

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Pelbagai bentuk inovasi produk makanan telah membangkitkan peluang untuk pembangunan makanan yang memberi pelbagai manfaat kepada manusia melalui kaedah baharu seperti produk makanan cetakan-bio tiga dimensi (*Three-Dimensional Bio-Printed - 3DBP*). Percetakan 3DBP adalah satu proses mencipta objek tiga dimensi di mana bahan dakwat akan dibentuk dalam keadaan lapisan demi lapisan. Objek tersebut boleh dihasilkan dalam pelbagai bentuk yang berbeza dengan menggunakan kawalan komputer, telefon atau beberapa peranti lain.

Sungguhpun begitu, terdapat kajian lepas yang telah menetengahkan isu dan risiko yang telah dikenal pasti terhadap penggunaan teknologi makanan 3DBP. Antara isu yang telah dibangkitkan adalah teknologi makanan 3DBP ini masih tidak menemui jalan penyelesaian yang sempurna. Pada masa yang sama, pengkaji juga mendapati, hanya sebilangan kecil pengkaji lepas yang telah membincangkan topik makanan 3DBP dari sudut pandang agama dan aspek isu halal dan haram dalam rantaian penghasilan makanan tersebut. Walhal, aspek Syariah merupakan kayu ukur yang perlu dipatuhi untuk memastikan manusia mendapat manfaat dan bertujuan untuk memberi kemaslahatan dalam kehidupan seharian manusia (Al-Ghazali, 1997).

Kekurangan rangka kerja atau parameter halal untuk produk makanan 3DBP halal khususnya daging 3DBP boleh membawa kepada kemudaratan daripada sudut kesihatan. Ketiadaan kerangka perundangan halal terhadap perkembangan teknologi tersebut juga dapat mengakibatkan kesan yang negatif kepada pengguna melebihi kesan positif. Justeru itu, kajian ini bertujuan mengkaji 3DBP melalui konsep forensik halal bagi mencadangkan pembinaan kerangka kawal selia atau perundangan halal bagi produk daging 3DBP. Kajian ini dijangka akan dapat membantu meningkatkan ekonomi negara melalui pembekalan produk halal di pasaran, menjamin keselamatan dan kelestarian makanan khususnya untuk dimanfaatkan oleh masyarakat Muslim di Malaysia.

1.2 Latar Belakang Kajian

Latar belakang kajian adalah salah satu komponen penting dalam sesebuah kajian. Hal ini kerana, ia akan menentukan kesesuaian permasalahan kajian dan kaedah yang bersesuaian untuk digunakan semasa menjalankan sesuatu aktiviti penyelidikan. Oleh itu, kajian ini dijalankan berdasarkan kepada latar belakang kajian seperti yang berikut:

1.2.1 Inovasi Teknologi Pemakanan Halal

Teknologi makanan 3DBP adalah salah satu teknologi makanan yang paling menarik dan menjanjikan masa hadapan yang memberansangkan dari aspek pelaburan (Dick *et al.*, 2019). Hal ini kerana, penggunaan 3DBP dapat mengurangkan tenaga kerja, membantu menjimatkan masa dan kos di samping menyediakan jalan penyelesaian kepada pelbagai masalah yang dihadapi oleh dunia pada hari ini. Makanan yang dihasilkan melalui percetakan 3DBP juga mampu memberikan zat makanan yang lebih baik kepada pengguna. Selain itu, melalui teknologi ini, ia dapat meningkatkan

kemudahan dan kecekapan, menjamin kesihatan manusia serta membantu dunia dalam menghadapi kekurangan makanan berkhasiat di beberapa tempat dan negara (Lupton & Turner, 2017). Ia boleh dicapai dengan mengawal kandungan protein, lemak dan nutrisi lain di samping dapat mengekalkan tekstur asal makanan (K. Handral *et al.*, 2022).

Menurut Frewer *et al.* (2013) juga, perkembangan teknologi makanan telah lama bermula dan antara yang terawal adalah bermula dari tahun 1810 yang telah menumpukan kepada teknologi pengawetan makanan. Teknologi tersebut kemudiannya terus berkembang sehinggalah kini dan terhasilah sebuah inovasi baharu iaitu teknologi makanan 3DBP atau lebih dikenali sebagai teknik pengilangan aditif (*additive manufacturing*). Pengkomersialan inovasi teknologi ini bertujuan untuk memperkenalkan satu kaedah atau produk percetakan daging 3DBP ke dalam dunia perdagangan. Hal ini demikian kerana, inovasi daging 3DBP dilihat sebagai salah satu jalan penyelesaian yang mampan untuk menghadapi permintaan yang tinggi terhadap daging pada zaman kini sekaligus mencapai matlamat pembangunan lestari (*Sustainable Development Goals, SDGs*) iaitu; untuk memberi kemaslahatan kepada manusia, bumi dan seisinya. Walaubagaimanapun, inovasi teknologi percetakan daging 3DBP tersebut hendaklah dijamin halal dalam setiap rangkaian pengeluaran..

Selain itu, negara Singapura dikenalpasti sebagai antara negara yang terawal mengorak langkah menghasilkan daging ayam buatan makmal. Produk tersebut telah mendapat kelulusan untuk dipasarkan secara meluas di dalam negara tersebut setelah melalui proses pengesahan keselamatan produk yang begitu ketat. Syarikat *Eat Just* yang terletak di Amerika Syarikat (AS) pula mengemukakan bahawa teknologi tersebut disenaraikan sebagai penemuan baharu dalam industri makanan global. Ini kerana proses penghasilan daging tersebut mampu mengurangkan pencemaran terhadap alam sekitar dan sebagai langkah menyelesaikan isu perubahan iklim (Berita Harian, 2020).

YB Datuk Arthur Joseph Kurup, Timbalan Menteri Sains, Teknologi dan Inovasi menyatakan bahawa langkah tersebut sebagai salah satu alternatif untuk memastikan bekalan makanan dunia mencukupi disebabkan pengambilan daging diramalkan meningkat kepada lebih 70 peratus menjelang tahun 2050 (Sinar Harian, 2020; Ideris, M. I., 2023).

Selain itu, percetakan daging 3DBP menawarkan penyelesaian yang unik dan lebih baik kepada kesihatan kerana mampu mengatur isi kandungan nutrisi pemakanan tersebut sekaligus dapat mengekalkan tekstur dan rasa daging yang sebenar (K Handral *et al.*, 2022). Sebagai contoh, ia mampu memberi manfaat yang besar kepada negara yang mempunyai pendapatan kasar yang terendah terutamanya di Afrika (Sub-Saharan), Nigeria, Uganda atau Somalia (Potter, N. N, & Hotchkiss, J. H, 1995). Dengan kewujudan percetakan makanan 3DBP ia dapat memelihara ribuan nyawa yang majoritinya golongan kanak-kanak daripada menjadi mangsa korban kerana kekurangan zat dan kelaparan. Inovasi ini perlu diberi perhatian dalam kerangka perundangan bagi menjamin keselamatan dan mengekalkan kesan positif produk daging 3DBP tersebut.

1.2.2 Implikasi Teknologi 3DBP Terhadap Manusia

Secara umumnya, sesuatu inovasi teknologi makanan akan memberikan implikasi terhadap tamadun manusia, alam sekitar dan sebagainya. Implikasi tersebut dapat dilihat terutamanya pada kesihatan manusia dari aspek fizikal, spiritual, psikologikal, dan intelektual. Begitu juga dengan teknologi makanan 3DBP di mana ia mempunyai pelbagai implikasi yang dapat dimanfaatkan oleh pengguna. Selain itu, teknologi makanan 3DBP dilihat suatu bentuk inovasi yang banyak diperkatakan kerana kelebihanannya yang mampu menghasilkan makanan yang tinggi nilai nutrisi dan

bermutu (Baiano, 2020). Selain itu, kesan manfaat yang lain dengan penggunaan teknologi 3DBP kepada manusia ialah dapat menyelesaikan masalah kekurangan makanan berzat untuk mereka yang tinggal di negara yang mempunyai konflik ataupun mereka yang terdedah kepada kekurangan bekalan makanan dalam jangka masa yang panjang seperti angkasawan dan tentera. Di samping itu, 3DBP juga dapat menangani isu peningkatan jumlah orang yang kebuluran (Jasper L. Tran, 2016). Kenyataan ini secara tidak langsung dilihat selari dengan matlamat SDGs yang telah dikemukakan oleh Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (PBB) iaitu; sifar kelaparan melalui jaminan makanan dan nutrisi yang lebih baik, kesihatan baik, kesejahteraan, kelestarian alam sekitar, peningkatan ekonomi dan sebagainya.

Sungguhpun begitu, produk daging 3DB tersebut belum tentu dapat memberikan impak yang baik kepada manusia dalam tempoh yang lama kerana ia memerlukan jangka masa yang panjang untuk melihat kesannya pada masa akan datang dari pelbagai aspek. Hal ini kerana banyak faktor yang perlu dititikberatkan dalam penghasilan produk makanan ini terutamanya dari aspek agama, budaya, pembinaan perundangan dan polisi yang spesifik serta jaminan makanan (*food security*) (Wahab *et al.*, 2015). Justeru itu, pengeluaran makanan melalui teknologi 3DBP perlulah diteliti dahulu dari aspek-aspek tersebut.

1.2.3 Aspek Halal dalam Pemprosesan Makanan

Penentuan status halal merupakan salah satu kayu ukur yang utuh dan sempurna ke atas pengeluaran setiap makanan. Menurut Ishak dan Deuraseh (2018) ini disebabkan penggunaan konsep halal ke atas setiap rangkaian kerja memproses makanan mempunyai kualiti yang sangat tinggi dari sudut jaminan penggunaan produk, kebersihan dan menjanjikan keselamatan. Tambahan pula, konsep halal akan melihat

secara teliti dan mendalam kepada setiap rantaian pemprosesan sesuatu produk makanan itu. Oleh itu, jelas menunjukkan bahawa ia akan memberikan impak yang sangat baik dan dapat menjamin makanan yang selamat untuk dimakan.

Seterusnya, teknologi percetakan daging 3DBP berkemungkinan besar akan terdedah kepada kes-kes jenayah seperti pengubahan kandungan produk, percampuran antara bahan halal dan bahan yang tidak halal, isu pemalsuan dan penipuan dan sebagainya (Abd Razak, M. A., & Ramli, M. A., 2020; Abu Bakar, M. A. M., & Ramli, M. A., 2019). Hal ini akan terjadi sekiranya kekurangan ataupun ketiadaan parameter dan undang-undang halal berkaitan dengan teknologi baharu ini. Oleh itu, kajian ini dilihat sangat penting untuk memperjelaskan dari aspek forensik halal iaitu untuk menghapuskan atau mencegah jenayah-jenayah tersebut daripada terjadi.

Selain itu, bidang forensik halal yang telah diperkenalkan oleh Baharuddin, Ruskam *et al.* (2015), Mohd Sukri Hassan (2018), dan Razak *et al.* (2019) mengandungi beberapa elemen iaitu perundangan islam (hukum syariah), standard halal dan akta, sains halal atau analisis halal, pengurusan halal serta implikasi kesihatan. Bagi pandangan pengkaji, konsep forensik halal dilihat sangat sesuai untuk dijadikan sebagai kayu ukur bagi menjamin keselamatan, kebersihan, sekuriti dan kualiti produk daging 3DBP yang *halalan toyyiban*. Seiring dengan itu, ia turut menjadikan perkembangan teknologi pemprosesan makanan produk daging 3DBP berada dalam landasan yang benar dan tidak menyeleweng. Situasi ini berlaku kerana lima elemen di bawahnya telah merangkumi keseluruhan aspek untuk menjanjikan keselamatan makanan, mengekalkan kemaslahatan dan melindungi daripada memberi mudarat kepada pengguna.

1.3 Permasalahan Kajian

Permasalahan kajian dalam penyelidikan ini dipecahkan kepada empat iaitu:

- 1) Keterjaminan bekalan makanan global (*food security*) dan isu berkaitan daging 3DBP untuk dijadikan sebagai sumber bekalan makanan yang halal

Penghasilan bekalan makanan dari aspek sumber bahan pemprosesan hinggalah pengeluaran akhir, haruslah dititikberatkan agar ia mencapai misi utama sesuatu makanan itu dihasilkan. Ini juga sejajar dengan perintah agama untuk memilih makanan yang halal, baik dan memberi manfaat kepada kita. Firman Allah S.W.T:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا

Terjemahan: Wahai sekalian manusia! Makanlah dari apa yang ada di bumi yang halal lagi baik

(Al-Qur'an. Surah al-Baqarah 2: 168)

Berdasarkan kepada statistik yang telah dikeluarkan oleh *Federal Agricultural Marketing Authority* (FAMA), permintaan produk daging di seluruh dunia mencatatkan peningkatan dari tahun 2010 iaitu sebanyak 1.4 juta tan metrik kepada 1.8 juta tan metrik pada tahun 2020 dengan peningkatan sebanyak 2.4% setahun (FAMA, 2020). Sungguhpun begitu, sejak kebelakangan ini, terdapat pelbagai faktor yang menghalang industri ternakan dari mengeluarkan hasil dengan bilangan yang besar. Ia berpunca daripada beberapa faktor yang telah dikenalpasti. Sebagai contoh, alam sekitar yang mempunyai banyak ancaman termasuklah tanah runtuh, banjir, kemusnahan biodiversiti, peningkatan hakisan tanah, dan pelepasan gas rumah hijau. Maka,

disebabkan perkara ini, ramai pengkaji menyarankan agar pengeluaran dan pengambilan produk daging 3DBP yang lebih mampan dilihat mampu untuk menyelesaikan masalah keterjaminan sumber bekalan makanan (Bhat *et al.*, 2017; Lentz *et al.*, 2018).

Selain itu, masih terdapat beberapa isu untuk menjadikan makanan 3DBP sebagai bekalan makanan halal. Bukan itu sahaja, teknologi makanan 3DBP seolah-olah mengubah ciptaan Allah dari sudut pandang agama (Abd Razak, M. A., & Ramli, M. A., 2020). Isu ini telah menjadi tumpuan semenjak tersebar berita pada Januari 2021 yang lalu berkenaan produk daging telah berjaya dihasilkan menggunakan pencetak 3D yang mula dipelopori oleh dua syarikat terbesar yang berlokasi di Rehovot Israel iaitu Redefine Meat dan MeaTech serta daging yang dicetak tersebut tidak melalui proses penyembelihan (Hamka Rosli, 2021). Situasi ini secara tidak langsung dilihat menjadi satu isu kerana tidak diteliti dari sudut medium pemprosesan dan rangkaian pengeluaran. Menurut Nor Azizah Mokhtar (2020) pula, pada 29 Disember 2020, kes penyeludupan daging ke negara Malaysia yang didalangi sindiket dalam serta luar negara telah berlaku. Situasi ini turut menjadi salah satu punca pengkaji membangunkan kajian ini sebagai salah satu alternatif penyelesaian bagi mengurangkan jenayah ini. Hal ini adalah disebabkan potensi produk makanan 3DBP dilihat mampu untuk berkembang di dalam pasaran halal. Oleh itu, bagi mengisi kelompangan tersebut, kajian ini dilihat sangat penting untuk dilaksanakan.

- 2) Kekurangan kerangka piawaian halal bagi sebahagian rantaian proses pengeluaran produk daging teknologi 3DBP akan membawa kepada risiko kepada pengguna

Seterusnya, kekurangan beberapa peruntukan di dalam perundangan halal dari sudut bahan-bahan, peralatan dan proses percetakan bagi produk daging 3DBP akan membawa kepada risiko dan kemudatan yang besar kepada pengguna terutamanya dari sudut keselamatan. Sepertimana kes penyeludupan daging kartel yang telah terjadi sehingga menimbulkan kegelisahan semua pengguna terutamanya yang beragama Islam. Ahli Dewan Negara Malaysia iaitu Datuk Seri Dr Zulkifli Mohamad Al-Bakri menyatakan kepada pihak media, bahawa beliau menyeru untuk membuat penambahbaikan ke atas piawaian halal terutamanya perkara yang melibatkan daging dan produk daging yang diimport. Beliau juga turut menyarankan aspek perundangan yang perlu dipertingkatkan bagi memastikan mereka yang terlibat dikenakan tindakan yang sewajarnya (Bernama, 2020). Ramai pengkaji juga telah mengesyorkan untuk memperbaiki dan menambah baik undang-undang bagi teknologi makanan 3DBP. Antaranya, Ismail *et al.* (2020), mereka mencadangkan bahawa terdapat keperluan untuk melaksanakan peraturan dan undang-undang teknologi daging 3DBP bagi melindungi nyawa manusia, kepentingan dan kesihatan pengguna. Hal ini juga untuk memastikan keadilan dalam perdagangan makanan. Selain itu, di dalam kajian Dankar *et al.* (2018), pengkaji telah menekankan untuk mewujudkan sebuah peraturan yang lebih jelas untuk peralatan atau peranti dan juga peraturan bagi pekerja yang terlibat dengan pengeluaran produk makanan 3DBP. Terdapat banyak lagi kajian-kajian sebelumnya yang telah dijalankan untuk membangkitkan akan kelompongan

perundangan terhadap teknologi makanan 3DBP seperti dalam kajian Baiano (2020) dan kajian Kirillova *et al.* (2020).

Oleh itu, berdasarkan kajian awalan tersebut, pengkaji mendapati bahawa masih belum terdapat perundangan halal atau piawaian halal yang baharu terhadap medium kultur sel dan garis panduan pemprosesan percetakan daging 3DBP. Walaupun begitu, daripada sudut perundangan terhadap pemilihan sumber bahan atau bio-dakwat bagi mencetak produk daging 3DBP, premis, alatan pemprosesan, pelabelan, pembungkusan dan sebagainya memerlukan kepada penambahbaikan perundangan yang telah sedia ada (Abd Razak, M. A., & Ramli, M. A., 2020). Justeru itu, kajian ini dijalankan untuk membantu menyelesaikan permasalahan tersebut.

- 3) Isu keselamatan terhadap produk teknologi makanan 3DBP yang masih tidak dapat diselesaikan dan perlu untuk diatasi bagi menjamin kelangsungan makanan (*food security*).

Penyataan masalah lain yang telah dikenal pasti dalam kajian ini ialah berkenaan dengan isu-isu yang timbul bagi produk daging 3DBP iaitu kekurangan jalan penyelesaiannya termasuklah isu keselamatan dan jaminan makanan 3DBP yang seharusnya diatasi. Berdasarkan kajian yang telah dijalankan oleh Tran (2018), antara isu yang perlu diambil berat dalam pengeluaran daging 3DBP ialah pencemaran makanan seperti sesuatu bahan yang boleh membawa kepada masalah keracunan terhadap pengguna. Hal ini kerana, terdapat kes daripada beberapa pengguna yang telah mengalami keracunan selepas mengambil makanan 3DBP. Perkara ini secara umumnya akan berlaku sekiranya orang tersebut mengalami alahan terhadap makanan yang tertentu. Selain itu, beliau juga mengambil berat terhadap isu undang-undang pelabelan

berkaitan dengan kandungan produk makanan 3DBP. Hal ini termasuk kemungkinan terhadap alergen dan pemalsuan yang berpotensi memberi risiko kepada kesihatan pengguna. Justeru itu, beliau mencadangkan agar satu peraturan berhubung dengan pelabelan produk makanan 3DBP perlulah dilaksanakan. Tambahan lagi, menurut Dick *et al.* (2019), teknologi ini seharusnya mengatasi cabaran dalam perkara yang berkaitan dengan penerimaan pengguna dan keberkesannya.

- 4) Kelompongan kajian dan perbincangan terhadap produk daging 3DBP dari aspek syariah dan undang-undang halal

Terdapat lompong di dalam kajian-kajian yang telah dilaksanakan oleh pengkaji-pengkaji sehingga ia memerlukan kepada sebuah kajian yang baharu di dalam bidang pengeluaran produk daging 3DBP. Antara lompong yang perlu dititikberatkan ialah masih tiada kajian yang khusus yang mengkaji undang-undang dari sudut halal dan syariah ke atas pembangunan teknologi makanan 3DBP (Baharuddin *et al.*, 2020; Abd Razak, M. A., & Ramli, M. A., 2020). Hal ini menyekat perkembangan dan penggunaan teknologi ini terutamanya dalam kalangan pengguna Muslim. Perkara ini menimbulkan persoalan kepada pengkaji mengenai perundangan halal bagi teknologi makanan 3DBP dan menarik minat pengkaji untuk mengetahui dengan lebih lanjut berkaitan teknologi yang dikatakan mempunyai potensi besar pada masa akan datang.

Justeru itu, tujuan utama kajian ini adalah untuk mengetahui dengan lebih mendalam berkenaan teknologi daging 3DBP. Selain itu, pengkaji juga ingin meneliti dan mengkaji dengan lebih mendalam terhadap isu-isu teknologi 3DBP yang menggunakan forensik halal sebagai kayu ukur. Oleh itu, melalui lima elemen teras dalam konsep forensik halal, ia akan digunakan sebagai asas kepada pembinaan

kerangka perundangan produk makanan halal bagi teknologi 3DBP ini sekaligus membantu dalam menyelesaikan isu dan permasalahan yang wujud dalam kelima-lima elemen teras forensik halal.

1.4 Persoalan Kajian

Persoalan bagi kajian ini ialah seperti berikut:

- i. Apakah isu-isu yang terdapat dalam produk daging 3DBP berdasarkan perspektif forensik halal?
- ii. Apakah standard dan piawai undang-undang halal sedia ada berkaitan produk daging 3DBP ini?
- iii. Bagaimanakah bentuk kerangka piawaian halal bagi produk daging cetakan-bio tiga dimensi (3DBP) dapat dihasilkan?

1.5 Objektif Kajian

- i. Mengenalpasti isu dan permasalahan yang terdapat dalam pengeluaran produk daging 3DBP berdasarkan perspektif forensik halal.
- ii. Menganalisis standard dan piawai undang-undang halal sedia ada berkaitan produk daging 3DBP.
- iii. Mencadangkan kerangka piawaian halal bagi produk daging cetakan-bio tiga dimensi (3DBP).

1.6 Kepentingan Kajian

Setiap penyelidikan harus memberi impak di akhir kajian supaya mempunyai nilai terhadap penyelidikan tersebut. Begitu juga dengan kajian ini iaitu kajian ini akan memberi impak yang besar kepada literatur akademik, pihak berkuasa undang-undang dan masyarakat umum di Malaysia.

1.6.1 Kepentingan Kepada Literatur Akademik

Melalui penyelidikan ini, diharapkan ia dapat menyediakan rujukan data untuk meningkatkan ekonomi melalui ketersediaan produk halal yang meluas di pasaran, menjanjikan keselamatan serta kelestarian makanan.

1.6.2 Kepentingan Kepada Pihak Berkuasa dan Perundangan

Kajian ini akan mencadangkan sebuah peraturan atau undang-undang halal baharu bagi produk makanan halal 3DBP yang bertujuan untuk mengurangkan risiko dan penyelewengan sepanjang proses pengeluaran.

1.6.3 Kepentingan Kepada Masyarakat

Penyelidikan ini akan melindungi setiap komponen penting dalam pengeluaran makanan untuk tujuan komersial dan penerimaan oleh orang awam. Selain itu, kajian ini juga akan membolehkan ketulenan produk makanan 3DBP halal diperakui untuk melindungi pengguna apabila menggunakan apa-apa jenis bentuk produk hasil daripada teknologi ini.

1.7 Skop Kajian

Bagi mencapai objektif kajian ini, kajian ini menghadkan kepada:

- i. Pembangunan kerangka perundangan halal cetakan-bio Tiga dimensi (3DBP) diskopkan kepada produk makanan berasaskan daging sahaja kerana ia merupakan antara isu yang sedang menjadi tumpuan semasa berikutan kes penyeludupan daging yang didalangi sindiket dalam serta luar negara. Kemudian, kajian ini juga diskopkan kepada produk daging sahaja disebabkan tersebar berita pada tahun 2021 berkenaan daging dihasilkan menggunakan pencetak 3D yang dipelopori oleh dua syarikat Israel iaitu Redefine Meat dan MeaTech serta bahan dakwat sel daging yang dicetak tersebut tidak melalui proses penyembelihan. Maka ia bertujuan untuk mengekang segala salah laku dan penyelewengan dalam pengeluaran produk daging di dalam pasaran. Selain itu, kajian ini juga diskopkan kepada produk daging bagi memastikan kerangka piawaian terhadap produk berasaskan daging 3DBP itu dapat dikaji dengan lebih mendalam dan lebih teliti.
- ii. Analisis standard dan piawai undang-undang halal sedia ada berkaitan produk daging dan mengkaji sama ada ia mencukupi atau tidak untuk menangani semua isu produk berasaskan daging 3DBP.
- iii. Analisis ke atas produk daging 3DBP daripada lima elemen forensik halal sebagai asas untuk menentukan status halal produk berasaskan daging tersebut dan melindungi pengguna daripada ancaman bahaya dan ketidakselamatan jenayah makanan.

1.8 Definisi Operasi

1.8.1 Cetakan-Bio Tiga Dimensi (Three-Dimensional Bio Printed)

Berdasarkan kajian Mehak et al. (2021), definisi cetakan-bio tiga dimensi (*Three-Dimensional Bio-Printed – 3DBP*) sinonim dengan proses pengilangan aditif (*additive manufacturing*). Istilah tersebut berperanan untuk menerangkan konsep percetakan produk berdimensi menggunakan teknologi perisian digital *Computer-Aided Design* (CAD). Antara yang paling banyak digunakan dalam percetakan 3D serta terlibat di dalam kajian ini ialah jenis “*Fused Deposition Modeling*” (pemodelan pemendapan bersatu). FDM bertujuan untuk mencetak produk berasaskan daging 3D dengan menyatukan bahan-bahan yang digunakan. Ia merupakan satu proses “*extrusion*” iaitu penyemperitan. Penyemperitan bermaksud proses menekan keluar bahan mentah melalui acuan dengan mencairkan bahan bio-dakwat (*bio ink*) yang disediakan di dalam mikropipet atau “*nozzle*” ataupun alat serupa yang berfungsi sebagai kartrij pencetak. Bahan bio-dakwat itu boleh terdiri daripada sumber yang berasaskan kultur sel ataupun tumbuh-tumbuhan. Proses seterusnya dimulai dengan ia dipanaskan terlebih dahulu dan kemudian dimendapkan lapisan demi lapisan. Lapisan-lapisan tersebut diikat melalui pengawalan suhu ataupun penambahan bahan yang tertentu. Proses pencetakan dikendalikan melalui komputer dan beberapa alatan canggih (Mehak et al., 2021).

Menurut Dick et al. (2019), cetakan-bio tiga dimensi (3DBP) ialah satu teknologi inovasi yang baru berasaskan kepada kejuruteraan tisu. Ia merupakan teknologi penggunaan teknik pencetakan objek 3DBP untuk menggabungkan sel-sel, dan bahan-bahan berkaitan menjadi produk mirip seperti yang asli dari segi bentuk, rasa dan tekstur. Secara umumnya, 3DBP menggunakan kaedah lapisan demi lapisan untuk mendepositkan bahan yang dikenali sebagai *bio ink* untuk mencipta struktur yang dikehendaki.

Dalam kajian ini, pengkaji akan menggunakan definisi cetakan-bio tiga dimensi atau 3DBP untuk menunjukkan produk cetakan daging 3DBP yang menggunakan bahan bio dakwat sama ada daripada sumber sel haiwan ataupun tumbuh-tumbuhan. Penggunaan bahan daripadanya akan menghasilkan tekstur, rasa dan bentuk sama seperti daging yang asli. Antara bahan-bahan di dalam daging 3DBP ini adalah sel haiwan, sel embrio haiwan (ESC), sel stem dewasa (ESC). Bahan medium kultur merangkumi *fetal bovine serum* (serum janin lembu), protein, vitamin, hormon, mineral, karbohidrat, asid amino, dan garam galian. Kemudian bahan tambahan, bahan bantu proses dan bahan pengikat seperti *gelatin*, *xanthan gum*, *starch*, *pectin*, *transglutaminase* (Tgase).

1.8.2 Forensik Halal

Menurut pendapat Abd Razak dan Ramli (2020), forensik halal merupakan gabungan di antara pendekatan kajian saintifik untuk menganalisis kandungan sesuatu produk tersebut dan penentuan jenayah yang dilakukan di bawah kerangka perundangan. Berdasarkan pandangan Merriam-Webster (1828) di dalam *Merriam-Webster's Dictionary of Law*, forensik bermaksud pengaplikasian pengetahuan dan penggunaan ilmu analisis teknologi saintifik bagi menyelesaikan masalah perundangan. Menerusi kajian yang dijalankan oleh Mohd Sukri Hassan (2018) dan Razak *et al.* (2019), asas penentuan halal bagi sesuatu produk boleh dibuat berdasarkan analisis gabungan elemen di bawah forensik halal iaitu; hukum syariah, standard halal dan akta, sains halal, pengurusan halal dan implikasi kesihatan. Kemudian menurut Baharuddin *et al.* (2015), laporan analisis tersebut boleh digunakan untuk tujuan penguatkuasaan.

Di dalam konsep forensik halal, hukum syariah merupakan asas yang terpenting dan teratas dalam menentukan apa-apa perkara yang halal dan haram menurut al-Quran,

hadis dan ijma' ulama. Akan tetapi terdapat pelbagai perkara baharu yang memerlukan kepada kajian dan perbincangan terlebih dahulu. Maka, gabungan bersama ilmu sains, pengurusan dan sebagainya, ia menjadi salah satu alat bantuan dalam menentukan status sesuatu produk tersebut. Oleh itu, pendekatan elemen forensik halal yang digunakan dalam kajian ini bertujuan untuk menganalisis dan menentukan kandungan produk daging 3DBP melalui lima elemen forensik halal iaitu; hukum syariah, standard halal dan akta, sains halal, pengurusan halal dan implikasi kesihatan. Dalam pada itu, kekurangan kerangka perundangan piawaian atau parameter halal bagi produk berasaskan daging 3DBP ini dapat dikenal pasti dan dibina. Natiujahnya, segala jenayah berkaitan daging 3DBP halal mampu ditangani dengan mengemukakan bukti-bukti pensabitan jenayah yang dilakukan serta menjatuhkan hukuman yang setimpalnya melalui perundangan (Abu Bakar & Ramli, 2019; Baharuddin *et al.* 2015).

1.9 Kesimpulan

Sebagai rumusan, bab ini telah memperjelaskan penyataan masalah, persoalan kajian dan isu di dalam lingkungan agama, budaya, dasar serta perundangan yang difokuskan mendorong kepada objektif kajian ini dijalankan. Bab ini juga telah menyatakan kayu ukur yang akan digunakan sepanjang kajian ini dilaksanakan iaitu mengaplikasikan elemen-elemen yang terdapat di dalam forensik halal sebagai asas utama. Bab ini juga bertujuan untuk memberi kefahaman awal akan kepentingan kajian ini perlu dikaji serta untuk memberi kesedaran terhadap senario pengambilan makanan teknologi 3DBP. Selain itu, di dalam bab ini juga, pengkaji turut menyatakan skop dan limitasi kajian yang akan dijalankan. Akhir sekali, segala maklumat yang lebih terperinci daripada kajian-kajian lepas dalam penyelidikan yang telah dilaksanakan serta metodologi kajian

yang digunakan akan dibincangkan di dalam bab yang seterusnya iaitu bab 2 dan bab

3.

