

PENGGUNAAN SEL STEM DALAM PENGKULTURAN DAGING: ANALISIS MENURUT PERSPEKTIF HUKUM ISLAM


THE USE OF STEM CELLS IN CULTURED MEAT: ANALYSIS ACCORDING TO ISLAMIC LAW PERSPECTIVE

Mohammad Naqib Hamdaniⁱ, Mohd Anuar Ramliⁱⁱ & Azman Ab Rahmanⁱⁱⁱ

ⁱ (Corresponding author) Akademi Tamadun Islam, Universiti Teknologi Malaysia.
Email: mohammadnaqib@utm.my

ⁱⁱ Senior Lecturer, Department of Fiqh and Usul, Academy of Islamic Studies, Universiti Malaya.
Email: mohdanuar@um.edu.my

ⁱⁱⁱ Associate Professor, Faculty of Syariah and Law, Universiti Sains Islam Malaysia.
Email: azman@usim.edu.my

 <https://doi.org/10.33102/jfatwa.vol18no1.2>

Abstract	Abstrak
<p><i>Cultured meat is one of the latest innovations in food processing that are environmentally friendly, highly demanded and meeting market requirements. The meat is no longer produced organically through conventional means of livestock farming but it is harvested in laboratories and factories. In fact it benefits consumer. This study discusses the concept and history of cultured meat, the production and the techniques used in its production. In addition, the analysis of the Islamic ruling is carried out by assessing the current fatwas dealing with meat culture. To complete this study, qualitative methods were employed by referring to journals, books and fatwas. The results showed that cultured meat that derived from slaughtered cattle is Halal whereas the cultured meat using the source of stem</i></p>	<p><i>Daging kultur adalah salah satu inovasi terbaru dalam penghasilan produk makanan yang bersifat mesra alam selain menerima permintaan tinggi serta memenuhi keperluan pasaran. Daging ini tidak lagi dihasilkan secara alami melalui penternakan di ladang, sebaliknya dihasilkan di makmal dan kilang. Bahkan daging kultur boleh mendatangkan manfaat yang banyak kepada pengguna. Kajian ini akan membincangkan konsep dan sejarah daging kultur, faktor penghasilan dan teknik yang digunakan dalam menghasilkan daging kultur. Di samping itu, analisis hukum dijalankan dengan menilai fatwa semasa berkaitan status daging kultur. Kajian menggunakan metode kualitatif dengan merujuk kepada jurnal, buku dan fatwa semasa bagi melengkapkan kajian. Hasil kajian mendapati bahawa daging kultur yang dihasilkan bersumberkan lembu yang disembelih adalah Halal dimakan manakala daging kultur yang menggunakan sumber</i></p>

<p><i>cells from living cattle is not Halal. The process of culturing meat is also considered as alteration of God's creation, and the source of stem cells will determine the Halal status of cultured meat.</i></p> <p><i>Keywords: stem cell, meat culturing, cultured meat</i></p>	<p><i>sel stem dari lembu yang masih belum disembelih adalah tidak Halal dimakan. Proses pengkulturan daging juga berhubungkait dengan hukum pengubahan ciptaan Allah SWT di samping sumber stem sel akan menentukan hukum memakan daging kultur.</i></p> <p><i>Kata kunci: sel stem, pengkulturan daging, daging kultur</i></p>
--	--

PENGENALAN

Sel stem adalah sel asas kepada 210 sel berbeza, yang membentuk tubuh manusia, haiwan dan tumbuhan. Sel Stem merupakan sejenis sel yang berupaya untuk membahagi dan berkembang menjadi pelbagai jenis sel yang lain. Sel stem ini boleh diklasifikasikan kepada tiga peringkat: peringkat awal (sel Totipoten) peringkat pertengahan (pluripoten), dan peringkat akhir (multipotent dan progenitor (Hossam E. Fadel, 2007; Farzaneh dan Bagher, 2011; Shahrul Hisham et al., 2011; Anna dan Kenneth, 2005).

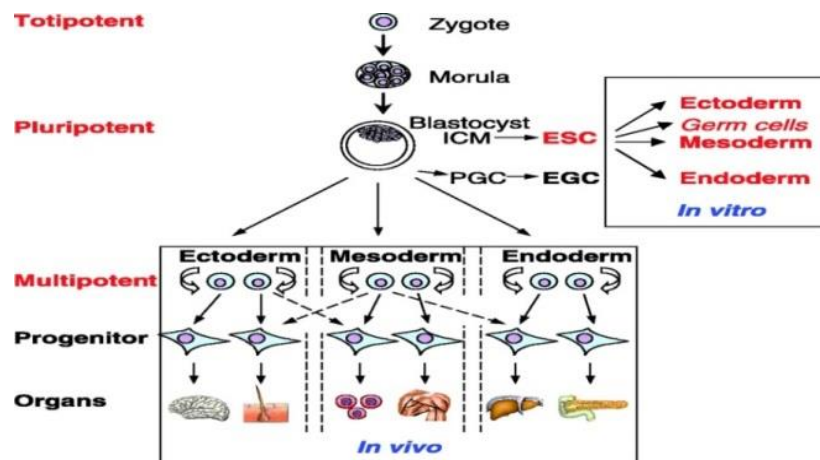
Sel Totipoten adalah sel yang paling primitif yang boleh membahagi dan membeza untuk membentuk apa jua sel untuk kegunaan tubuh. Sel Totipoten juga mampu berkembang tanpa henti sehingga membentuk seorang manusia atau satu organisma yang sempurna. Sel Totipoten adalah sel embrio yang masih berada pada peringkat zigot sehingga mencapai peringkat morula, iaitu sehingga membahagi menjadi 8 sel.

Sel Pluripoten pula adalah sel yang sederhana primitif, dan terbentuk dari sel Totipoten yang telah membeza. Sel Pluripoten tidak mampu membentuk organisma lengkap, tetapi berupaya membahagi dan membeza untuk membentuk semua jenis tisu dan organ pada sesuatu organisma. Sel Pluripoten biasanya berada pada peringkat Blastosis. Berbanding dengan Sel Totipoten, sel ini mampu untuk memperbaharui dirinya sendiri (self renew).

Sel Multipoten pula adalah sel yang paling membeza. Maksudnya, sel ini berupaya membahagi dan membeza untuk membentuk lebih dari satu jenis sel dari lineage yang sel yang berbeza. Sel Multipoten boleh diperolehi dari darah tali pusat (UCB), tisu atau organ badan, sum-sum tulang dan sel dewasa (ASCs).

Sel Progenitor pula adalah sel yang hanya berupaya untuk membahagi dan membeza kepada hanya satu jenis lineage sahaja.

Rajah 1. Hairaki Sel Stem



Sumber: American Physiological Society.

Kajian mengenai sel stem lebih banyak tertumpu dalam aspek perubatan berbanding bidang yang lain. Antara penyakit yang boleh dirawat menggunakan kaedah ini adalah seperti penyakit Huntington, Parkinson, diabetes, strok, Alzheimer, sakit jantung, hati dan leukimia (Farzaneh dan Bagher, 2011; Hossam, 2007; Anna dan Kenneth, 2005; Anna, 2001; dan Paul dan George, 2005). Pada masa kini, kajian sel stem sudah mula mendapat perhatian untuk digunakan dalam bidang pemprosesan makanan seperti pengkulturan daging.

Konsep dan Sejarah Daging Kultur

Para saintis telah menggunakan pelbagai istilah untuk menggambarkan daging kultur. Antara istilah yang digunakan adalah *cultured meat* (Hanna dan M. Joost, 2011), *cultured beef* (Mark Post, 2013), *lab-meat* (Andy Coghlan, 2011), *lab-grown meat* (Pascale Sophie, 2011), *artificial meat* (Arkadiusz Orzechowski, 2014) dan *in-vitro meat* (Zuhaib Fayaz et al., 2014b). Dalam Bahasa Arab pula, setakat ini masih tiada sebarang istilah baru digunakan atau diperkenalkan oleh para ulama' semasa. Namun, jika istilah-istilah Bahasa Inggeris tersebut diterjemah secara literal, istilah tersebut boleh menjadi اللحم الاصطناعي (*artificial meat*) (Euronews, 2014), اللحم المعمالي (*lab-grown meat*), atau اللحم الأنابيب (*in-vitro meat*) (al-Nisf, 2014). Begitu juga dalam Bahasa Melayu, tiada satu istilah khusus yang digunakan secara rasmi oleh Dewan Bahasa dan Pustaka. Namun, terdapat beberapa penulis telah menggunakan istilah 'daging kultur' dalam penulisan mereka (Mohammad Naqib, 2015).

Secara umum, daging kultur adalah daging yang dihasilkan di luar badan haiwan dengan menggunakan teknik pengkulturan, sama ada melalui

pengkulturan tisu atau sel stem yang diambil dari haiwan (Zuhaib Fayaz et al., 2014a). Tisu atau sel stem kemudian diletakkan di dalam medium yang sesuai bagi membolehkan tisu atau sel stem tersebut membiak dan berkembang sehingga menjadi daging. Medium tersebut mestilah mengandungi segala nutrien, dan tenaga (*energy*) yang diperlukan oleh tisu atau sel stem untuk terus membiak (Zuhaib Fayaz et al., 2014b).

Daging kultur boleh dilihat pada beberapa aspek iaitu sumber, proses penghasilan, medium dan hasil akhir. Pertama, sumber daging kultur mestilah melibatkan tisu atau sel stem haiwan. Kedua, proses penghasilan daging kultur dilakukan secara *ex vivo* iaitu di luar badan haiwan. Ketiga, daging kultur akan dibiakkan di dalam medium yang sesuai. Keempat, pengkulturan daging akan menghasilkan daging juga. Apa yang membezakan antara daging kultur dan daging konvensional adalah dari segi penampilan fizikalnya yang lebih menyerupai daging cincang. Perkara ini dijangka akan diatasi oleh saintis.

Dari segi sejarah pula, idea penghasilan daging kultur sudah bermula sejak tahun 1930an oleh dua orang sarjana Barat, iaitu Fredrick Edwin Smith (1930) dan Winston Churchill (1932). Mereka dipercayai mendapat idea tersebut dari kejayaan seorang saintis bernama Dr. Alexis Carrel (1937), yang telah berjaya memastikan sel jantung ayam (*embryonic chicken heart*) hidup secara *ex vivo* untuk satu tempoh yang lama. Usaha beliau adalah kejayaan pertama seumpamanya. Pada tahun 1943, seorang penulis novel bergenre sains fiksi telah menggambarkan penggunaan daging kultur di restoran dalam novelnya bertajuk 'Ravage' (Zuhaib et al., 2014b). Disebabkan teknologi pada waktu itu masih tidak mampu mengkulturkan sel atau tisu, maka idea daging kultur ini hanya tinggal impian untuk beberapa dekad.

Pada tahun 1999, Willem van Eelen yang berasal dari Belanda menjadi saintis pertama yang telah memohon dan mendapat paten di peringkat antarabangsa dan di Amerika Syarikat bagi konsep pemprosesan daging menggunakan teknik pengkulturan daging (Zachary Schneider, 2013; Van Eelen, 2014; dan Michael Specter, 2014). Tiga tahun selepas itu, sekumpulan saintis yang diketuai oleh Benjaminson telah berjaya mengkulturkan tisu otot ikan emas (*Carassius auratus*) dalam bekas petri. Teknik yang digunakan hampir sama dengan teknik Alexis Carrel (M. A. Benjaminson et al., 2002; Zachary, 2013; dan NASA, 2014). Dr. Mark Post pula telah menjadi saintis pertama yang menghasilkan daging burger lembu kultur. Daging tersebut telah dimasak dan diuji oleh dua orang panel di Riverside Studios pada 5 Ogos 2013. Pihak panel sangat berpuas hati dengan rasa daging tersebut dan mengatakan rasanya hampir sama dengan daging sebenar (Marta Zaraska, 2014).

Faktor Penghasilan Daging Kultur

Terdapat banyak faktor yang mendorong para saintis untuk menghasilkan daging kultur, antaranya bilangan penduduk dunia yang semakin bertambah memberi kesan kepada permintaan daging, pencemaran alam sekitar, kebajikan haiwan, pengurangan kos seperti kos penternakan, pemprosesan dan pengangkutan, dan faktor kesihatan.

Mengikut perkiraan yang dibuat oleh World Health Organisation (WHO) dan beberapa pengkaji lain, bilangan penduduk dunia pada tahun 2014 sudah mencecah 7 bilion (WHO, 2014; Worldometers, 2014) dan dijangka akan mencapai 9.7 bilion pada tahun 2050 (Steve Wilson, 2014; dan Julian Cribb, 2010) dan 11 – 12 bilion pada dekad yang seterusnya (Warren M. Hern, 1993). Peningkatan populasi penduduk dunia telah menyebabkan permintaan kepada makanan, khususnya daging meningkat. Dianggarkan bahawa penggunaan daging dijangka meningkat lebih dua kali ganda, iaitu sekitar 73% dari tahun 1999 dan 2050 (FAO, 2006; FAO, 2011). Permintaan makanan yang semakin meningkat, khususnya protein, jika tidak mampu dipenuhi, akan membawa banyak masalah kepada manusia seluruhnya. Antara alternatif yang pernah dibuat oleh para saintis adalah dengan memperkenalkan 'daging' (*meat substitute*) dari sayuran (Mark Post, 2012), serangga (Gene DeFoliart, 1992) dan daging kultur (Mark Post, 2013).

Peningkatan populasi manusia telah membawa banyak masalah kepada alam sekitar (Russel dan David, 2001), sama ada secara langsung atau tidak langsung. Sebagai contoh, antara tahun 1950 hingga 1990 penggunaan tenaga (*energy*) telah meningkat sebanyak 5 kali ganda, air 3 kali ganda, gandum 2.6 kali ganda, ikan 4.4 kali ganda dan bilangan lembu yang disembelih telah meningkat dari 2.1b (1950) kepada 4.4b (1990). Penghasilan karbon dioksida (CO₂) juga telah meningkat sebanyak 3 kali ganda (Walter H., 1994). Antara cara yang dicadangkan adalah dengan penghasilan daging di dalam makmal, iaitu daging kultur. Penghasilan daging kultur tidak memerlukan kepada tanah yang luas, air yang banyak disamping tidak memberikan sebarang pencemaran.

Mengikut kajian di negara-negara Kesatuan Eropah, penternakan haiwan seperti lembu dan ayam menyebabkan pencemaran alam sekitar yang besar. Antaranya kesan rumah hijau (*Greenhouse Gas - GHG*) 9.1% dan tanah 12.8% (Franz dan Adrian, 2012). Berdasarkan perangkaan yang dibuat, jika daging kultur ini berjaya dipasarkan dengan meluas di seluruh Eropah, kadar pencemaran GHG akan berjaya dikurangkan sehingga 78-96%, penggunaan tanah (99%) dan air (82-96%) (Hanna et al., 2011; Hanna et al., 2012).

Faktor seterusnya adalah aspek kebajikan haiwan yang amat dititikberatkan oleh masyarakat Barat. Dr. Mark Post mendapati bahawa kesedaran masyarakat Barat mengenai kebajikan haiwan semakin meningkat. Ini dapat dilihat daripada penulisan mengenai daging kultur yang meningkat antara

tahun 1982-2008 (Mark Post, 2012). Jadi, terdapat sebahagian aktivis haiwan yang sudah boleh menerima konsep daging kultur, malah sebahagian dari mereka telah menggunakan istilah *victimless meat* bagi daging kultur ini (Zuhaib et al., 2014b). Menerusi pengkulturan daging, penyembelihan haiwan boleh dikurangkan dan secara teorinya, satu kilang yang besar, malah satu sel stem sudah boleh memenuhi keperluan daging dunia (Zuhaib et al., 2001; Zuhaib et al., 2011).

Penghasilan daging secara konvensional seperti yang diamalkan pada hari ini melibatkan kos yang tinggi dengan penggunaan tenaga, tanah, air dan masa yang banyak. Mengikut laporan yang dibuat oleh FAO pada tahun 2006, 30% tanah dan 8% air bersih di dunia ini digunakan untuk penghasilan daging (FAO, 2006). Malah, terdapat kajian menunjukkan sebanyak 50 ribu hingga 100 ribu liter air diperlukan hanya untuk menghasilkan satu kilogram daging lembu sahaja (Adam May, 2012). Keadaan ini berbeza dengan daging kultur yang tidak memerlukan masa yang lama dan menjimatkan penggunaan tanah dan air.

Melalui pengkulturan daging, para saintis boleh 'menyusun' kandungan gizi dan nutrisi yang diperlukan oleh manusia, seterusnya menjadikan daging kultur lebih sihat dan selamat berbanding dengan daging konvensional. Ini kerana daging dipercepat menjadi punca kepada pelbagai jenis penyakit seperti boleh meningkatkan risiko penyakit jantung, diabetes dan kanser (Susanna C. dan Alicja Wolk, 2006; Yiqing et al., 2004). Kandungan gizi daging kultur boleh dikawal dengan memanipulasi komposisi bahan dan lemak yang digunakan sebagai medium pembiakan. Nisbah antara lemak tepu (*saturated fatty acids*) dan tidak tepu (*polyunsaturated fatty acids*) boleh dikawal dengan baik. Lemak tepu pula boleh digantikan dengan lemak lain yang lebih baik seperti omega-3 (Van Eelen, 2014).

Teknik Penghasilan Daging Kultur

Penghasilan daging kultur boleh dilihat pada tiga aspek, iaitu sumber sel stem yang digunakan, teknik yang digunakan dan medium kultur. Sel stem yang digunakan boleh dibahagikan kepada dua; Sel Embrio (*Embryonic Stem Cell - ESCs*) dan Sel Stem Dewasa (*Adult Stem Cell - ASCs/ Non-Embryonic Stem Cell*).

ESCs adalah pilihan paling tepat dan terbaik (P. D. Edelman, 2005) untuk menghasilkan daging kultur kerana kemampuannya untuk membiak dan berkembang tanpa batasan (Zuhaib et al., 2001; Zuhaib et al., 2011). Secara teori, satu sel stem embrio mampu untuk menghasilkan daging yang boleh memenuhi permintaan manusia seluruh dunia (Adam May, 2012). Di sebalik kelebihan yang dimiliki oleh ESCs ini, terdapat beberapa halangan yang dihadapi oleh para saintis dari menggunakan sel ini seperti kekurangan

maklumat mengenai 'signal' (*cues*) (Ali Samadhikuchaksaraei et al., 2014; Kshitiz et al., 2012) yang menjadi faktor ESCs ini berubah menjadi sel otot (Zachary, 2013), kebarangkalian ESCs menjadi sel kanser (*cancerous cell*) yang boleh menyebabkan pembentukan tumor ketika ESCs berkembang dan membiak (I. Datar dan M. Betti, 2010) dan penggunaannya dalam kajian dan pengkulturan daging masih terikat dengan isu etika kerana ESCs diambil dari embrio (Marloes L. P. Langelaan et al., 2010).

Sumber kedua pula adalah *Myosatellite Cells* yang merupakan salah satu dari ASCs. ASCs boleh 'berubah' menjadi sel otot dan diambil dari beberapa jenis tisu haiwan dewasa (*adult tissue*) (A. J. Agers dan I. L. Weisman, 2004). Setakat ini, *myosatellite cells* adalah pilihan paling sesuai kerana tidak memerlukan sebarang 'signal' luaran untuk berubah menjadi sel otot. Malah, sel ini sudah mampu dipisahkan dari beberapa jenis haiwan ternakan seperti lembu (M. V. Dodson et al., 1987), khinzir (K. J. Wilschut et al., 2008), ayam (Z. Reuveni Yablonka et al., 1987), ayam belanda (D. C. McFarland et al., 1988), ikan (R. E. Powell et al., 1989) dan kambing biri-biri (M. V. Dodson et al., 1986).

Namun, penggunaan ASCs ini mempunyai beberapa kekurangan seperti *myosatellite cells* tidak boleh dijumpai dengan mudah di dalam tubuh haiwan (Zachary, 2013; dan I. Datar dan M. Betti, 2010), sel ini mempunyai limitasi dalam pengembangan dan pembiakannya yang dinamakan sebagai *Hayflick Limit* dan pembiakan *myosatellite cells* untuk satu tempoh yang lama boleh menghasilkan sel yang merbahaya (*malignant transformation*) (Adam May, 2012; P. D. Edelman, 2005; G. Lazennec dan C. Jorgensen, 2008; Hayflick dan P. S. Moorhead, 1961; dan L. Hayflick, 1965).

Dari segi teknik pula, terdapat beberapa teknik yang telah digunakan oleh para saintis. Setakat ini, hanya tiga sahaja yang berjaya menghasilkan daging, dan satu sahaja yang betul-betul boleh dimakan dan diuji oleh pakar pemakanan. Tiga teknik tersebut adalah *Scaffold Structure*, *Self-Organizing* dan *3D Printing*.

Teknik *Scaffold Structure* bermula dengan pemisahan (*isolation*) sel stem dari tubuh haiwan ternakan seperti lembu atau kambing dan akan diletakkan di dalam satu bekas atau bioreactor yang mengandungi medium kultur yang sesuai, sama ada medium tersebut dari serum atau berasaskan tumbuhan. Medium tersebut mestilah mempunyai persekitaran dan komposisi nutrien dan kimia yang sama dengan keadaan di dalam badan haiwan (*in vivo*) (Zachary, 2013; dan I. Datar dan M. Betti, 2010). Sel stem ini akan membiak dan berkembang untuk tempoh beberapa minggu atau bulan menjadi sel otot dan melekat pada rangka (*scaffold*) yang diletakkan di dalam bekas atau bioreaktor tadi. Sel ini akan 'berubah' menjadi sel otot dengan 'signal' (*cues*) dari persekitaran yang ada. Semua sel ini akan digabungkan dan boleh diproses, dimasak dan dimakan oleh manusia (Adam May, 2012; P. E. Kosnik

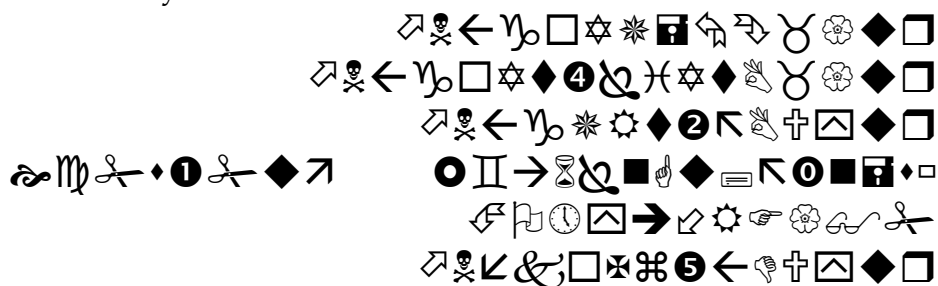
et al., 2003). Antara kekurangan teknik ini adalah ketidakmampuan teknik ini menghasilkan daging seperti yang ada pada badan lembu, iaitu dalam bentuk tiga dimensi (3D). Tetapi, jika teknik ini mahu dijadikan sebagai produk daging cincang, teknik ini sudah boleh dianggap praktikal (Zuhaib et al., 2014b).

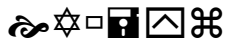
Teknik kedua pula (*Self-Organising*) telah digunakan oleh sekumpulan saintis yang diketuai oleh Benjaminson. Mereka telah mengkulturkan daging ikan emas (*carassius auratus*) dengan mencincangnya dan meletakkan daging tersebut di dalam bekas (*petri dish*) yang mengandungi medium kultur yang sesuai. Tempoh yang diberikan adalah tujuh hari. Walaupun teknik ini menjanjikan daging kultur yang menyamai daging sebenar, ia masih tidak terlepas dari kekurangan seperti ketiadaan saluran darah untuk membekalkan nutrien kepada sel otot yang berada di tengah-tengah daging. Jika keadaan ini dibiarkan, daging tersebut boleh menjadi beracun (Benjaminson et al., 2002; R. R. Britt, 2014; Ian Sample, 2014; R. Dennis dan P. Kosnik, 2000).

Teknik terakhir pula telah diperkenalkan oleh Dr. Gabor Forgacs pada tahun 2011 (Stacy Lu, 2014). Secara umumnya, daging adalah gabungan dari berbilion sel otot, sel lemak, sel darah dan sebagainya. Melalui mesin pencetak tiga dimensi, 'dakwat' yang akan digunakan adalah sel-sel tadi, dan kemudiannya 'dicetak' di atas sehelai 'kertas' yang boleh dihilangkan selepas daging tersebut siap 'dicetak' (Vladimir Mironov et al., 2003; dan Peter Aldous, 2006). Sel-sel tersebut, sama ada sel otot, sel lemak atau sel darah akan dibiakkan di dalam medium kultur sepertimana teknik pertama.

ANALISIS HUKUM

Isu daging kultur adalah satu isu kontemporari yang tidak disebutkan secara langsung di dalam nas al-Qur'an atau al-Hadith, dan tidak pernah dibincangkan secara langsung oleh para ulama' klasik. Terdapat beberapa isu dalam fiqh klasik yang boleh dijadikan sandaran dalam pengeluaran hukum mengenai status daging kultur ini. **Pertama**, adalah isu hukum 'mengubah ciptaan Allah swt' kerana kaedah pengkulturan daging secara jelas bertentangan dengan kaedah konvensional melalui penternakan haiwan. Allah SWT secara jelas melarang sebarang bentuk pengubahan ciptaanNya melalui firmanNya:





Terjemahan: (Syaitan berkata:) “Dan demi sesungguhnya, aku akan menyekat mereka (dari kebenaran), dan demi sesungguhnya aku akan memperdayakan mereka dengan angan-angan kosong, dan demi sesungguhnya aku akan menyuruh mereka (mencacatkan binatang-binatang ternak), lalu mereka membelah telinga binatang-binatang itu, kemudian aku akan menyuruh mereka mengubah ciptaan Allah” (al-Nisa’, 119).

Malah, Nabi SAW juga melarang beberapa perbuatan disebabkan perbuatan tersebut termasuk dalam mengubah ciptaan Allah SWT seperti mencacah tatu, menjarakkan gigi dan mencukur bulu kening. Sabda Nabi SAW:

((لعن رسول الله الواشمة والمستوشمة ، والواشرة والمستوشرة ، والنامصة والمتنمصة))

وفي رواية : ((المغيرات خلق الله))

Terjemahan: Allah SWT melaknat perempuan yang membuat tatu dan yang minta dibuatkan tatu untuknya, perempuan yang menjarakkan gigi dan yang meminta supaya dijarakkan giginya (Ibn al-Mulaqqan), perempuan yang mencukur bulu kening dan yang minta supaya dicukur bulu keningnya (Ahmad bin Hanbal, 1416H/1995M; al-Ansari, 1425H/2004M; Abu Dawud, 1418H/1997M; dan al-Albani, 1400H/1980M).

Pengharaman perbuatan mengubah ciptaan Allah SWT itu merujuk kepada perubahan kekal yang bertujuan buruk seperti untuk penipuan di samping memberikan kesan negatif. Terdapat beberapa perkara yang boleh dikategorikan sebagai mengubah ciptaan Allah SWT, namun masih dibenarkan oleh syarak atas tujuan kebersihan dan kesihatan seperti memotong kuku dan bersunat (Musa Shahin, 2002). Maka, proses pengkulturan daging tidak termasuk dalam kategori ini kerana proses ini memberikan banyak kebaikan dan tidak melibatkan sebarang penipuan (Mohammad Naqib, 2015).

Kedua, pengkulturan daging juga termasuk dalam perbincangan ‘anggota yang terpisah dari badan haiwan’ kerana sel stem yang digunakan diambil dari haiwan, sama ada ketika haiwan tersebut masih hidup atau sesudah disembelih. Dalam satu hadis yang diriwayatkan oleh Abi Waqid al-Laythi bahawa Nabi SAW telah tiba di Madinah dan ketika itu penduduk Madinah (pada waktu itu) memotong bonggol unta dan anggota badan kambing. Lalu Nabi SAW bersabda:

((ما قُطِعَ من البهيمة وهي حية فهي ميتة))

Terjemahan: *Apa sahaja yang terpotong dari haiwan ternakan dalam keadaan haiwan tersebut masih hidup, maka anggota tersebut adalah bangkai (dan dikira najis) (al-Tirmidhi, 1417H; al-Bayhaqi, 1424H/2003M).*

Majoriti ulama' berpendapat bahawa daging, lemak atau tulang yang terpotong dari haiwan ketika masih hidup adalah najis dan haram dimakan. Bulu dan rambut dikecualikan kerana sukar dielakkan (al-Khitabi, 1418H/1997M; al-Qari, 1422H/2001M; al-Munawi, 1391H/1972M; al-Shawkani, 1427H; al-Mubarakfuri, t.t.; Ibn 'Abd al-Barr, 1401H/1981M; al-San'ani, 1427H/2006M).

Ketiga, jika terdapat sel stem yang digunakan adalah daripada jenis ESCs, maka status ESCs mempunyai perkaitan dengan hukum *mudghah*, 'alaqah atau janin haiwan. *Mudghah*, 'alaqah atau janin yang telah mati adalah najis kerana masih peringkat 'darah' sebagaimana yang disebutkan oleh Allah SWT dalam surah al-Mu'minun, ayat 14. Tetapi jika janin terkeluar dari perut ibunya dalam keadaan masih hidup, janin tersebut perlu disembelih sebelum boleh dimakan (Al-Khitabi, 1418H/1997M; al-Qari, 1422H/2001M; al-Munawi, 1391H/1972M; al-Shawkani, 1427H; al-Mubarakfuri, t.t.; Ibn 'Abd al-Barr, 1401H/1981M; al-San'ani, 1427H/2006M; al-Tibi, 1417H/1997M; Kementerian Wakaf Kuwait, 1406H/1986M). Walaupun ESCs itu dikategorikan sebagai najis, perubahannya menjadi sel daging selepas itu akan mengubah status najisnya tetapi lembu tersebut masih perlu disembelih terlebih dahulu (Mohammad Naqib, 2015) selaras dengan hadis Nabi SAW yang diriwayatkan oleh Abi Sa'id bahawa Nabi SAW bersabda:

((ذكاة الجنين ذكاة أمه))

Terjemahan: *Sembelihan janin itu adalah dengan sembelihan ibunya (al-Tirmidhi, 1417H).*

Fatwa khusus mengenai hukum memakan daging kultur masih sukar diperolehi. Antara fatwa terawal yang telah dikeluarkan adalah dari *Islamic Institute of Orange Country (IIOC)* (2014), Amerika Syarikat, Mufti Faraz Adam al-Mahmudi (2014) dan 'Abd al-Qahir Qamar dari *International Islamic Fiqh Academy (Majma' al-Fiqh al-Islami)*, Jeddah, Arab Saudi (Thomas Billingham, 2014; Tom Heneghan, 2014). Mereka yang mengharuskan memakan daging tersebut telah mengqiyyaskan penghasilan daging kultur dengan penghasilan *yogurt*. Dr. Monzer Kahf (2014) pula memilih pendekatan *tawaqquf* sehingga isu ini benar-benar difahami dengan jelas. Menurut beliau, kaedah pengambilan sel tersebut perlu diambil perhatian. Namun demikian, fatwa yang diberikan bukanlah berdasarkan kajian ilmiah yang mendalam kerana masih tiada sebarang kertas kerja khusus diperolehi dari mereka. Di Malaysia pula, setakat ini masih tiada fatwa khusus mengenainya. Ini kerana kaedah

ini masih baru dan belum memasuki pasaran Malaysia (Kementerian Pertanian dan Industri Tani Malaysia, 2011).

Secara umumnya, jika sumber sel stem diambil selepas haiwan tersebut disembelih, maka daging kultur yang dihasilkan selepas itu adalah suci dan Halal dimakan kerana sumbernya adalah daging Halal. Jika sumber stem stem diambil ketika haiwan tersebut masih hidup, maka daging kultur yang dihasilkan selepas itu adalah najis dan haram dimakan kerana terdapat hadis Nabi SAW yang secara jelas mewajibkan sembelihan bagi setiap haiwan yang ingin dimakan daging (Mohammad Naqib, 2015).

KESIMPULAN

Status daging kultur berkait rapat dengan sumber sel stem yang digunakan dalam pengkulturan. Jika lembu yang menjadi sumber sel stem disembelih mengikut kaedah-kaedah yang telah digariskan oleh Islam, maka daging tersebut Halal dimakan. Pengkulturan daging adalah satu isu baru dalam bidang pemprosesan makanan, tetapi dari segi sejarah, ideanya mula diperkenalkan sejak 1930an lagi. Setakat ini, manfaat-manfaat dari pengkulturan daging ini sangat banyak. Usaha-usaha mengkaji dan menghasilkannya perlu dipergiatkan, lebih-lebih lagi di Malaysia yang sedang berusaha menjadi salah satu dari negara-negara yang menguasai pasaran Halal dunia. Namun, sebelum daging kultur ini betul-betul boleh dikomersialkan, kajian mengenai persepsi dan penerimaan masyarakat Islam perlu dibuat, tidak kira di peringkat kebangsaan atau di peringkat dunia.

RUJUKAN

- A. J. Agers dan I. L. Weisman. 2004. *Plasticity of Adult Stem Cells*, dalam *Jurnal Cell*, vol. 116, no. 5, 639-648.
- A. Y. Hoekstra dan A. K. Chapagain. 2006. *Water Food Prints of Nations: Water Use By People as a Function of Their Consumption Pattern*, dalam *Jurnal Water Resources Management*.
- Adam May. 2012. *"In vitro meat: Protein for Twelve Billion"*. New Zealand: tesis Sarjana.
- Ahmad bin Hanbal. 1416H/1995M. *Musnad al-Imam Ahmad bin Hanbal*, ed. Shu'ayb al-Arna'ut et al. Beirut: Muassasah al-Risalah.
- Al-Albani, Muhammad Nasir al-Din. 1400H/1980M. *Ghayah al-Maram fi Takhrij Ahadith al-Halal wa al-Haram*. Damshiq dan Beirut: al-Maktab al-Islami.
- Al-Ansari, Siraj al-Din Abi Hafs 'Umar bin 'Ali bin Ahmad. 1425H/2004M. *Al-Badr al-Munir fi Takhrij al-Ahadith wa al-Athar al-Waqi'ah fi al-Sharh al-Kabir*, ed. Abi Muhammad 'Abdullah bin Sulaiman et al. Riyad: Dar al-Hijrah, edisi pertama.

- Al-Azdi, Abu Dawud Sulaiman bin al-Ash'ath al-Sijistani. 1418H/1997M. *Sunan Abi Dawud*, ed. 'Izzat 'Ubaid al-Da'as dan 'Adil al-Sayyid. Beirut: Dar Ibn Hazm.
- Al-Bayhaqi, Abi Bakr Ahmad bin al-Husayn bin 'Ali. 1424H/2003M. *Al-Sunan al-Kubra*, ed. Muhammad 'Abd al-Qadir 'Ata. Beirut: Dar al-Kutub al-'Ilmiyyah.
- Alexis Carrel. 1937. *The Culture of Whole Organs*, dalam *The Journal of Experimental Medicine*, vol. 65, 515-529.
- Ali Samadhikuchaksaraei et al. 2014. *Stem Cell as Building Blocks*, dalam *Principles of Tissue Engineering*, ed. Robert Lanza. New York: Academic Press, 41-55.
- Al-Khitabi. 1418H/1997M. *Ma'alim al-Sunan Sharh Sunan Abi Dawud*, ed. 'Izzat 'Ubaid al-Da'as dan 'Adil al-Sayyid. Beirut: Dar Ibn Hazm.
- Al-Mubarakfuri, Abi al-'Ali Muhammad 'Abd al-Rahman bin 'Abd al-Rahim. t.t. *Tuhfah al-Ahwadhi bi Sharh al-Jami 'al-Tirmidhi*, ed. 'Abd al-Wahhab 'Abd al-Latif Beirut: Dar al-Fikr, t.t.
- Al-Munawi, 'Abd al-Ra'uf. 1391H/1972M. *Fayd al-Qadir Sharh al-Jami al-Saghir*. Beirut: Dar al-Ma'rifah.
- Al-Qari, 'Ali bin Sultan Muhammad al-Qari. 1422H/2001M. *Mirqah al-Mafatih Sharh Mishkah al-Masabih*, ed. Jamal 'Aytani. Beirut: Dar al-Kutub al-'Ilmiyyah.
- Al-San'ani, Muhammad bin Isma'il. 1427H/2006M. *Subul al-Salam Sharh Bulugh al-Maram*, ed. Muhammad Nasir al-Din al-Albani. Riyad: Maktabah al-Ma'arif.
- Al-Shawkani, Muhammad bin 'Ali. 1427H. *Nayl al-Awtar min Asrar Muntaha al-Akhhbar*, ed. Muhammad Subhi bin Hasan Hallaq. Al-Dammam: Dar Ibn al-Jawzi.
- Al-Tibi, Sharaf al-Din al-Husayni bin 'Abdullah bin Muhammad. 1417H/1997M. *Al-Kashif 'an Haqa'iq al-Sunan*, ed. 'Abd al-Hamid Hindawi. Makkah al-Mukarramah: Maktabah Nizar Mustafa al-Baz.
- Al-Tirmidhi, Muhammad bin 'Isa bin Sawrah. 1417H. *Sunan al-Tirmidhi*, ed. Muhammad Nasir al-Din al-Albani et al. Riyadh: Maktabah al-Ma'arif.
- Andy Coghlan. 2011. *Meat without Slaughter*, dalam *Jurnal New Scientist*, vol. 211, no. 2828, 8-9.
- Anna M. Wobus dan Kenneth R. Boheler. 2005. *Embryonic Stem Cells: Prospects for Developmental Biology and Cell Therapy*, dalam *Jurnal Physiol Rev*, vol. 85, 635-678.
- Anna M. Wobus. 2001. *Potential of Embryonic Stem Cells*, dalam *Jurnal Molecular Aspects of Medicine*, vol. 22, 149-164.
- Arkadiusz Orzechowski. 2014. *Artificial Meat? Feasible Approach Based on the Experience from Cell Culture Studies*, dalam *Journal of Integrative Agriculture (JIA)*.

- BBC News: Science and Environment. 24 Oktober 2014. "World's First Lab-grown Burger is Eaten in London". Diakses dari laman sesawang BBC, <http://www.bbc.com/news/science-environment-23576143>.
- Benjaminson et al. 12 Disember 2014. "In Vitro Edible Muscle, 879-889; R. R. Britt, Food of the Future: Fish Flesh Grown Without the Fish". Diakses dari laman sesawang *Space.com*, http://www.space.com/scienceastronomy/generalscience/fish_food_020329.html.
- Brian J. Ford. 2011. *Cultured Meat: Food for the Future*, dalam Jurnal *The Microscope*, vol. 59, no. 2, 73-81.
- D. C. McFarland, M. E. Doumit dan R. D. Minshall. 1988. *The Turkey Myogenic Satellite Cell: Optimization of In Vitro Proliferation and Differentiation*, dalam Jurnal *Tissue Cell*, vol. 20, no. 6, 899-908.
- Euronews*. 19 November 2014. *Luhum Istina'iyah Badilah 'an al-Lahm al-Tabi'i li al-Hifaz 'ala al-Hayah al-Haywanat*. Diakses dari laman sesawang *Arabic Euro News*, <http://arabic.euronews.com/2012/02/23/in-vitrio-meat/>.
- Farzaneh Zahidi-Anaraki dan Bagher Larijani. 2011. *Stem Cell: Ethical and Religious Issues*, dalam Jurnal *Bioethics in the 21st Century*. Rijeka: InTech, 2011, 87-102.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2006. *Livestock's Long Shadow – Environmental Issues and Options*. Rome: FAO United States.
- _____. 2011. *Livestock's Long Shadow – Environmental Issues and Options*. FAO of the United Nations: Rome.
- Franz Weiss dan Adrian Leip. 2012. "Greenhouse gas emissions from the EU livestock sector: A life cycle assessment carried out with the CAPRI model", Jurnal *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 149, 124-134.
- Fredick Edwin Smith. 1930. *The World in 2030 A.D.* London: Hodder and Stoughton.
- G. Lazennec dan C. Jorgensen. 2008. *Conscice Review: Adult Multipotent Stromal Cells and Cancer: Risk or Benefits?*, dalam Jurnal *Stem Cell*, vol. 26, no. 6, 1387-1394.
- Gene DeFoliart. 1992. *Insects as Human Food*, dalam Jurnal *Crop Protection*, vol. 11, no. 5, 395-399.
- Hanna L. Tuomisto dan M. Joost Texeira de Mattos. 2011. *Environmental Impacts of Cultured Meat Production*, dalam Jurnal *Environmental: Science and Technology*, vol. 45, 6117-6123.
- Hanna L. Tuomisto dan Avijit G. Roy. 2-4 Oktober 2012. "Could Cultured Meat Reduce Environmental Impact of Agriculture in Europe". Makalah, 8th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector, Rennes, France.
- Henry Fountain. 7 November 2014. "A Lab-Grown Burger Gets a Taste Test". Diakses dari laman sesawang *The New York Times*,

<http://www.nytimes.com/2013/08/06/science/a-lab-grown-burger-gets-a-taste-test.html? r=0>.

- Hossam E. Fadel. 2007. *Prospect and Ethics of Stem Cell Research: An Islamic Persepctive*, dalam *Journal of Islamic Medical Association (JIMA)* vol. 29, 73-83.
- I. Datar dan M. Betti. 2010. *Possibilities for an In Vitro Meat Production System*, dalam *Jurnal Innovative Food Science and Emerging Technologies*, vol. 11, 13-22.
- Ian Sample. 12 Desember 2014. "Fish Fillet Grow in Tank". Diakses dari laman sesawang [NewScientist.com, http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn2066](http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn2066).
- Ibn 'Abd al-Barr, Abi 'Umar Yusuf bin 'Abdullah Ibn Muhammad bin 'Abd al-Barr al-Namiri al-Andalusi. 1401H/1981M. *Al-Tamhid lima fi al-Muwatta' min al-Ma'ani wa al-Asanid*, ed. Sa'id Ahmad A'rab (t.p.).
- Islamic Institute of Orange Country. 4 Oktober 2014. "If meat is created/ engineered in a lab, is it Halal?". Diakses dari laman sesawang IIOC, <http://www.iioc.com/questions/is-cultured-meat-Halal/>.
- Julian Cribb. 2010. "The Coming Famine: Risks and Solution for Global Food Security", *Jurnal Agricultural Science*, v. 22, no. 1, 24.
- K. J. Wilschut et al. 2008. *Isolation and Characterization of Porcine Adult Muscle-Derived Progenitors Cells*, dalam *Journal Cell Biochem*, vol. 105, no. 5, 1228-1239.
- Kahf. 12 Oktober 2014. "Financial Issues of Muslim Minorities (live Fatwa)". Diakses dari laman sesawang [onislam.net, http://www.onislam.net/english/shariah/special-coverage/464097-financial-issues-of-muslim-minorities-live-fatwa.html](http://www.onislam.net/english/shariah/special-coverage/464097-financial-issues-of-muslim-minorities-live-fatwa.html).
- Kementerian Pertanian dan Industri Tani Malaysia, Dasar Agromakanan Negara 2011-2020. 2011. Kuala Lumpur: Percetakan Watan Sdn. Bhd.
- Kementerian Wakaf Kuwait. 1406H/1986M. *Al-Mawsu'ah al-Fiqhiyyah al-Kuwaitiyyah*. Kuwait: Dhat al-Salasil.
- Kshitiz et al. 2012. *Control of Stem Cell Fate and Function by Engineering Physical Microenvironments*, dalam *Jurnal Integrative Biology*, vol. 4, 1008-1018.
- L. Hayflick dan P. S. Moorhead. 1961. *The Serial Cultivation of Human Diploid Cell Strains*, *Jurnal Experimental Cell Research*, no. 25, 585-621.
- L. Hayflick. 1965. *The Limited In Vitro Lifetime of Human Diploid Cell Strains*, vol. 37, no. 3, 614-636.
- M. A. Benjaminson, J. A. Gilchrist dan M. Lorenz. 2002. *In Vitro Edible Muscle Protein Production System (MPPS): Stage 1: Fish*, dalam *Jurnal Acta Astronautica*, vol. 51, no. 12, 879-889.
- M. V. Dodson et al. 1986. *Isolation of Satellite Cells from Ovine Skeletal Muscle*, dalam *Journal Tissue Cultivation Methods*, vol. 10, no. 4, 233-237.

- _____. 1987. *Optimization of Bovine Satellite Cell Derived Myotube Formation In Vitro*, dalam *Jurnal Tissue Cell*, vol. 19, no. 2, 159-166.
- Mark J. Post. 2012. *Cultured Meat from Stem Cell: Challenges and Prospect*, dalam *Jurnal Meat Science*, vol. 92, 297-301.
- _____. 2013. *Cultured Beef: Medical Technology to Produce Food*, dalam *Journal of Science Food Agriculture*.
- Marloes L. P. Langelaan et al. 2010. *Meet the New Meat: Tissue Engineered Skeletal Muscle*, dalam *21 Trends Food Science and Technology*, vol. 59, 60.
- Marta Zaraska. 7 November 2014. "Lab-Grown Beef Taste Test: 'Almost' Like a Burger". Diakses dari laman sesawang *The Washington Post*, http://www.washingtonpost.com/national/health-science/lab-grown-beef-taste-test-almost-like-a-burger/2013/08/05/921a5996-fdf4-11e2-96a8-d3b921c0924a_story.html.
- Michael Specter. 6 November 2014. "Test-tube Burgers". Diakses dari laman sesawang *The New Yorker*, <http://www.newyorker.com/magazine/2011/05/23/test-tube-burgers>.
- Mohammad Naqib bin Hamdan. 2015. *Penggunaan Sel Stem dalam Pengkulturan Daging: Analisis Menurut Perspektif Hukum Islam*. Kuala Lumpur, Tesis Sarjana.
- Mufti Faraz Adam al-Mahmudi. 4 Oktober 2014. "Are synthetically produced burgers from stem cells Halal?". Diakses dari laman sesawang Darul Fiqh, <http://darulfiqh.com/are-synthetically-produced-burgers-from-stem-cells-Halal/>.
- Musa Shahin Lashin. *Fath al-Mun'im Sharh Sahih Muslim*. Kaherah: Dar al-Shuruq, 2002.
- NASA. 7 November 2014. "Small Business Innovative Research (SBIR)". Diakses dari laman sesawang SBIR, <http://sbir.gsfc.nasa.gov/SBIR/abstracts/98/sbir/phase1/SBIR-98-1-09-05-6812.html>.
- P. E. Kosnik, R. G. Dennis dan H. H. Vandenburgh. 2003. *Tissue Engineering Skeletal Muscle*, dalam *Functional Tissue Engineering*. New York: Springer-Verlag, 377-392.
- P.D. Edelman et al. 2005. "Commentary: In Vitro Cultured Meat Production", dalam *Tissue Engineering*, vol. 11, no. 5/6, 659-662.
- Pascale Sophie Russell. 2011. *Moral Anger but not Moral Disgust, Responds to Intentionality*, dalam *Jurnal Emotion*, vol. 11, no. 2, 233-240.
- Paul H. Lerou dan George Q. Daley. 2005. *Therapeutic Potential of Embryonic Stem Cells*, dalam *Jurnal Blood Reviews*, vol. 19, 321-331.
- Peter Aldous. 15 April 2006. *Print Me a Heart and a Set of Arteries*, dalam *New Scientist*, 19.

- R. Dennis dan P. Kosnik. 2000. *Excitability and Isometric Contractile Properties of Mamalian Skeletal Muscle Construct Engineered In Vitro*, dalam *Jurnal In Vitro and Cellular Development Biology-Animal*, vol. 36, 327-335
- R. E. Powell, M. V. Dodson dan J. G. Cloud. 1989. *Cultivation and Differentiation of Satellite Cells from Skeletal Muscle of the Rainbow Trout *Salmo Gairdneri**, dalam *Journal Exp Zool*, vol. 250, no. 3, 333-338.
- Russell Hopfenberg dan David Pimentel. 2001. *Human Population Numbers as a Function of Food Supply*, dalam *Jurnal Environment, Development and Sustainability*, vol. 3, no. 1, 1-15.
- Shahrul Hisham Zainal Ariffin, Rohaya Megat Abdul Wahab dan Intan Zarina Zainol Abidin. 2011. *Bioteknologi: Sejarah dan Pengenalan*. Bangi: Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Stacy Lu. 13 Oktober 2014. "Gabor Forgacs: In vitro meat – it's what's for dinner!". Diakses dari laman sesawang *TedMedBlog*, <http://blog.tedmed.com/?p=585>.
- Steve Wilson. 3 Oktober 2014. "World population to reach 9.7 billion by 2050 new study predicts". Diakses dari laman sesawang *telegraph*, <http://www.telegraph.co.uk/earth/10348822/World-population-to-reach-9.7-billion-by-2050-new-study-predicts.html>.
- Susanna C. Larsson dan Alicja Wolk. 2006. *Meat Consumption and Risk of Colorectal Cancer: A Meta-Analysis of Perspective Studies*, dalam *International Journal Cancer*, vol. 119, 2657-2664.
- Thomas Billingham. 4 Oktober 2014. "Is 'shmeat' the answer? In vitro meat could be the future of food". Diakses dari laman sesawang *gulfnews.com*, <http://gulfnews.com/gn-focus/eat/is-shmeat-the-answer-in-vitro-meat-could-be-the-future-of-food-1.1176127>.
- Tom Heneghan. 4 Oktober 2014. "Religions asking if test-tube burgers allow them to keep the faith". Diakses dari laman sesawang *Reuters*, <http://www.reuters.com/article/2013/08/09/us-science-meat-religion-idUSBRE9780V020130809>.
- Traci Hukill. 12 Desember 2014. "Would You Eat Lab-Grown Meat?". Diakses dari laman sesawang *Alternet.org*, <http://www.alternet.org/envirohealth/38755/>.
- Van Eelen. 24 Oktober 2014. "Industrial Scale Production of Meat From Cell Culture". Diakses dari laman sesawang World Intellectual Property Organization (WIPO), <http://patentscope.wipo.int/search/en/WO1999031222>.
- Vladimir Mironov et al. 2003. *Organ Printing: Computer-Aided Jet-Based 3D Tissue Engineering*, dalam *Jurnal Trends in Biotechnology*, vol. 21, no. 4, 157-161.

- Walid 'Abd al-Latif al-Nisf (ed.). 19 November 2014. *Lahm al-Anabib 'ala al-Ma'idah Qariban*. Diakses dari laman sesawang al-Qabs, <http://www.alqabas.com.kw/node/10793>.
- Walter H. Corson. 1994. *Changing course: an outline of strategies for a sustainable future*, dalam *Jurnal Futures*, vol. 26, no. 2. 1994, 206-223.
- Warren M. Hern. 1993. "Is Human Culture Carcinogenic for Uncontrolled Population Growth and Ecological Destruction?", *Jurnal Bioscience*, v. 43, no. 11.
- Winston Churchill. 1932. *Fifty Years Hence: In Thoughts and Adventures*. London: Thornton Butterworth.
- World Health Organization (WHO). 3 Oktober 2014. "Urban Population Growth". Diakses dari laman sesawang WHO, http://www.who.int/gho/urban_health/situation_trends/urban_population_growth_text/en/.
- Worldometers. 3 Oktober 2014. "World Population". Diakses dari laman sesawang Worldometers, <http://www.worldometers.info/world-population/>.
- Yiqing Song, JoAnn E. Manson, Julie E. Buring dan Simin Liu. 2004. *A Prospective Study of Red Meat Consumption and Type 2 Diabetes in Middle-Aged and Elderly Women*, dalam *Jurnal Diabetes Care*, vol. 27, no. 9, 2108-2115.
- Z. Reuveni Yablonka, L. S. Quinn dan M. Nameroff. 1987. *Isolation and Clonal Analysis of Satellite Cells from Chicken Pectoralis Muscle*, dalam *Jurnal Development Biology*, vol. 119, no. 1, 252-259.
- Zachary Schneider. 2013. *In Vitro Meat: Space Travel, Cannibalism and Federal Regulation*, dalam *Houston Law Review*.
- Zuhaib Fayaz Bhat dan Hina Bhat. 2001. *Animal-free Meat Biofabrication*, dalam *American Journal of Food Technology*, vol. 6, no. 6, 441-459.
- _____. 2011. *Prospectus of Cultured Meat – Advancing Meat Alternatives*, dalam *Journal of Food Science and Technology*, vol. 48, no. 2, 125-140.
- Zuhaib Fayaz Bhat, Hina Bhat dan Vikas Pathak. 2014a. *Prospects for In Vitro Cultured Meat – A Future Harvest*, dalam *Principles of Tissues Engeneering, chapter 79*, 1663-1683.
- Zuhaib Fayaz Bhat, Sunil Kumar dan Hina Fayaz. 2014b. *In Vitro Meat Production: Challenges and Benefits Over Conventional Meat Production*, dalam *Journal of Integrative Agriculture (JIA)*.

Disclaimer

Opinions expressed in this article are the opinions of the author(s). Journal of Fatwa Management and Research shall not be responsible or answerable for any loss, damage or liability etc. caused in relation to/arising out of the use of the content.