

BAB 2

SOROTAN LITERATUR

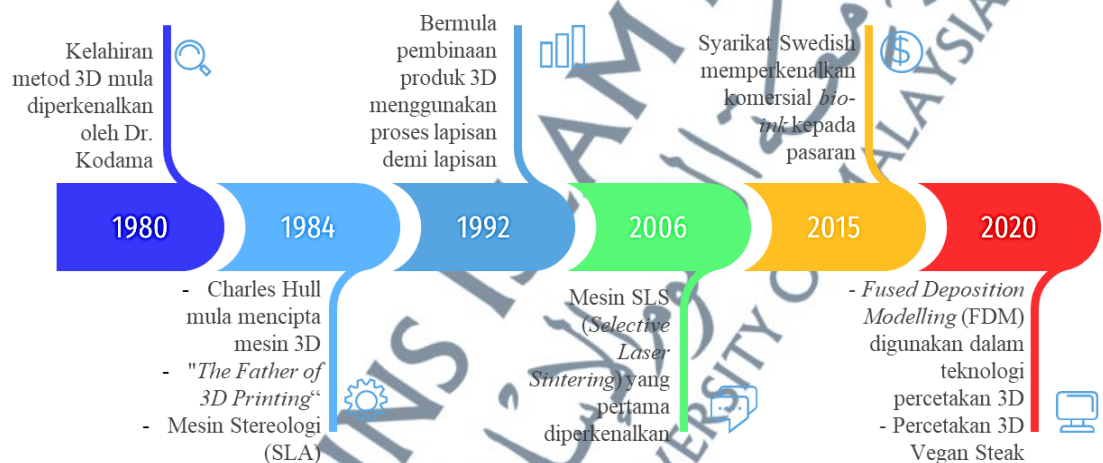
2.1 Pengenalan

Setelah mengenal pasti semua perkara penting di dalam bab 1, kajian literatur akan dijalankan untuk memastikan langkah seterusnya dapat dilaksanakan dengan lancar melalui pengenalpastian lompang-lompang yang ingin diisi oleh pengkaji. Bab ini menerangkan dapatan beberapa kajian lepas yang berkaitan dengan tiga topik yang merangkumi keseluruhan teori penyelidikan ini. Kajian literatur telah dibahagikan kepada tiga segmen iaitu; teori awal percetakan 3D, konsep forensik halal dan literatur sedia ada mengenai rangka peraturan atau undang-undang untuk produk makanan keluaran teknologi 3DBP.

2.2 Teori Awal Percetakan 3D dan Pengkomersialan Inovasi 3D

Terdapat banyak inovasi baharu daripada bidang sains dan teknologi, termasuk teknologi percetakan tiga dimensi (3D) pada masa kini. Teknologi 3D memberi impak yang bermanfaat ke atas manusia kerana ia digunakan sebagai satu jalan penyelesaian yang berorientasikan keperibadian (*individualization*) seperti kemudahan dan kesihatan seseorang. Singh dan Raghav (2018) menyatakan bahawa, faktor ini menyumbang kepada kecanggihan geometri sekali gus memberikan kebaikan serta dapat membezakannya daripada kaedah pembangunan produk secara tradisional. Menurut Noorani (2017) pula, cetakan yang pelbagai bentuk dapat dihasilkan dengan menggunakan medium sumber data elektronik. Contohnya, *Additive Manufacturing*

File digunakan untuk menghasilkan model dengan bantuan penggunaan teknologi komputer melalui *Computer-Aided Design* (CAD), medan pengimbas 3D ataupun *digicam* serta perisian fotogrametri. Teknologi percetakan 3D telah diaplikasikan merentasi pelbagai bidang seperti makanan, perubatan, automotif, fesyen, aeroangkasa dan sebagainya lagi. Kajian ini akan menekankan teknologi percetakan 3D di dalam bidang makanan.



Rajah 1 : Sejarah Percetakan 3D

Rajah di atas menunjukkan ringkasan sejarah perkembangan teknologi percetakan 3D. *American Society of Mechanical Engineers* (2016), menyatakan bahawa sejarah permulaan kaedah 3D ini diperkenalkan pada awal tahun 1980 oleh Hideo Kodama. Beliau merupakan orang terawal yang mencipta paten pertama bagi teknologi *rapid prototyping* dan berjaya membina satu proses untuk mencipta bahagian plastik 3D menggunakan polimer pengerasan foto dengan pendedahan UV. Kemudian ia dianggap sebagai salah satu teknologi yang sangat sesuai untuk pembangunan masa hadapan dengan kebarangkalian yang besar digunakan secara praktikal atau pembuatan reka bentuk estetik. Percetakan 3D ini telah diaplikasikan begitu luas dalam pelbagai bidang,

antaranya di dalam bidang sains pemakanan. Teknologi ini telah menarik perhatian pengkaji untuk melaksanakan penyelidikan di dalam bidang berkaitan. Hal ini disokong oleh kajian yang telah dilaksanakan oleh Dick *et al.* (2019), beliau menerangkan produk daging 3DBP dilihat mempunyai potensi masa hadapan yang tinggi manfaatnya dalam industri makanan. Hal ini kerana ia bukan hanya mampu meningkatkan nilai komersial sesuatu industri itu sahaja, bahkan ia dibangunkan untuk membantu meningkatkan nilai nutrisi dan mutu makanan 3DBP tersebut demi memastikan keperluan utama manusia tercapai.

Kajian Hod Lipson (2013) menjelaskan sejarah percetakan 3D kemudiannya semakin mula berkembang pada awal 1984 apabila Charles Hull iaitu bapa kepada dunia percetakan 3D ataupun yang lebih dikenali sebagai "*The Father of 3D Printing*" mencipta mesin yang membolehkan pengguna menguji reka bentuk, iaitu mesin Stereolithography (SLA). Kemudian pada tahun 1922, beliau membangunkan kaedah lain yang menggunakan prinsip lapisan demi lapisan. Pembinaan objek 3D dicetak dengan mengaplikasikan proses tersebut. Mesin pencetak menggunakan kelikatan dan cecair berwarna madu (*viscosity and honey colored liquid*) yang dikenali sebagai fotopolimer pemejalan laser ultraviolet (UV) untuk membentuk bahan tiga dimensi melalui proses *layer by layer*.

Pada tahun 2006, mesin SLS (*Selective Laser Sintering*) yang pertama telah diperkenalkan. Mesin ini menggunakan laser untuk menggabungkan bahan menjadi produk yang berbentuk 3D. Ia kemudiannya membawa kepada pembangunan dalam menghasilkan bahan yang bersifat multivariat. Setelah beberapa tahun teknologi ini berkembang luas, kelemahan yang muncul pada pembangunan 3D telah diselesaikan

dan menjadikan teknologi penghasilan produk ini lebih pantas dan mudah diaplikasikan melalui alternatif sistem konvensional.

Seterusnya Aysha (2020) mendapati bahwa pada tahun 2015, Syarikat Swedish telah memperkenalkan komersial bio-dakwat (*bio-ink*) ke dalam pasaran. Bio-dakwat digunakan sebagai bahan untuk mencetak produk berbentuk 3DBP tersebut. Aleph Farms baru-baru ini telah menghasilkan sistem yang mampu meniru proses penjaan semula otot dalam badan haiwan. Sistem ini telah menggunakan sel lembu dan mampu mempunyai kemiripan sama seperti rasa, tekstur dan rupa daging yang asli. Pendekatan inovatif mereka termasuk menggabungkan sel-sel seperti sel lemak, gentian otot, dan sel darah. Sel-sel tersebut dijadikan sebagai bio-dakwat yang akan digunakan dalam proses cetakan-bio tiga dimensi (3DBP). Keupayaan percetakan makanan 3DBP ini mampu menyediakan makanan yang sesuai untuk individu yang khusus. Ia disokong oleh kajian Kathy Holliman (2015), yang menyatakan bahawa teknologi ini berupaya menyediakan keperluan pemakanan untuk pesakit tua, ibu mengandung, atlet, penghidap diabetes dan sebagainya.

Seterusnya, pada tahun 2020, menurut Lizzie Thomson (2020), model FDM telah digunakan dalam teknologi percetakan 3D. Kemudian, model tersebut telah berjaya menghasilkan percetakan pertama daging 3D iaitu *vegan steak* dan ia berasaskan daripada tumbuh-tumbuhan, mempunyai kandungan protein yang tinggi dan bebas kolesterol. *Fused Deposition Modeling* (FDM) merupakan teknologi percetakan 3D yang paling lazim digunakan semenjak 2020 (Amanda & Subhi J.Al'Aref, 2018). Reka bentuk pertama ialah Virtuoso Mixer, yang memantau nombor, bentuk, sumber, mengadun dan mencampurkan bahan yang berbeza-beza. Kedua, Digital Fabricator ialah sejenis mesin dengan gabungan model dan bahan masakan, kemudian menjadi

satu jenis objek yang unik dengan dimensi tertentu. Konsep ini melibatkan bekas makanan yang disejukkan, kepala pencetak tiga paksi pada permukaan cetakan, dan ruang pemrosesan fabrikasi. Ketiga, Chef Robotik mengubah produk semasa kepada corak moden yang merangkumi rasa dan bentuk yang lebih baik. Ia terdiri daripada dua lengan robot dengan lima darjah pergerakan serta instrumen untuk melakukan transformasi seperti penggerudian, pemotongan, pendedaran, memasak dan pensinteran (*sintering*) (Amanda & Subhi J. Al'Aref, 2018).

Daging 3DBP adalah daging yang dicetak melalui mesin pencetak 3D dengan menggunakan bahan yang berbentuk bio-dakwat (*bio-ink*) dan mampu menghasilkan ribuan unit daging dalam masa yang singkat. Daging 3DBP ini mempunyai kualiti, rasa dan tekstur yang sama dengan daging yang asli (Mohyedin, 2021). Terdapat tiga teknik untuk menghasilkan daging kultur dan teknik percetakan 3D adalah salah satu daripadanya (Mohammad Naqib Hamdan & Mohd Anuar Ramli, 2019). Secara umum, daging kultur adalah daging yang dihasilkan di luar badan haiwan dengan menggunakan teknik pengkulturan, sama ada melalui pengkulturan sel induk, sel stem atau tisu yang diambil daripada haiwan (Salleh, 2023). Terdapat banyak istilah daging kultur yang telah digunakan antaranya *cultured beef*, *lab meat*, *in-vitro meat*, *artificial meat*, *lab-grown meat*, *cultured meat* dan *lab meat*. Dalam bahasa arab pula istilah seperti *al-lahm al-anabib*, *al-lahm al-ma'mali* dan *al-lahm al-istina'iy*. Seperti mana yang telah disimpulkan oleh Salleh, M. M. M (2023), permulaan sejarah teretusnya idea daging kultur ini adalah sejak tahun 1932 iaitu gabungan terbitan idea dan ramalan daripada Winston Churchill, Fredick Edwin Smith dan Alexis Carrel. Alexis Carrel seorang saintis telah berjaya membiakkan sel jantung ayam secara *ex vivo*. Kemudian pada tahun 1943, daging kultur ini adalah gambaran daripada seorang penulis dalam novelnya yang bertajuk *Ravage*. Beliau membayangkan sedang menjual daging kultur ini di sebuah

restoran. Seterusnya tahun di mana bermulanya perkembangan ilmu sains pemakanan pada tahun 1999, Willem Van Eelen telah memohon dan mendapat paten pertama tentang konsep pemrosesan daging kultur. Tiga tahun selepas itu, sekumpulan saintis yang diketuai oleh Benjaminson telah berjaya mengkultur tisu otot ikan emas dalam bekas petri. Pada tahun 2013, semakin bermulanya lonjakan kemajuan teknologi ini. Mark Post telah berjaya menghasilkan daging burger lembu kultur pada tahun tersebut yang berharga USD 330,000 dengan berat sebanyak 85 gram dalam tempoh masa 3 bulan. Seterunya tahun 2020 Negara Singapura telah mengorak langkah dengan memperkenalkan daging nuget ayam kultur pertama di dunia.

Bidang pemrosesan daging menggunakan teknik 3DBP ini telah diperkenalkan oleh Gabor Forgacs pada tahun 2011 (Lu, 2017). Bio-dakwat yang digunakan untuk proses percetakan daging cetakan-bio tiga dimensi (3DBP) tersebut adalah bahan yang bersumberkan sama ada daripada asas tumbuh-tumbuhan atau sel kultur haiwan. Sel tersebut diambil daripada sel induk daging atau sel stem melalui proses *biospy*. Sel-sel tersebut sama ada sel lemak, sel otot atau sel darah akan dibiakkan terlebih dahulu di dalam medium kultur yang bersesuaian sebagai bahan untuk membiakkan daging tiruan itu tumbuh.

Produk daging teknologi 3DBP ini telah dipelopori oleh syarikat yang terletak di Israel. Antaranya adalah Redefine Meat yang merupakan sebuah syarikat Israel yang berpangkalan di Rehovot, telah melancarkan peranti '*Alt-Steak*' dan telah berjaya mereplikasi tekstur, rasa dan rupa sama seperti daging yang asli. *Alt-Steak* menggunakan bahan daripada protein soya, kacang, lemak kelapa dan minyak bunga matahari. Selain itu, MeaTech juga merupakan salah satu syarikat lain yang berlumba mencetak daging 3DBP pada skala yang memfokuskan pada perindustrian. Syarikat

MeaTech berusaha untuk menghasilkan produk dalam tempoh yang pantas dan membina satu unit produk untuk setiap beberapa saat. Menurut Ketua Pegawai Eksekutif dan pengasas bersama mereka, Sharon Fima menyatakan bahawa "Kami menyasarkan untuk menunjukkan bahawa daging 3DBP boleh dicetak secara skala besar dalam industri" (Aysha M., 2020).

Kesimpulannya, teknologi makanan percetakan 3DBP mempunyai tahap perkembangan dan pertumbuhan yang baik, banyak kesan yang bermanfaat dan kebarangkalian tinggi untuk dikomersialkan secara meluas bagi menangani masalah kekurangan bekalan makanan halal global. Hal ini disokong oleh kajian Tran (2018) yang merumuskan bahawa teknologi 3DBP ini dapat menyelesaikan masalah kekurangan makanan terutamanya angkasawan dan pasukan tentera lalu, Persoalan di sini ialah, adakah produk daging 3DBP dapat bertahan selama jangka masa panjang serta kualitinya terjamin tanpa kewujudan piawai serta perundangan halal? Persoalan ini telah menekankan pengkaji untuk membuat penyelidikan yang berkaitan kerana masih tiada lagi kajian berkenaannya. Ia juga bertujuan untuk menjamin keselamatan dan status *halalan toyyiban* produk daging 3DBP yang akan dihasilkan sebagai bekalan makanan halal global satu hari nanti.

2.3 Konsep Forensik Halal

Mohd Sukri Hassan (2018) menyatakan bahawa konsep forensik halal adalah gabungan beberapa elemen dan pemeriksaan makmal terhadap sesuatu item atau produk untuk menilai kegunaannya. Menurut Baharuddin *et al.* (2015) dan Razak *et al.* (2019) pula, forensik halal serta sains forensik ini telah digunakan dalam pelbagai penyelidikan produk halal.

Sebelum ini, kekhuatiran berkenaan status halal ke atas sesetengah makanan hanya dapat ditangani dengan mengenal pasti penggunaan bahan mentah yang mencurigakan seperti gelatin untuk pemprosesan kapsul atau penambahan sebarang bahan tambahan makanan, bahan dan penyimpanan semasa pembuatan, keadaan semasa pengangkutan dan penghantaran makanan serta isu di dalam fasa pengeluaran. Kajian Razali *et al.* (2015) pula mengemukakan perkara penting yang lain tentang pencaknaan produk halal ialah penggunaan logo halal itu sendiri kerana terdapat kebarangkalian besar terhadap penggunaan logo palsu oleh pihak pengeluar. Walaubagaimanapun, pengkaji berpendapat bahawa langkah-langkah tersebut tidak mencukupi untuk memastikan sesuatu produk menepati prinsip halal ataupun sebaliknya. Oleh itu, konsep forensik halal sangat sesuai untuk dijadikan sebagai asas penentuan halal sesuatu produk kerana ia meliputi perspektif yang sangat luas.

Pada permulaannya, bidang forensik halal telah dibincangkan secara umum oleh Yaakob Che Man pada tahun 2008 bersama kumpulan penyelidikannya di dalam elemen sains halal dan syariah. Mereka telah banyak mengkaji berkaitan dengan penggunaan sains dan teknologi sebagai alat untuk mengesan sebarang ramuan haram dan jenayah dalam pengeluaran produk makanan (Nurull, 2012; Ali, Kashif, *et al.*, 2012). Kemudian konsep forensik halal telah dihuraikan oleh Mohd Sukri Hassan (2018) secara lebih terperinci. Ia mengandungi beberapa elemen iaitu perundangan Islam (hukum syariah), standard halal dan akta, sains halal atau analisis halal serta pengurusan halal. Kemudian kajian Razak *et al.* (2019), telah mengubahsuai skema dengan menambahkan satu lagi elemen iaitu implikasi kesihatan di bawah konsep forensik halal. Hal ini demikian kerana elemen tersebut juga sangat penting untuk memastikan sesuatu produk itu halal dengan memberi kesan kesihatan yang baik untuk jangka masa pendek dan panjang kepada pengguna. Perundangan Islam merupakan elemen pertama yang ditemui dalam

model forensik halal. Ia merupakan asas hukum syariah yang menjelaskan secara terperinci tentang perkara yang dibenarkan dan perkara yang dilarang dalam setiap aspek kehidupan manusia. Isu-isu yang timbul pada masa kini memerlukan penjelasan yang lebih terperinci berdasarkan sumber-sumber perundangan Islam, dari perspektif Al-Qur'an, Hadis dan fatwa (Mohd Sukri Hassan, 2018). Elemen kedua dalam konsep ini ialah standard halal dan akta. Aspek halal telah ditakrifkan dengan jelas di dalam Akta Perihal Dagangan 1972 dan menjadi asas kepada makanan-makanan dan barangan halal yang digunakan oleh umat Islam di Malaysia. Mana-mana makanan atau barangan halal mesti memenuhi keperluan yang telah dinyatakan mengikut peraturan ini. Sains halal adalah elemen ketiga dalam konsep forensik halal (HFC).

Menurut Baharuddin *et al.* (2015), Mohd Sukri Hassan (2018) dan Razak *et al.* (2019) aspek sains halal atau analisis halal ini dikaitkan dengan analisis untuk membuktikan status halal tanpa sebarang kehadiran bahan yang mencurigakan dalam makanan. Penggunaan teknologi untuk mengesan dan mengenal pasti bahan adalah sangat penting untuk memastikan bahawa makanan atau barangan yang diambil oleh orang ramai dipercayai dan disahkan sepenuhnya oleh pihak berkuasa. Aspek keempat yang diberi perhatian dalam konsep forensik halal ialah pengurusan halal. Aspek ini memainkan peranan penting dalam menentukan produk yang dikilangkan telah memenuhi semua keperluan halal bermula dari sumber makanan sehingga diedarkan kepada pelanggan. Jika mana-mana prosedur semasa pemprosesan didapati tidak mengikut peraturan produk halal, maka produk yang telah dikilangkan itu akan diperiksa dan status halal barang tersebut boleh ditarik balik serta barang tersebut boleh disita dan diharamkan (Mohd Sukri Hassan, 2018). Razak *et al.* (2019) dan Baharuddin *et al.* (2019) telah menambahkan elemen kelima iaitu implikasi kesihatan. Aspek ini melibatkan keselamatan makanan dan kebaikan kepada kesihatan manusia yang boleh

dibahagikan kepada tiga kategori, iaitu kesihatan fizikal, kesihatan mental dan kesan kesihatan kepada rohani. Ketiga-tiga jenis kesihatan manusia tersebut diperincikan kepada kesan jangka panjang dan jangka pendek penggunaannya terhadap manusia. Kebanyakan produk makanan dan barangan boleh mendedahkan pengguna kepada banyak risiko kesihatan jika tersalah pengambilannya. Jadi, peranan elemen kesihatan dalam model ini ialah untuk membantu mengembangkan pengetahuan berkenaan keselamatan dan mengelakkan risiko pengambilan makanan yang sembarangan.

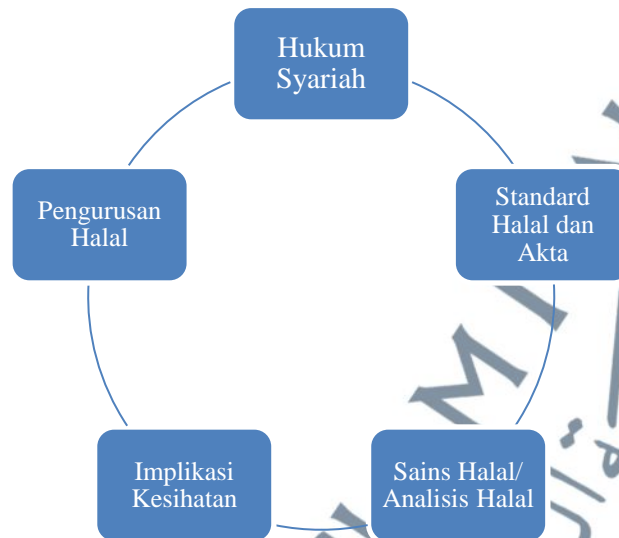
Antara literatur yang telah dilakukan dalam bidang forensik halal terutamanya di dalam elemen forensik sains halal termasuklah kajian yang telah dijalankan oleh Murugaiah *et al.* (2009). Mereka telah membuat kajian menggunakan kaedah PCR-*Restriction Fragment Length Polymorphism* (RFLP) dalam gen mitokondria yang dikhususkan untuk daging lembu (*Bos taurus*), daging babi (*Sus scrofa*), kerbau (*Bubalus bubali*), puyuh (*Coturnix coturnix*), ayam (*Gallus gallus*), kambing (*Capra hircus*), dan arnab (*Oryctolagus cuniculus*). Dapatan kajian dapat mengenal pasti jenis spesies daging serta membuat pengesanan status halal. Selain itu, Ali *et al.* (2012) turut membuat kajian secara meluas tentang kaedah yang sedia ada serta potensi ujian untuk menilai pemalsuan daging babi dalam bebola daging menggunakan TaqMan siasatan tindak balas rantaian real-time polymerase yang telah dibangunkan. Ia menunjukkan ujian ini boleh menentukan 100–0.01% pencemaran daging babi dengan kecekapan PCR sebanyak 102%. Pengesanan bahan yang berasal dari haiwan dalam makanan adalah wajib dari segi pandangan Islam. Pengesanan komponen tersebut mampu membantu dalam mencegah perdagangan yang tidak adil dan melindungi kepercayaan pengguna.

Seterusnya, Mahama *et al.* (2020) mendapati bahawa ujian makmal forensik memainkan peranan yang penting untuk menyokong penyeliaan dan persijilan halal. Hal ini adalah kerana mereka mendapati hasil kajian berdasarkan pengawasan awal pemasaran berskala besar yang pertama bagi produk makanan yang diperakui halal telah mengandungi bahan terlarang. Penemuan ini memberikan maklumat berguna untuk agensi kerajaan yang ingin menggalakkan pematuhan kepada halal menggunakan konsep forensik halal, perusahaan makanan dan untuk pengguna Islam serta pengimport dan pengeksport makanan halal. Tambahan pula, Sosiawan *et al.* (2020) telah mengemukakan aplikasi kaedah saintifik forensik halal untuk mengesan pemalsuan yang penting untuk menentukan kualiti halal kandungan sesuatu makanan. Tujuan kajian yang telah dijalankan oleh mereka adalah untuk menilai kandungan DNA produk makanan berasaskan molekul yang telah dicampur untuk menentukan kualiti halalnya.

Yusop dan Bakar (2020) turut menggunakan kaedah forensik halal untuk mengesahkan sebarang kehadiran daging babi di dalam produk. Fokus kajian mereka adalah pengaplikasian kaedah berasaskan DNA, yang telah mendapat minat masyarakat saintifik. Dapatan kajian mereka mendapati bahawa kepekaan dan daya pemrosesan yang cepat dan tinggi apabila menggunakan kaedah *isothermal amplification*. Maka di sini pengkaji dapat menyimpulkan bahawa penggunaan konsep forensik halal sangat digalakkan bagi menentukan ramuan dan kandungan sesuatu produk tersebut. Walaubagaimanapun, konsep forensik halal tidak terbatas kepada sains atau analisis halal sahaja.

Konklusinya, pengkaji mendapati bahawa masih tiada lagi kajian khusus berkaitan forensik halal untuk mengukur dan menentukan status produk daging 3DBP. Oleh itu, pengkaji ingin menggunakan pendekatan forensik halal melalui 5 elemen

seperti yang tertera dalam Rajah 2 di bawah bagi menganalisis dan menentukan status halal produk berasaskan daging 3DBP. Hal ini dapat melindungi pengguna daripada ancaman bahaya dan jenayah makanan.



Sumber: Razak *et al.* (2019)

Rajah 2 : Konsep Forensik Halal

2.4 Literatur Sedia Ada Tentang Rangka Kerja Kawal Selia atau Kerangka Perundangan untuk Produk Makanan Berasaskan Percetakan 3 Dimensi

Terdapat beberapa literatur ditemui yang telah membincangkan berkenaan isu yang timbul daripada produk cetakan-bio tiga dimensi (3DBP). Maka Ismail *et al.* (2020) menyerlahkan keperluan untuk melaksanakan peraturan dan undang-undang demi melindungi nyawa manusia serta kepentingan dan kesihatan pengguna. Hal ini juga adalah untuk memastikan keadilan dalam perdagangan makanan. Selain itu, Tran (2018) dalam kajiannya mengambil berat tentang isu-isu yang berkaitan dengan undang-undang pelabelan bagi kandungan produk makanan percetakan 3DBP. Hal ini kerana ia terdedah kepada jenayah pemalsuan kandungan produk serta akan memberi

risiko kepada kesihatan seseorang pengguna yang mempunyai alahan terhadap sumber-sumber tertentu apabila pelabelan tidak jelas. Justeru, beliau juga telah menyatakan kepentingan penggubalan sebuah peraturan untuk pelabelan produk makanan berasaskan 3DBP.

Dankar *et al.* (2018), pula menekankan kewujudan peraturan yang lebih jelas terhadap peralatan atau peranti dan juga peraturan untuk pekerja yang terlibat dengan pengeluaran makanan berasaskan 3DBP. Kajian ini turut memberi penekanan terhadap empat halangan utama proses percetakan iaitu peraturan dan garis panduan, jangka hayat makanan, kekangan bahan dan pasca pemrosesan. Di samping itu, Baiano (2020) juga telah menyediakan gambaran keseluruhan yang luas tentang piawaian keselamatan untuk makanan berasaskan 3DBP. Beliau juga telah mengemukakan pandangan tentang peluang perkembangan yang luas dalam pasaran bagi produk makanan berasaskan 3DBP. Hasil kajian ini juga menunjukkan bahawa, percetakan makanan 3DBP boleh digunakan sebagai jalan untuk membina model pasaran yang inovatif dan dapat meningkatkan kemapanan rantai bekalan makanan.

Selain itu, terdapat juga penyelidikan lain yang telah dijalankan berkenaan dengan kepentingan undang-undang terhadap produk percetakan 3DBP termasuk produk perubatan. Sanicola *et al.* (2020), telah membentangkan garis panduan semasa dan perancangan untuk membantu pembentukan makmal biofabrikasi yang terlibat dalam model kejuruteraan dan pembinaan tisu untuk aplikasi terapeutik dan bukan terapeutik. Kemudahan ini penting untuk mengatasi halangan utama kepada klinikal, termasuk menyelesaikan isu penting seperti kawalan kualiti dan pematuhan peraturan. Horst dan McDonald (2020) telah menekankan tentang kekurangan dari segi peraturan dalam pengilangan aditif (*Additive Manufacturing-AM*) dan produk bercetak 3D untuk

kegunaan perubatan. Ia menangani kekurangan peraturan AM dan produk perubatan bercetak 3D, dengan menganalisis peraturan produk perubatan yang sedia ada serta kebolehgunaannya kepada produk perubatan bercetak AM dan 3D. Hal ini bertujuan untuk menilai tahap pengawasan kawal selia yang dapat ditadbirkan. Akhirnya, kajian ini menyimpulkan keperluan pembinaan undang-undang dan garis panduan khusus bagi pengeluaran produk berasaskan 3D.

Seterusnya, Oberweis *et al.* (2020) pula menyatakan bio-percetakan tisu (*Tissue Bio-Printings- TBP*) mengikut pendekatan perundangan yang berbeza. Kawal selia atau peraturan yang sesuai dan tepat untuk TBP telah diwujudkan oleh Kesatuan Eropah dan Amerika Syarikat (European Union and the United States of America). Analisis ini membincangkan pertimbangan undang-undang utama yang perlu diambil kira dalam proses perolehan untuk mendapatkan kebenaran pemasaran TBP, mengenal pasti sistem kawal selia pihak berkuasa kerajaan dan membincangkan percanggahan yang utama di antara mereka. Kajian ini mendapati bahawa terdapat kesukaran untuk mengawal produk berasaskan tisu ini (TBP) kerana bidang kuasa yang tertentu tidak mempunyai peraturan yang mencukupi untuknya. Oleh itu, semasa pengeluaran produk ini, analisis tidak dapat mengambil kira isu kawal selia atau undang-undang yang penting, sekali gus membawa kepada ketidakupayaan pihak autoriti untuk membenarkannya dipasarkan. Analisis ini menerangkan bagaimana TBP dipantau dan diberikan penerangan tentang langkah-langkah yang perlu diambil oleh penaja atau pengeluar sebelum ia diterima dan dilancarkan di pasaran komoditi. Oleh itu, kajian ini menegaskan kepentingan pembinaan peraturan untuk mengawal selia serta meningkatkan penambahbaikan kerangka perundangan untuk produk ini.

Kajian Horst *et al.* (2019) menegaskan mengenai keperluan terhadap piawaian yang jelas untuk pengilangan aditif (AM) dalam sektor kesihatan. Literatur tersebut telah mensintesis berkenaan cabaran-cabaran yang berkaitan dengan teknologi ini. Sehubungan dengan itu, mereka berhujah bahawa kawal selia atau undang-undang bagi produk perubatan AM masing-masing perlu diwujudkan oleh pihak berkuasa yang berkaitan. Bagi memajukan prosedur kawal selia atau undang-undang khusus, maka spesifikasi mestilah dibentuk. Sehubungan dengan itu, Kirillova *et al.* (2020) mendapati di dalam kajiannya bahawa isu-isu bioetika dan undang-undang bio-percetakan tiga dimensi (3DBP) sebagai bidang bioteknologi yang baru muncul dan masih belum dibincangkan secara meluas dalam kalangan ahli-ahli bioetika di seluruh dunia. Skop 3DBP bukan sahaja berkaitan isu-isu teknologi canggih tisu manusia dan percetakan organ, tetapi ia juga menimbulkan pelbagai isu atau masalah lain iaitu hubungan diantara disiplin sains moden, teknologi, bioetika, dan falsafah. Artikel ini membincangkan isu etika dan undang-undang bio-percetakan organ tiruan bagi manusia.

Menurut Baiano (2020), beliau menyokong bahawa dalam industri teknologi makanan, percetakan 3DBP boleh diperluaskan dengan skala yang lebih besar dan berkesan dalam pembuatan makanan 3DBP dengan geometri yang kompleks, tekstur yang khusus dan kandungan nutrisi yang disesuaikan. Pada awal tahun 2000, aplikasi yang khusus bagi percetakan makanan 3DBP telah bermula. Masalah dan isu yang serius iaitu melibatkan penerimaan pengguna terhadap makanan bercetak 3DBP. Hal ini disebabkan kerana bentuknya yang unik dan kreatif sangat mempengaruhinya dikenali sebagai "makanan novel" dari sudut undang-undang. Percetakan makanan 3DBP boleh digunakan sebagai saluran untuk membina model perniagaan yang inovatif dan merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kekemasan rantaian bekalan

makanan. Namun demikian, di dalam kajian mereka ini tidak menekankan secara mendalam perundangan yang berkaitan 3DBP.

Sehubungan dengan itu, kerangka perundangan halal juga sangat penting demi memastikan pengeluaran produk yang berkualiti, selamat serta tidak memudaratkan. Kajian Harlida dan Alias (2014) memerihalkan akan kepentingan meneliti kerangka perundangan halal terutamanya ke atas setiap produk makanan. Mereka menyatakan bahawa kerangka perundangan dan piawaian halal dapat menjamin aspek halal bagi sesuatu produk makanan tersebut melalui pendekatan mekanisme undang-undang dan institusi yang bertanggungjawab. Sehubungan dengan itu, di dalam makalah tersebut juga, penulis merumuskan bahawa konsep *halalan toyyiban* ke atas makanan dapat diaplikasikan dan diwujudkan melalui undang-undang yang berkaitan. Hal ini turut disokong oleh Mian N. Riaz dan Muhammad M. Chaudry (2003) melalui penulisan mereka di dalam buku yang bertajuk “Halal Food Production”. Mereka menyatakan bahawa panduan asas atau petunjuk kepada perundangan makanan halal didedahkan melalui Al-Quran daripada Allah kepada Nabi Muhammad s.a.w untuk semua manusia. Hukum-hukum makanan dijelaskan dan diamalkan melalui sunnah seperti yang tercatat di dalam hadis. Mereka juga berpendapat bahawa melalui undang-undang dan peraturan, sesuatu makanan dapat ditentukan statusnya sama ada halal ataupun haram. Merujuk kepada Portal Rasmi Halal Malaysia dan Bahagian Keselamatan Dan Kualiti Makanan KKM, sudah terdapat beberapa daripada aspek perundangan yang berkaitan dengan industri halal di Malaysia yang sedia ada seperti Perihal Dagangan 2011, Akta Makanan 1983, Peraturan-Peraturan Makanan 1985, standard halal MS1500:2019, Manual Prosedur Persijilan Halal Malaysia (MPPHM), Malaysia Halal Management System (MHMS) dan sebagainya lagi yang kebanyakan peruntukan perundangannya adalah berkaitan dengan aspek *toyyiban* dalam halal tersebut. Walhal pun begitu, setiap

peruntukan tersebut perlu sentiasa dikaji bagi memastikan ia memenuhi keperluan semasa. Sekiranya terdapat sebarang kekurangan, maka peruntukan tersebut perlu ditambah baik dan digubal mengikut kepentingan.

Sebagai rumusan daripada pengumpulan kajian-kajian lepas yang dibincangkan di atas, masih tiada lagi kajian yang menekankan dan menyelidik secara fokus terhadap rangka kerja kawal selia atau perundangan piawaian halal yang boleh diaplikasikan dan perlu ditambah baik ke atas produk cetakan-bio tiga dimensi (3DBP). Perkara ini turut disokong oleh Abdul Manap (2022) dengan menyatakan bahawa masih tiada lagi akta dan undang-undang berkaitan penggunaan daging kultur di negara ini. Beliau juga mencadangkan kepada pengkaji yang berada di dalam bidang undang-undang dan halal untuk membuat kajian awal terhadap perundangan teknologi daging makmal tersebut serta mengorak langkah untuk menjadi peneraju dalam pembinaan perundangan tersebut (Abdul Manap, 2022). Menyedari hakikat permasalahan ini, pengkaji ingin membuat kajian berikut untuk memberi cadangan pembinaan kerangka piawaian halal bagi produk daging 3DBP melalui konsep forensik halal. Dengan ini diharapkan ia dapat mengekang daripada segala anasir jenayah terhadap pengeluaran produk daging 3DBP sekali gus melindungi pengguna dengan keselamatan makanan, jaminan kualiti dan kemampunan produk.

2.5 Kesimpulan

Sebagai kesimpulannya, bab ini telah membincangkan berkaitan konsep-konsep yang digunakan oleh pengkaji-pengkaji lepas. Hal ini bertujuan untuk membuat jangkaan terhadap keberkesanan konsep tersebut serta meneliti topik-topik yang telah dibincangkan oleh pengkaji sebelumnya.

Oleh itu, melalui bab ini, pengkaji dapat mencari lompong di dalam topik ini sekali gus menjadikan ia sebagai topik utama kajian baharu yang perlu untuk diselidiki. Bab seterusnya pula akan membincangkan berkaitan metodologi kajian yang sesuai untuk digunakan di dalam kajian ini bagi mencari dan menjawab persoalan serta objektif penyelidikan.

UNIVERSITI SAINS ISLAM MALAYSIA
جامعة العلوم الإسلامية
ISLAMIC SCIENCE UNIVERSITY OF MALAYSIA