

"Navigasi Bioetika Islam Terhadap Teknologi Daging Kultur: Analisis Integratif Potensi Produksi dan Batasan Hukum Syariah"

Abdullah Muamar^{1*}, Riandy Pratama²,

¹Program Studi Tadris IPA, Fakultas Tarbiyah, Universitas Islam An-Nur Lampung, Indonesia

² Program Studi Tadris IPA, Fakultas Tarbiyah, Universitas Islam An-Nur Lampung, Indonesia

*Corresponding Author Email: abdullahmuamar@an-nur.ac.id | riandypratama@an-nur.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received: Juli 2026

Revised: Oktober 2026

Accepted: Oktober 2026

Published: Oktober 2026

Classification:

- Integrated Science
- Science Education
- STEM / STEAM
- Applied Sciences

License:

CC BY 4.0 International

ABSTRACT

While cultured meat technology is projected as a solution to the global protein crisis and environmental emissions, its halal status remains a lingering theological debate, particularly within the unique socio-religious context of Indonesia. This study aims to analyze the technical production processes of cultivated meat and examine the Islamic bioethical boundaries of its consumption through an integrative lens. Employing an integrative literature review design, this research synthesizes technical bioprocess data with contemporary Islamic legal frameworks, utilizing the Maqashid Syariah approach and a two-tier analytical model. The results indicate that the production of cultured meat involves complex stages, including cell biopsy, proliferation in bioreactors, and differentiation into muscle fibers. Ecologically, this technology has the potential to significantly reduce greenhouse gas emissions and land use. However, from an Islamic bioethical perspective, most current halal authorities designate cultured meat as non-halal due to the use of cells from live animals (classified as carrion) and animal-derived serum media such as Fetal Bovine Serum (FBS). This study provides a legal resolution, proposing that cultured meat can achieve halal status if donor cells are obtained from Shariah-compliant slaughtered animals and grown in plant-based culture media. These findings serve as a strategic guide for biotechnology-based halal food policies in Indonesia, specifically for regulators such as BPJPH and MUI.

Keywords: Bioethics, Cultured meat, Contemporary Fiqh, Halal food policy, In vitro meat

ABSTRAK

Permintaan protein hewani global yang terus meningkat berbanding terbalik dengan keterbatasan lahan peternakan konvensional dan dampak lingkungan yang ditimbulkannya. Meskipun teknologi daging kultur diproyeksikan menjadi solusi krisis protein dan emisi lingkungan, status kehalalannya masih menjadi perdebatan yang belum tuntas di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses teknis produksi daging kultur serta menelaah batasan bioetika konsumsinya dalam perspektif Islam. Menggunakan desain *Systematic literature review*, penelitian ini mensintesis data teknis bioproses dengan korpus hukum Islam kontemporer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi daging kultur melibatkan tahapan biopsi sel, proliferasi dalam bioreaktor, hingga diferensiasi menjadi serat otot. Secara ekologis, teknologi ini berpotensi mereduksi emisi

gas rumah kaca secara signifikan. Namun, dari aspek bioetika Islam, mayoritas otoritas halal saat ini masih memberikan status tidak halal karena penggunaan sel dari hewan hidup (dikategorikan bangkai) dan penggunaan media serum hewani. Temuan ini memberikan resolusi hukum bahwa daging kultur dapat mencapai status halal jika menggunakan sel donor dari hewan pasca-penyembelihan syar'i dan media kultur nabati. Artikel ini diharapkan menjadi panduan strategis bagi kebijakan pangan halal berbasis bioteknologi di Indonesia

Kata Kunci: Bioetika Islam, Daging Kultur, In Vitro Meat, Teknologi Pangan.

1. PENDAHULUAN

Konsumsi produk hewani, khususnya daging sapi, terus mengalami peningkatan signifikan di negara berkembang seperti Indonesia, namun industri peternakan konvensional kini menghadapi tantangan besar berupa keterbatasan lahan, isu kesejahteraan hewan, serta kontribusi negatif terhadap emisi gas rumah kaca sebesar 9,1% dan penggunaan tanah 12,8%. Sebagai solusi, ilmuwan mengembangkan teknologi daging kultur (*cultured meat* atau *cultivated meat*), yaitu daging yang diproduksi secara *in vitro* melalui teknik rekayasa jaringan dan kultur sel punca otot hewan dalam bioreaktor tanpa melibatkan penyembelihan massal. Kemajuan dalam desain bioreaktor dan optimasi media kultur dalam satu dekade terakhir telah mendorong teknologi ini dari tahap purwarupa laboratorium menuju kemungkinan produksi berskala komersial. Sebagai solusi, ilmuwan mengembangkan teknologi daging sintetis secara *in vitro* yang diklaim lebih sehat, steril, dan ramah lingkungan. Meskipun menjanjikan dari sisi sains, teknologi ini menimbulkan perdebatan sosio-religius, khususnya mengenai status kehalalannya. Oleh karena itu, naskah ini akan memaparkan proses pembuatan daging tersebut di laboratorium dan melakukan analisis kritis dari sudut pandang bioetika Islam.

Lembaga riset pangan global memproyeksikan bahwa daging kultur yang diproduksi dengan sumber energi terbarukan berpotensi menurunkan emisi gas rumah kaca secara signifikan dibandingkan produksi daging sapi konvensional dan dapat menjadi kompetitif secara biaya dalam waktu kurang dari satu dekade (Good Food Institute [GFI], 2023). Sejalan dengan proyeksi tersebut, nilai pasar global daging kultur diperkirakan terus tumbuh dengan laju pertumbuhan tahunan majemuk (CAGR) dua digit pada dekade mendatang seiring meningkatnya investasi dan persetujuan regulasi di berbagai negara (Straits Research, 2025).

Meskipun kajian mengenai daging kultur telah dilakukan, seperti oleh Hamdan et al. (2018) dan Kashim et al. (2023), mayoritas literatur tersebut berfokus pada yurisdiksi dan konteks Malaysia. Terdapat kekosongan literatur (*research gap*) terkait dinamika sosio-religius di Indonesia yang memiliki karakteristik unik, termasuk peran regulasi BPJPH serta pengaruh pandangan ormas besar seperti MUI, NU, dan Muhammadiyah. Selain itu, dimensi bioetika periset yang mencakup kesejahteraan hewan donor dan penggunaan media serum janin sapi (*fetal bovine serum*) memerlukan tinjauan integratif yang belum banyak dieksplorasi dalam konteks kebijakan domestik Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini sangat krusial untuk menelaah secara terpadu potensi produksi dari sisi teknologi sekaligus memberikan tinjauan bioetika-syariah yang komprehensif dan kontekstual bagi Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan peta jalan (*roadmap*) bagi regulator, seperti BPJPH dan MUI, dalam menyusun kebijakan pangan baru berbasis bioteknologi yang selaras dengan prinsip syariat Islam.

Indonesia, sebagai negara dengan populasi Muslim terbesar di dunia, memiliki pasar pangan halal yang sangat besar sehingga kehadiran teknologi pangan baru seperti daging kultur menimbulkan pertanyaan mendasar mengenai status kehalalannya (Hamdan et al., 2018; Kashim et al., 2023). Signifikansi isu ini terletak pada fakta bahwa daging kultur merupakan teknologi yang sama sekali baru dan belum pernah dibahas oleh ulama klasik (*fuqaha'*), sehingga penentuan status hukumnya memerlukan ijtihad kontemporer yang merujuk pada dalil-dalil pokok Al-Qur'an dan hadis (Hamdan et al., 2018).

Selain dimensi hukum, dimensi bioetika juga sangat relevan karena proses produksi daging kultur melibatkan biopsi sel dari hewan hidup serta penggunaan media kultur yang umumnya berasal dari produk hewani, seperti serum janin sapi (fetal bovine serum), sehingga menimbulkan dilema etis dan syar'i sekaligus, mulai dari kesejahteraan hewan donor sel, transparansi keilmuan, hingga tanggung jawab moral periset (Ilham et al., 2025). Atas dasar itu, penelitian ini penting untuk menelaah secara terpadu potensi produksi (dimensi teknologi dan ekonomi) sekaligus tinjauan bioetika-syariah (dimensi normatif keislaman) dari daging kultur, sebagai kontribusi akademik bagi pengembangan kebijakan pangan halal berbasis bioteknologi di Indonesia.

Penelitian ini berfokus pada dua masalah utama: Bagaimana analisis proses teknis produksi daging kultur dari sudut pandang bioproses laboratorium?, Apa saja batasan bioetika Islam dan bagaimana status hukum syariah terhadap konsumsi daging tersebut, khususnya dalam konteks Indonesia

2. METODE PENELITIAN

Riset ini menerapkan desain *Sytematik literature review* yang mempertemukan data saintifik-teknologis produksi daging kultur dengan korpus hukum Islam normatif. Pendekatan ini merupakan penelitian terapan interdisipliner yang menggabungkan bidang Bioteknologi Pangan, Bioetika, dan Hukum Islam (Sains Halal). Pendekatan tersebut dipilih karena objek penelitian bersifat normatif-interpretatif yang memerlukan penalaran ijtihadi melalui kajian teks dan dalil.

Data yang digunakan adalah data sekunder yang dikumpulkan dari tiga kategori utama:

1. Artikel Jurnal Ilmiah: Literatur terindeks Scopus dan Sinta (rentang tahun 2016–2026) mengenai perkembangan teknologi produksi daging kultur.
2. Sumber Primer Hukum Islam: Al-Qur'an, hadis, serta fatwa kontemporer dari lembaga kredibel seperti MUI (Indonesia), JAKIM (Malaysia), dan *Majma' al-Fiqh al-Islami*.
3. Laporan Industri: Data dari lembaga riset pangan global seperti *Good Food Institute* (GFI) dan *Straits Research* untuk meninjau aspek ekonomi dan lingkungan.

Data dikumpulkan melalui penelusuran sistematis pada database Scopus dan Google Scholar menggunakan kata kunci seperti *cultured meat*, *cultivated meat*, *in vitro meat*, dan "daging kultur". Literatur yang diperoleh disaring berdasarkan kriteria relevansi, kemutakhiran (maksimal 10 tahun terakhir), dan kredibilitas sumber. Analisis data dilakukan menggunakan teknik Analisis Isi (*Content Analysis*) dan tematik dengan pisau analisis Maqashid Syariah. Secara spesifik, penelitian ini menerapkan Model Analisis Dua Lapis (*Two-Tier Framework*):

- Lapis Pertama (Teknis-Saintifik): Menilai kelayakan teknis produksi dan konsistensi prosedur laboratorium sebagai prasyarat material.
- Lapis Kedua (Normatif-Syar'i): Menilai pemenuhan prinsip fikih yang mencakup jenis hewan, kesucian sel, metode *istihalah*, pertimbangan *maslahah-mafsadah*, serta kondisi darurat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dalam penelitian ini menggunakan kerangka dua lapis (*two-tier framework*), yaitu lapis teknis-saintifik untuk menilai konsistensi produksi dan lapis normatif-syar'i untuk menilai pemenuhan prinsip fikih.

3.1. Analisis Bioproses dan Tantangan Teknis Laboratorium

Produksi daging kultur diawali dengan prosedur biopsi untuk mengambil sel *myosatellite* dari jaringan otot hewan ternak menggunakan bius lokal dan jarum khusus. Sel tersebut kemudian diisolasi menggunakan enzim proteolitik (kolagenase) untuk memisahkan sel satelit dari jaringan ikat, kemudian dicuci menggunakan larutan *Phosphate Buffer Saline* (PBS) untuk menjaga stabilitas pH sel.

Tahap krusial berikutnya adalah proliferasi di dalam bioreaktor, di mana sel ditempatkan pada media kultur *Dulbecco's Modified Eagle's Medium* (DMEM) yang kaya nutrisi. Namun, tantangan teknis utama yang sering diabaikan adalah ketergantungan industri pada *Fetal Bovine Serum* (FBS) sebagai suplemen pertumbuhan. Penggunaan FBS tidak hanya berbiaya mahal tetapi juga menimbulkan dilema etis karena diambil dari janin sapi, yang dalam perspektif bioetika dianggap tidak etis dan dalam perspektif Islam memperumit status kesucian bahan karena berasal dari hewan yang tidak disembelih secara syar'i,.

Setelah fase proliferasi, melalui proses miogenesis, sel-sel awal (myoblast) menyatu membentuk miotube yang berkembang menjadi serat otot dewasa atau daging. Untuk menyerupai karakteristik daging konvensional, ditambahkan protein heme seperti mioglobin guna memberikan warna merah dan aroma khas daging.

3.2. Dampak Ekologis dan Proyeksi Ekonomi

Secara ekologis, teknologi ini berpotensi mereduksi emisi gas rumah kaca dan penghematan penggunaan lahan secara signifikan dibandingkan peternakan sapi konvensional,. Hal ini sejalan dengan data bahwa peternakan menyumbang emisi gas rumah kaca sebesar 9,1% dan penggunaan tanah 12,8% secara global. Secara ekonomi, pasar global daging kultur diperkirakan tumbuh dengan laju pertumbuhan tahunan majemuk (**CAGR**) dua digit dan diproyeksikan kompetitif secara biaya pada tahun 2030.

3.3. Debat Bioetika Islam: Antara Kaidah *Bangkai* dan *Istihalah*

Tinjauan hukum Islam saat ini menunjukkan tantangan besar bagi penerimaan produk ini. Mayoritas otoritas halal menyatakan daging kultur berstatus tidak halal karena sel diambil melalui biopsi hewan hidup,. Berdasarkan kaidah fikih, segala sesuatu yang terpotong dari hewan yang masih hidup dikategorikan sebagai bangkai (najis).

Namun, diperlukan perdebatan intelektual yang lebih dalam daripada sekadar pelarangan berbasis kaidah bangkai. Terdapat ruang diskusi mengenai konsep *Istihalah* (perubahan substansi sempurna), yaitu apakah sel yang telah mengalami replikasi miliaran kali di luar tubuh donor dan telah berubah struktur kimianya melalui media nutrisi nabati masih dianggap bagian dari donor aslinya,. Jika pendekatan Maqashid Syariah diterapkan, teknologi ini memiliki sisi *maslahah* (kemaslahatan) berupa perlindungan lingkungan dan ketahanan pangan berkelanjutan yang harus ditimbang terhadap *mafsadah* (kerusakan) atau keraguan hukumnya,.

3.4. Resolusi Hukum dan Instrumen Verifikasi

Sebagai jalan keluar bagi kebijakan pangan halal di Indonesia, penelitian ini menawarkan proposisi kerja bahwa daging kultur dapat mencapai status halal jika memenuhi dua prasyarat mutlak:

1. Sel donor diambil dari hewan yang telah disembelih secara syar'i (mengeliminasi status bangkai).
2. Media kultur dan bahan tambahan (termasuk pengganti serum) bebas dari unsur najis atau haram,

Sebagai penguatan regulasi, penggunaan metode deteksi molekuler berbasis PCR (*Polymerase Chain Reaction*) sangat direkomendasikan untuk memverifikasi keberadaan DNA spesifik spesies pada serum atau produk akhir sebagai instrumen pengujian objektif status kehalalan produk bagi konsumen Muslim.

Tabel 3.1 Ringkasan Hasil Produksi Daging Kultur	
Kategori Analisis	Temuan Utama dan Pembahasan
Proses Teknis Produksi	Melibatkan tahapan biopsi sel <i>myosatellite</i> , isolasi enzimatis (kolagenase), proliferasi dalam bioreaktor menggunakan media DMEM dan metode <i>scaffolding</i> , serta miogenesis untuk membentuk serat otot.
Dampak Lingkungan	Potensi reduksi emisi gas rumah kaca dan penghematan penggunaan lahan dibandingkan peternakan konvensional.
Proyeksi Ekonomi	Pasar global diperkirakan tumbuh dengan laju pertumbuhan tahunan majemuk (CAGR) dua digit. Diproyeksikan kompetitif

	secara biaya dalam waktu kurang dari satu dekade (sekitar tahun 2030).
Status Halal	Mayoritas otoritas menyatakan tidak halal karena sel diambil melalui biopsi hewan hidup tanpa penyembelihan syar'i (dikategorikan sebagai bangkai/najis) dan penggunaan serum hewani yang tidak terverifikasi.
Bioetika & Tanggung Jawab	Melibatkan dilema etis terkait kesejahteraan hewan donor, transparansi keilmuan periset, dan perlunya integrasi antara etika riset modern dengan prinsip <i>Maqashid Syariah</i> .
Proposisi Kerja (Syarat Halal)	Daging kultur dapat berstatus halal jika: (a) sel dari hewan yang disembelih secara syar'i atau tanpa menyakiti donor; (b) media kultur dan bahan tambahan bebas unsur najis/haram .
Instrumen Verifikasi	Penggunaan metode deteksi molekuler berbasis PCR untuk mengidentifikasi DNA spesifik spesies pada serum sebagai instrumen pengujian objektif kehalalan produk.

Solusi yang tersedia saat ini, seperti sertifikasi halal konvensional dan fatwa ad hoc dari lembaga fatwa, belum sepenuhnya menjawab persoalan karena daging kultur merupakan kategori pangan yang secara ontologis baru – bukan daging hasil sembelihan dan bukan pula produk nabati – sehingga kerangka fikih klasik tentang dzabihah (penyembelihan) tidak dapat diterapkan secara langsung (Hamdan et al., 2018). Demikian pula, kajian kelayakan produksi yang tersedia umumnya berasal dari konteks negara maju dengan infrastruktur riset bioteknologi yang jauh berbeda dari Indonesia (Kim et al., 2025), sehingga relevansinya bagi pengambilan kebijakan domestik masih perlu dipertanyakan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang secara spesifik menganalisis potensi produksi daging kultur dalam konteks Indonesia sekaligus memberikan tinjauan bioetika dalam perspektif Islam yang komprehensif dan kontekstual.

Pembahasan menggunakan **kerangka dua lapis** (*two-tier framework*), yaitu lapis teknis-saintifik untuk menilai konsistensi produksi dan lapis normatif-syar'i untuk menilai pemenuhan prinsip fikih (jenis hewan, *istihalah*, dan *maslahah-mafsadah*).

Proses Teknis Pembuatan Daging Laboratorium

Produksi daging diawali dengan prosedur **biopsi** untuk mengambil sel *myosatellite* dari hewan ternak melalui bius lokal dan penggunaan jarum khusus. Sel yang didapat kemudian diisolasi menggunakan enzim proteolitik (kolagenase) untuk memisahkan sel satelit dari jaringan ikat, kemudian dicuci menggunakan larutan *Phosphate Buffer Saline* (PBS) untuk menjaga pH sel.

Tahap krusial berikutnya adalah **proliferasi** di dalam bioreaktor. Sel ditempatkan pada media kultur *Dulbecco's Modified Eagle's Medium* (DMEM) yang kaya nutrisi dan menggunakan metode *scaffolding* (matriks buatan) dari kolagen atau selulosa untuk memandu pertumbuhan sel. Di dalam bioreaktor,

sel mengalami pembelahan mitosis hingga mencapai kepadatan yang diinginkan. Akhirnya, melalui proses **miogenesis**, sel-sel awal (myoblast) menyatu membentuk miotube yang berkembang menjadi serat otot dewasa atau daging. Untuk menyerupai daging asli, ditambahkan protein heme seperti mioglobin untuk memberikan warna merah dan aroma khas daging.

Analisis Bioetika dalam Perspektif Islam

Tinjauan hukum Islam menunjukkan tantangan besar bagi penerimaan produk ini. Berdasarkan hadis Nabi SAW, segala sesuatu yang terpotong dari hewan yang masih hidup dikategorikan sebagai bangkai dan hukumnya haram. Karena sel daging kultur diambil melalui biopsi dari hewan hidup tanpa proses penyembelihan syar'i, mayoritas ulama menganggapnya najis. Selain itu, status kehalalan juga sangat bergantung pada sumber sel awal dan bahan-bahan yang terkandung dalam media kultur (seperti serum darah) yang tidak boleh mengandung unsur haram.

4. CONCLUSION / KESIMPULAN

Teknologi daging kultur merupakan inovasi mutakhir yang mampu menjawab tantangan lingkungan dan kelangkaan pangan masa depan dengan efisiensi sumber daya yang sangat tinggi. Namun, dari sisi bioetika Islam, produk ini saat ini dianggap **tidak halal** karena bertentangan dengan prinsip penyembelihan dan kaidah bangkai. Disarankan agar penelitian selanjutnya berfokus pada pengembangan media kultur nabati dan metode pengambilan sel yang lebih selaras dengan prinsip syariat agar produk ini dapat diterima oleh pasar Muslim global.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Islam An Nur Lampung yang telah mendukung penelitian ini

6. REFERENCES / DAFTAR PUSTAKA (APA 7th Edition)

- Afandi, D. (2017). Kaidah dasar bioetika dalam pengambilan keputusan klinis yang etis. *Majalah Kedokteran Andalas*, 40(2), 111-121.
- Alqurashi, R. M., Sikora, D., Rzymiski, P., & Poniedzialek, B. (2026). Cultured meat and its acceptability in Muslim societies: A narrative perspective on halal perspectives and regulatory challenges. *Foods*, 15(8), 1288. <https://doi.org/10.3390/foods15081288>
- Arshad, M. S. (2017). Tissue engineering approaches to develop cultured meat from cells: A mini review. *Cogent Food & Agriculture*.
- Edelman, D., dkk. (2005). In vitro-cultured meat production. *Tissue Engineering*, 11(5), 659-662.
- Good Food Institute. (2023, 22 Maret). New studies show cultivated meat can benefit climate and be cost-competitive by 2030. Good Food Institute. <https://gfi.org/blog/cultivated-meat-lca-tea/>
- Hamdan, M. N., Post, M. J., Ramli, M. A., & Mustafa, A. R. (2018). Cultured meat in Islamic perspective. *Journal of Religion and Health*, 57(6), 2193-2206. <https://doi.org/10.1007/s10943-017-0403-3>

- Ilham, R., Hernawan, T., Romli, R., & Cahyanto, T. (2025). Mengurai dilema bioetika dan syariah atas daging tanpa penyembelihan dalam kultur sel hewan. *Jurnal Pendidikan Kimia, Fisika dan Biologi*, 2(1), 1–19. <https://doi.org/10.61132/jupenkifb.v2i1.855>
- Kadim, I., dkk. (2015). Cultured meat from muscle stem cells: A review of challenges and prospects. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 222–233.
- Kashim, M. I. A. M., Abdul Haris, A. A., Abd Mutalib, S., Anuar, N., & Shahimi, S. (2023). Scientific and Islamic perspectives in relation to the halal status of cultured meat. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 30(1), Artikel 103501. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103501>
- Kashim, M. I. A. M., Abdul Haris, A. A., Hasim, N. A., Abd Mutalib, S., & Anuar, N. (2022). Species-specific deoxyribonucleic acid (DNA) identification of bovine in cultured meat serum for halal status. *Foods*, 11(20), 3235. <https://doi.org/10.3390/foods11203235>
- Kim, S., Jeong, Y., Jo, H., Park, Y.-G., & Moon, S.-H. (2025). Cultured meat: Advances in stem cell biology, tissue engineering, and bioprocess optimisation for scalable and sustainable production—a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 60(2), Artikel vvaf220. <https://doi.org/10.1093/ijfst/vvaf220>
- Roy, N. K., Panda, S., & Dey, G. (2023). Engineering a sustainable protein revolution: Recent advances in cultured meat production. *Food Bioengineering*, 2(4), 301–316. <https://doi.org/10.1002/fbe2.12066>
- Straits Research. (2025). Cultured meat market size, share, growth, analysis, report, 2034. Straits Research. <https://straitsresearch.com/report/cultured-meat-market>
- Toumisto, H. L., & de Mattos, M. J. T. (2012). Environmental impacts of cultured meat production. *Journal of Environmental Science and Technology*, 45, 6117–6123.
- Zão, A. C. A. F., Nogueira, W. V., Rondan, F. S., & Scaglioni, P. T. (2026). Cultured meat: A multidimensional review of technological, nutritional, ethical, and regulatory advances (2020–2025). *Journal of Food Science*, 91(2), Artikel e70915. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.70915>