnya adalah *3D printing* dapat menggabungkan beberapa pekerjaan yang sebelumnya dikerjakan secara terpisah. Contohnya *desainer* produk sekaligus berperan sebagai pelaksana produksi, karena setelah model 3D selesai, proses pembuatan telah otomatis dilakukan oleh *3D printer* yang terhubung dengan komputer.

Dengan demikian, yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang memiliki pengetahuan spesifik tentang produk dan proses, sekaligus desain dan teknologi digital [65]. Misalnya dalam aplikasi *3D printing* untuk makanan, pekerja tidak hanya memiliki pengetahuan sebagai seorang koki, tapi juga dapat memakai *software CAD* dan memahami *3D printer*. Bila model bisnis yang dikembangkan termasuk personalisasi dan kustomisasi, maka pekerja juga harus memiliki keahlian berinteraksi dengan pelanggan. Dalam usaha mikro, ini tentu saja menjadi nilai unggul. Sebuah usaha mikro yang memanfaatkan *3D printing* bahkan dapat dijalankan dengan oleh satu orang yang berperan sebagai *owner*, desainer, pemasaran, dan produksi.

Mendefinisikan jumlah tenaga kerja dan pembagian pekerjaan dalam usaha mikro yang berbasis *3D printing* memang sangat bergantung pada area aplikasi, jenis produk, dan ukuran usaha, namun ada beberapa *skill* kunci yang dapat diidentifikasi. Beberapa diantaranya adalah *men-scan* obyek, pembuatan model dengan *software* [66,67], operasi *3D printer*, penanganan produk setelah cetak, serta pengetahuan tentang bahan dan produk [68].

Money

Aplikasi *3D printing* pada usaha mikro menjadi tantangan yang menarik karena terbatasnya jumlah modal. Untungnya, *3D printer* memiliki variasi harga yang sangat luas sehingga terdapat beberapa mesin yang memiliki harga yang terjangkau oleh pelaku usaha mikro, Tabel 2 menyajikan beberapa diantaranya. Secara umum, untuk aplikasi makanan, harga printer relatif lebih tinggi dan relatif lebih sulit ditemukan di pasar dalam negeri. Untuk cinderamata dan fashion, jenis printer yang digunakan sama dan sangat beragam. Dalam kasus ini, pilihan *3D printer* sangat bergantung pada kualitas produk yang ingin dihasilkan.

Pilihan untuk menggunakan freeware, baik CAD maupun *slicer*, sangat direkomendasikan untuk usaha mikro karena sangat signifikan mengurangi biaya modal. Sedangkan untuk komputer, dengan spesifikasi yang telah disebutkan, dapat diadakan dengan biaya 3-5 juta rupiah.

Biaya material menjadi kontributor yang penting dalam operasional 3D printing. Untuk Cideramata dan fashion, filamen dan resin dapat digunakan. Tabel 3 menyajikan kisaran harga material-material tersebut. Pada aplikasi

fashion untuk perhiasan, tersedia resin khusus yang jauh lebih mahal namun dapat memberikan hasil yang berkualitas. Untuk makanan, direkomendasikan membuat campuran bahan sendiri daripada membeli *cartridge* dari pembuat 3D printer. Selain karena harganya relatif mahal, biasanya merupakan barang impor dengan waktu dan biaya pengiriman yang tinggi.

Misalnya *cartridge* coklat untuk printer Mycusini dihargai 4,13 EURO atau 67.000 rupiah per-100 gram.

Tabel 2. Harga Beberapa 3D printer

No	Aplikasi		3D printer	Material	Harga (juta-rupiah)
1	Makanan		Choc Creator V2.0 Plus	Coklat	42,8 [69]
2	Cideramata dan Fashion		Ultimaker 2	Filamen PLA, ABS, PETG, TPU, Kayu	37,1 [70]
3	Cideramata dan Fashion		Phrozen Sonic Mega 8K	Resin	32,8 [71]
4	Makanan		Wiiibox Sweetin	Coklat, pasta, selai, biskuit, permen krim	29,8 [72]
5	Cideramata dan Fashion		Dremel 3D45 DigiLab	Filamen ABS, PLA, PETG	29,8 [73]
6	Cideramata dan Fashion		MakerGear M2	Filamen TPU, PLA, ABS, PET, HIPS, HDPE, Polycarbonate, komposit	29,8 [74]
7	Makanan		Cocoa Press 3D printer	Coklat	22,3 [75]
8	Makanan		Inter-jet210C	Coklat, permen, biskuit, makaroni, kue	17,2 [76]
9	Makanan		ORD Bot Hadron	Coklat	10,4 [77]
10	Makanan		Print2Taste Mycusini	Coklat	7,7 [78]
11	Cideramata dan Fashion		Elegoo Saturn 2	Resin	7,7 [79]
12	Cideramata dan Fashion		TEVO Tornado	Filamen TPU, ABS, Carbon, PETG, PLA, PVA, kayu	4,6 [80]
13	Cideramata dan Fashion		Flashforge Adventurer 3	Filamen ABS dan PLA	4,4 [81]
14	Cideramata dan Fashion		Creality Halot-One Pro	Resin	3,6 [82]

15	Cinderamata dan Voxelab Aquila X2 Fashion	Filamen PLA, ABS, PETG	2,5 [83]
----	---	------------------------	----------

Tabel 3. Material 3D printer dan Kisaran Harganya

No	Material	Kisaran Harga (rupiah)	Kategori
1	PLA	150.000 s/d 450.000 per-kg	Filamen
2	ABS	150.000 s/d 450.000 per-kg	Filamen
3	TPU	250.000 s/d 600.000 per-kg	Filamen
4	Aplikasi umum	250.000 s/d 800.000 per-liter	Resin
5	Aplikasi perhiasan	2.000.000 s/d 3.000.000 per-liter	Resin

KESIMPULAN

Kajian pustaka dari jurnal ilmiah, buku, seperti sumber lain seperti *website* dan *e-commerce* telah dilakukan untuk memetakan kemungkinan aplikasi *3D printing* pada usaha mikro dalam perspektif 5M. Dari kajian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Method*. Terdapat tiga area aplikasi yang cocok, yaitu industri makanan, cinderamata, dan *fashion*, dimana kunci keunggulan *3D printing* dalam area tersebut adalah kebebasan desain dan kemampuan personalisasi produk.
2. *Material*. Material untuk pembuatan cinderamata dan *fashion* dapat menggunakan filamen atau resin, keduanya telah sangat mudah didapatkan dan dengan harga terjangkau untuk usaha mikro. Untuk *3D printing* makanan, secara konsep, material sangat bervariasi namun lebih sulit diperoleh. Pembuatan material secara mandiri sangat disarankan untuk usaha mikro.
3. *Machine*. Untuk menjalankan operasi *3D printing*, industri mikro paling tidak memerlukan beberapa peralatan, antara lain *3D printer*, komputer, *software CAD*, dan *software slicer*. Saat ini mesin *3D printer* dapat diperoleh dengan relative

mudah dengan pilihan kualitas yang beragam.

4. *Man*. Tidak diperlukan banyak pekerja untuk menjalankan operasional *3D printing*, namun pengetahuan dan keterampilan dalam teknologi digital menjadi syarat utamanya.
5. *Money*. Kegiatan usaha dengan *3D printing* dapat dijalankan dengan modal awal kurang dari 50 juta rupiah yang sesuai dengan usaha mikro. Komponen modal paling besar adalah mesin *3D printing*. Pelaku usaha mikro dapat menggunakan *freeware* untuk *CAD* dan *slicer* sehingga tidak dibutuhkan modal tambahan.

Dengan demikian, setelah kajian dalam perspektif 5M, dapat disimpulkan bahwa pelaku usaha mikro dapat menggunakan teknologi *3D printing* sebagai basis usahanya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sarfiah SN, Atmaja HE, Verawati DM. UMKM Sebagai Pilar Membangun Ekonomi Bangsa. *Jurnal REP (Riset Ekonomi Pembangunan)* 2019;4:137–46.
- [2] Pemerintah Republik Indonesia. Undang-Undang (UU) Nomor 20 Tahun 2008 tentang Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah. 2008.
- [3] Ridwan Zaelani I. Peningkatan Daya Saing UMKM Indonesia: Tantangan dan Peluang Pengembangan IPTEK 2019;3.
- [4] Kruth JP, Leu MC, Nakagawa T. Progress in Additive Manufacturing and Rapid Prototyping. *CIRP Annals* 1998;47:525–40.
- [5] Ngo TD, Kashani A, Imbalzano G, Nguyen KTQ, Hui D. Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. *Compos B Eng* 2018;143:172–96.
- [6] Shahrubudin N, Lee TC, Ramlan R. An Overview on 3D printing Technology: Technological, Materials, and

- Applications. *Procedia Manuf* 2019;35:1286–96..
- [7] Kalender M, Kilic SE, Ersoy S, Bozkurt Y, Salman S. Additive manufacturing and 3D printer technology in aerospace industry. *Proceedings of 9th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, RAST 2019* 2019;689–95.
- [8] Canessa E, Fonda C, Zennaro M, Deadline N. Low-cost 3D printing for science, education and sustainable development. *Low-Cost 3D printing* 2013;11.
- [9] Schiller GJ. Additive manufacturing for Aerospace. *IEEE Aerospace Conference Proceedings 2015*;2015-June.
- [10] Kildegaard H, Olsen A, Gabrielsen G, Møller P, Thybo AK. A method to measure the effect of food appearance factors on children's visual preferences. *Food Qual Prefer* 2011;22:763–71.
- [11] Mielby LH, Kildegaard H, Gabrielsen G, Edelenbos M, Thybo AK. Adolescent and adult visual preferences for pictures of fruit and vegetable mixes – Effect of complexity. *Food Qual Prefer* 2012;26:188–95.
- [12] Küster-Boluda I, Vila N. Can Health Perceptions, Credibility, and Physical Appearance of Low-Fat Foods Stimulate Buying Intentions? *Foods* 2020, Vol 9, Page 866 2020;9:866.
- [13] Lanaro M, Forrestal DP, Scheurer S, Slinger DJ, Liao S, Powell SK, et al. 3D printing complex chocolate objects: Platform design, optimization and evaluation. *J Food Eng* 2017;215:13–22.
- [14] Natural Machines Natural Machines n.d. <https://www.naturalmachines.com/dish-gallery> (accessed May 17, 2023).
- [15] Byte Bites n.d. <https://byte-bites.com/#message> (accessed April 18, 2023).
- [16] [3D printing Cafes Serve Coffee With a Side of Technology - Eater n.d. <https://www.eater.com/2015/6/25/8845279/3d-printing-cafes-coffee-shops-london-tokyo> (accessed April 18, 2023).
- [17] [Anastasiadou C, Vettese S. “From souvenirs to 3D printed souvenirs”. Exploring the capabilities of additive manufacturing technologies in (re)-framing tourist souvenirs. *Tour Manag* 2019;71:428–42.
- [18] Du Y. The Promotion of Intangible Cultural Heritage Tourism Creative Products' Development Through 3D printing Technology 2020:354–7..
- [19] The Best 3D Printed Gift Ideas of 2023 | All3DP n.d. <https://all3dp.com/2/3d-printed-gifts-great-3d-printed-gift-ideas/> (accessed April 26, 2023).
- [20] Kim S, Seong H, Her Y, Chun J. A study of the development and improvement of fashion products using a FDM type 3D printer. *Fashion and Textiles* 2019;6:1–24.
- [21] 3D printed clothes in 2023: What are the best projects? n.d. <https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/applications-of-3d-printing/3d-printed-clothes/> (accessed April 28, 2023).
- [22] 3D Printed Fashion: The Top Designs - 3Dnatives n.d. <https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-fashion-designs150620174/> (accessed April 28, 2023).
- [23] Jeong J, Park H, Lee Y, Kang J, Chun J. Developing parametric design fashion products using 3D printing technology. *Fashion and Textiles* 2021;8:1–25.
- [24] Valtas A, Sun D. 3D printing for garments production: An exploratory study. *Journal of Fashion Technology & Textile Engineering* 2016;4:1–4.
- [25] Chan I, Au J, Ho C, Lam J. Creation of 3D printed fashion prototype with multi-coloured texture: a practice-based approach. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education* 2020;14:78–90.
- [26] With 3-D Printing, the Shoe Really Fits n.d. https://sloanreview.mit.edu/article/with-3-d-printing-the-shoe-really-fits/?utm_source=twitter&utm_medium=social&utm_campaign=sm-direct (accessed May 3, 2023).
- [27] 3D printing in Fashion: How Are 3D printers Used In The Fashion Industry? | OpenGrowth n.d. <https://www.opengrowth.com/resources/threedimensional-printing-in-fashion-how->

- are-3d-printers-used-in-the-fashion-industry (accessed May 4, 2023).
- [28] Pasricha A, Greeninger R. Exploration of 3D printing to create zero-waste sustainable fashion notions and jewelry. *Fashion and Textiles* 2018;5:1–18.
- [29] PERSONALIZE IT BOWTIE n.d. <https://www.viptie3d.com/personalize-it-bowtie.html> (accessed May 8, 2023).
- [30] Sedhom R V. 3D printing and Its Effect on the Fashion Industry: It's More than Just about Intellectual Property. *Santa Clara Law Rev* 2015;55.
- [31] Tan C, Toh WY, Wong G, Li L. Extrusion-based 3D food printing – Materials and machines. *Int J Bioprint* 2018;4.
- [32] Li G, Hu L, Liu J, Huang J, Yuan C, Takaki K, et al. A review on 3D printable food materials: types and development trends. *Int J Food Sci Technol* 2022;57:164–72.
- [33] FAQ's – Cocoa Press n.d. <https://cocoapress.com/pages/faqs> (accessed April 18, 2023).
- [34] Liu C, Ho C, Wang J. The development of 3D food printer for printing fibrous meat materials. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng* 2018;284:012019.
- [35] Lille M, Nurmela A, Nordlund E, Metsä-Kortelainen S, Sozer N. Applicability of protein and fiber-rich food materials in extrusion-based 3D printing. *J Food Eng* 2018;220:20–7.
- [36] Derossi A, Caporizzi R, Azzollini D, Severini C. Application of 3D printing for customized food. A case on the development of a fruit-based snack for children. *J Food Eng* 2018;220:65–75.
- [37] Yang F, Zhang M, Bhandari B, Liu Y. Investigation on lemon juice gel as food material for 3D printing and optimization of printing parameters. *LWT* 2018;87:67–76.
- [38] Severini C, Derossi A, Ricci I, Caporizzi R, Fiore A. Printing a blend of fruit and vegetables. New advances on critical variables and shelf life of 3D edible objects. *J Food Eng* 2018;220:89–100.
- [39] Chuanxing F, Qi W, Hui L, Quancheng Z, Wang M. Effects of Pea Protein on the Properties of Potato Starch-Based 3D printing Materials. *International Journal of Food Engineering* 2018;14.
- [40] Ji S, Xu T, Liu Y, Li H, Luo J, Zou Y, et al. Investigation of the mechanism of casein protein to enhance 3D printing accuracy of cassava starch gel. *Carbohydr Polym* 2022;295:119827.
- [41] Rahman JMH, Shiblee MNI, Ahmed K, Khosla A, Kawakami M, Furukawa H. Rheological and mechanical properties of edible gel materials for 3D food printing technology. *Heliyon* 2020;6:e05859.
- [42] Derossi A, Caporizzi R, Azzollini D, Severini C. Application of 3D printing for customized food. A case on the development of a fruit-based snack for children. *J Food Eng* 2018;220:65–75.
- [43] Xiao YQ, Kan CW. Review on Development and Application of 3D-Printing Technology in Textile and Fashion Design. *Coatings* 2022, Vol 12, Page 267 2022;12:267.
- [44] Shinde AA, Patil RD, Dandekar AR, Dhawale NM. 3D printing Technology, Material Used For Printing and its Applications. *International Journal of Scientific & Engineering Research (IJSER)* 2020;2229-5518
- [45] Korium MS, Roozbahani H, Alizadeh M, Perepelkina S, Handroos H. Direct Metal Laser Sintering of Precious Metals for Jewelry Applications: Process Parameter Selection and Microstructure Analysis. *IEEE Access* 2021;9:126530–40..
- [46] Tümer EH, Erbil HY. Extrusion-Based 3D printing Applications of PLA Composites: A Review. *Coatings* 2021, Vol 11, Page 390 2021;11:390.
- [47] Arockiam AJ, Subramanian K, Padmanabhan RG, Selvaraj R, Bagal DK, Rajesh S. A review on PLA with different fillers used as a filament in 3D printing. *Mater Today Proc* 2022;50:2057–64.
- [48] PLA Standard filament n.d. <http://www.aneka3d.com/3d-printer-filaments/9-pla-standard.html> (accessed May 16, 2023).
- [49] 3D Resin n.d. <https://www.3dfilament.co.id/3d-resin> (accessed May 16, 2023).

- [50] Vanderploeg A, Lee SE, Mamp M. The application of 3D printing technology in the fashion industry. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education* 2016;10:170–9.
- [51] Mohamed OA, Masood SH, Bhowmik JL. Optimization of fused deposition modeling process parameters: a review of current research and future prospects. *Adv Manuf* 2015;3:42–53.
- [52] Huang J, Qin Q, Wang J. A Review of Stereolithography: Processes and Systems. *Processes* 2020, Vol 8, Page 1138 2020;8:1138.
- [53] Jual Printer 3D Anet A8 plus easy install ukuran besar | Shopee Indonesia n.d. <https://shopee.co.id/product/10900187/7705400210> (accessed May 17, 2023).
- [54] 3D printer n.d. <https://www.3dfilament.co.id/3d-printer> (accessed May 17, 2023).
- [55] Guo CF, Zhang M, Bhandari B. A comparative study between syringe-based and screw-based 3D food printers by computational simulation. *Comput Electron Agric* 2019;162:397–404.
- [56] Pulatsu E, Su JW, Lin J, Lin M. Factors affecting 3D printing and post-processing capacity of cookie dough. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 2020;61:102316.
- [57] 3ds Max Software | Get Prices & Buy Official 3ds Max 2024 | Autodesk n.d. <https://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=3DSMAX> (accessed May 17, 2023).
- [58] Rhino - Buy - Rhinoceros n.d. <https://www.rhino3d.com/en/sales/asia/Indonesia/> (accessed May 17, 2023).
- [59] Free CAD for Entrepreneurs & Startups | SOLIDWORKS n.d. <https://www.solidworks.com/solution/company-type/entrepreneurs-startups> (accessed May 17, 2023).
- [60] (4) Easy 3D printing with Canva! - YouTube n.d. <https://www.youtube.com/watch?v=2wvU9RlTkKs&t=157s> (accessed May 17, 2023).
- [61] Junk S, Kuen C. Review of Open Source and Freeware CAD Systems for Use with 3D-Printing. *Procedia CIRP* 2016;50:430–5.
- [62] Aumeunier M, Ealet A, Prieto E, - al, Alexander KM, Pinter C, et al. Comparing the accuracy of 3D slicer software in printed enduse parts. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng* 2019;659:012082.
- [63] What are the system requirements for Ultimaker Cura? n.d. https://support.makerbot.com/s/article/1667410778209?_gl=1*j0eygt*_ga*MTcwMTk2MDk5NC4xNjc5OTYyODIx*_ga_JHX8W909G8*MTY4NDI5NzY2OS4zLjEuMTY4NDI5ODUwMi40OC4wLjA.*_ga_CJM2DTBWYF*MTY4NDI5NzY2OS4zLjEuMTY4NDI5ODUwMi40OC4wLjA. (accessed May 17, 2023).
- [64] York N, San C, Athens F, Madrid L. Lydia Sloan Cline 3D printing with Autodesk 123D®, TinkerCAD®, and MakerBot® 2015.
- [65] Hossain MA, Zhumabekova A, Paul SC, Kim JR. A Review of 3D printing in Construction and its Impact on the Labor Market. *Sustainability* 2020, Vol 12, Page 8492 2020;12:8492.
- [66] Prashar G, Vasudev H, Bhuddhi D. Additive manufacturing: expanding 3D printing horizon in industry 4.0. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing* 2022;1–15. <https://doi.org/10.1007/S12008-022-00956-4/FIGURES/9>.
- [67] Choi H, Yu M. A Study on Educational Utilization of 3D printing: Creative Design Model-based Class. *Journal of The Korean Association of Information Education* 2015;19:167–74.
- [68] What Are the Essential Skills for a Career in 3D printing? - 3D Insider n.d. <https://3dinsider.com/3d-printing-career/> (accessed May 17, 2023).
- [69] Choc Edge Choc Creator V2.0 Plus review - Professional 3D printer n.d. <https://www.aniiwaa.com/product/3d-printers/choc-edge-choc-creator-2-0-plus/> (accessed May 19, 2023).
- [70] Ultimaker 2+ Connect: Specs, Price, Release & Reviews | All3DP n.d.

- <https://all3dp.com/1/ultimaker-2-plus-connect-review-3d-printer-specs/> (accessed April 27, 2023).
- [71] Phrozen Sonic Mega 8K Large High Resolution Resin 3D printer -please r | Phrozen Technology: Resin 3D printer Manufacturer n.d. <https://phrozen3d.com/products/phrozen-sonic-mega-8k-3d-printer> (accessed May 19, 2023).
- [72] The Best Food 3D printers of 2023 | All3DP Pro n.d. <https://all3dp.com/1/best-3d-food-printer/> (accessed May 19, 2023).
- [73] Amazon.com: Dremel DigiLab 3D45-01 3D printer with Filament n.d. <https://www.amazon.com/Dremel-DigiLab-3D45-01-Printer-Filament/dp/B073MRVXN5> (accessed May 19, 2023).
- [74] MakerGear M2 3D printer - MakerGearTM n.d. <https://makergear.com/products/m2> (accessed May 19, 2023).
- [75] Reserve your Cocoa Press 3D chocolate printer DIY kit n.d. <https://cocoapress.com/products/cocoa-press-3d-chocolate-printer-diy-kit> (accessed April 18, 2023).
- [76] Edible 3d Cake A4 Size Printer & Macaron Food Grade Printer Machine n.d. https://www.alibaba.com/product-detail/Edible-3D-Cake-A4-size-Printer_60720555906.html?spm=a2700.pc_cps_detail.0.0.66a513a0UXDKUg (accessed May 19, 2023).
- [77] 3D printers for sale: ORD Bot Hadron 3D printer Kits with RAMPS Pre-Assembled Kit and others n.d. <https://www.automationtechnologiesinc.com/products-page/3d-printer/ord-bot-hadron-3d-printer-kits> (accessed April 18, 2023).
- [78] mycusini® 2.0 3D Schokodrucker - inkl 3D Choco und über 1.000 3D Vorlagen n.d. <https://mycusini.com/collections/3d-drucker/products/mycusini-2-0-3d-schokodrucker> (accessed May 19, 2023).
- [79] ELEGOO Saturn 2 Resin 3D printer with 10" 8K Mono LCD – ELEGOO Official n.d. <https://www.elegoo.com/products/elegoo-saturn-2-8k-10-inches-mono-lcd-3d-printer> (accessed May 19, 2023).
- [80] Homers/TEVO Tornado 3D printer – TEVOUP n.d. <https://tevoup.com/products/homers-tevo-tornado-3d-printer> (accessed May 19, 2023).
- [81] Adventurer 3 3D printer for Education Needs Kids Intelligent Development Partner | Flashforgeshop n.d. <https://www.flashforgeshop.com/product/flashforge-adventurer-3-3d-printer?CID=31> (accessed May 19, 2023).
- [82] HALOT-ONE PRO Resin 3D printer n.d. https://store.creality.com/products/halot-one-pro-resin-3d-printer?official-website-product-halot-top=&spm=..product_cdb21df8-fd05-41f8-8820-9e1bf8aae386.nav_link_store_1.1 (accessed May 19, 2023).
- [83] Voxelab Aquila X2 Great Introduction FFF 3D printer - Voxelab3dp n.d. <https://www.voxelab3dp.com/product/aquila-x2-fdm-3d-printer?CID=31> (accessed May 19, 2023).