

Mengurai Dilema Bioetika dan Syariah atas Daging Tanpa Penyembelihan dalam Kultur Sel Hewan

Rifqi Ilham^{1*}, Tatang Hernawan², Romli³, Tri Cahyanto⁴

¹⁻⁴ Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Indonesia

rifkiilhamfadillah@gmail.com¹, tatanghernawan80@gmail.com², romsromel316@gmail.com³,
rifkiilhamfadillah@gmail.com⁴

*Penulis Korespondensi: rifkiilhamfadillah@gmail.com

Abstract. *This study examines the bioethical and Sharia dilemmas arising from the production of slaughter-free meat through animal cell culture as a modern food innovation. Concerns regarding the halal status of the cell source, the use of culture media such as Foetal Bovine Serum, and ethical issues related to animal welfare necessitate an in-depth analysis of the halal status and moral implications of this technology. The research method employs a literature study with a descriptive qualitative approach, reviewing journals, books, and contemporary fatwas related to cultured meat, bioethics, and Islamic law. The results indicate that the Sharia aspect heavily depends on the cell source, the medium used, and the culture process, while the bioethical perspective highlights animal welfare, scientific transparency, and the moral responsibility of researchers. Furthermore, the acceptance among Muslim communities is significantly influenced by trust in halal certification bodies and the availability of transparent information. This study affirms the need for biotechnology-based halal standardization and the development of fully halal media and supporting materials to ensure the widespread acceptance of cultured meat in the future.*

Keywords: *Animal Cell Culture; Bioethics; Cultured Meat; Halal; Sharia.*

Abstrak. Penelitian ini mengkaji dilema bioetika dan syariah yang muncul dari produksi daging tanpa penyembelihan melalui kultur sel hewan sebagai inovasi pangan modern. Kekhawatiran tentang kehalalan sumber sel, penggunaan medium kultur seperti Foetal Bovine Serum, serta isu etika terkait kesejahteraan hewan mendorong perlunya analisis mendalam terhadap status kehalalan dan implikasi moral teknologi ini. Metode penelitian menggunakan studi literatur dengan pendekatan kualitatif deskriptif yang menelaah jurnal, buku, dan fatwa kontemporer terkait daging kultur, bioetika, serta hukum Islam. Hasil kajian menunjukkan bahwa aspek syariah sangat bergantung pada sumber sel, medium yang digunakan, dan proses kultur, sementara perspektif bioetika menyoroti kesejahteraan hewan, transparansi ilmiah, dan tanggung jawab moral peneliti. Selain itu, penerimaan umat Muslim sangat dipengaruhi oleh kepercayaan pada lembaga sertifikasi halal serta ketersediaan informasi yang transparan. Penelitian ini menegaskan perlunya standarisasi halal berbasis bioteknologi dan pengembangan medium serta bahan penunjang yang sepenuhnya halal agar daging kultur dapat diterima secara luas di masa depan.

Kata Kunci: Bioetika; Daging Kultur; Halal; Kultur Sel Hewan; Syariah.

1. PENDAHULUAN

Gambaran produk daging telah dirusak oleh beberapa kelompok konsumen karena meningkatnya kekhawatiran lingkungan, etika, dan kesehatan. Dalam konteks ini, relevansi pengganti daging dan harapan dalam hal pelabelan (kesejahteraan, lingkungan, atau lainnya) telah meningkat. Namun, tidak pasti bahwa pengganti ini benar-benar memenuhi harapan konsumen dan lebih bermoral daripada daging dalam hal etika, kesehatan, nutrisi, atau lingkungan (Onwezen et al., 2021).

Dalam beberapa tahun terakhir, alternatif untuk produk hewani telah berkembang dan terdiversifikasi untuk memenuhi harapan konsumen tertentu dan dapat mengambil pangsa pasar daging yang signifikan dalam satu dekade. Di antara alternatif-alternatif ini, "daging

kultur", menurut para pendukungnya, akan berkinerja jauh lebih baik dalam analisis siklus hidup dibandingkan daging sebagaimana telah diulas (Chriki & Hocquette, 2020). Hal ini disajikan sebagai cara untuk mengurangi penggunaan dan penyalahgunaan hewan serta risiko kesehatan. Teknologi yang berkaitan dengan "daging kultur" terus dikembangkan dan ditingkatkan, dan potensi pasarnya berkembang pesat untuk memenuhi permintaan konsumen menurut (Zhang et al., 2021).

2. METODE PENELITIAN

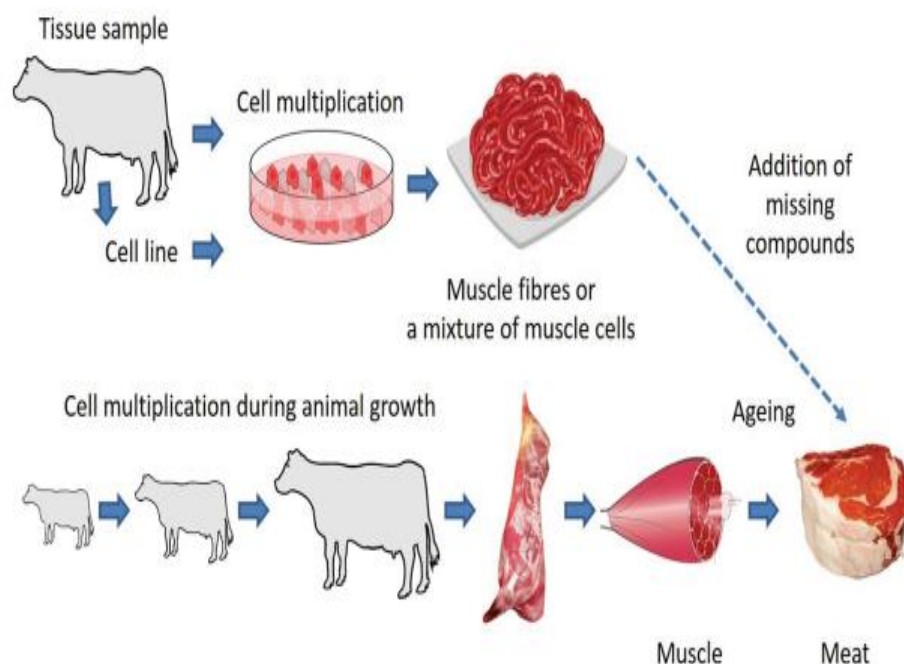
Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan pendekatan kualitatif deskriptif untuk menganalisis permasalahan bioetika dan syariah terkait daging tanpa penyembelihan melalui kultur sel hewan, di mana sumber data diperoleh dari berbagai literatur ilmiah meliputi jurnal internasional dan nasional, buku-buku referensi di bidang bioetika, fikih kontemporer, dan fatwa-fatwa lembaga keagamaan yang relevan dengan topik penelitian dalam rentang waktu sepuluh tahun terakhir. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui dokumentasi dan kajian pustaka dengan fokus pada diskursus daging kultur sel, hukum Islam, dan prinsip-prinsip bioetika yang kemudian dianalisis secara induktif melalui tahapan identifikasi, klasifikasi, dan komparasi berbagai perspektif bioetika dan syariah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perspektif Saintifik dan Teknis Daging Kultur

Menurut Boler & Woerner (2017). "daging yang dikultur" sebenarnya bukanlah daging. Memang, daging didefinisikan sebagai jaringan yang dapat dimakan dari hewan yang dikonsumsi sebagai makanan dan untuk dianggap sebagai daging, daging *in vitro* harus berasal dari sel hewan, diperiksa dan dianggap aman untuk dikonsumsi, dan sebanding dalam komposisi dan karakteristik sensorik dengan daging yang berasal secara alami dari hewan. Akibatnya, penggunaan kata "daging" telah menimbulkan ambiguitas yang menguntungkan bagi para pendukung "daging yang dikultur," yang berusaha untuk menghilangkan aspek negatif yang terkait dengan daging (degradasi lingkungan dan penderitaan hewan), sambil memanfaatkan nilai positif dari daging bagi konsumen (kekuatan, vitalitas, kesehatan, dll.). Dengan cara ini, start-up telah berhasil memaksakan nama "daging" untuk serat otot yang dibudidayakan ini ke dalam bahasa sehari-hari. Memang, kata kunci utama yang digunakan dalam artikel pers adalah "daging" dan, dalam tingkat yang lebih rendah, "makanan" (Chriki et al., 2020).

Prinsip proses "daging kultur" adalah menghasilkan sejumlah besar otot dari beberapa sel hidup. Dalam praktiknya, biopsi diambil dari hewan hidup. Setelah dikultur, potongan otot ini akan melepaskan sel punca yang memiliki kemampuan untuk berproliferasi dan kemudian bertransformasi menjadi berbagai jenis sel, seperti sel otot dan sel lemak. Pilihan lain adalah bekerja dengan lini sel yang telah mapan yang berarti bahwa hewan tidak diperlukan setelah biopsi awal (Gambar 1). Dalam kasus tersebut, poin yang sangat penting adalah media kultur yang harus menyediakan nutrisi, hormon, dan faktor pertumbuhan yang diperlukan untuk proliferasi dan diferensiasi sel pada jaringan dewasa. Oleh karena itu, manfaat potensial utamanya adalah menghasilkan otot dalam jumlah besar dari sangat sedikit hewan atau bahkan tanpa hewan sama sekali, sehingga menghindari potensi kekejaman penyembelihan.



Gambar 1. Proses “daging kultur” dibandingkan dengan produksi daging konvensional.

Selama diproduksi di lingkungan yang sepenuhnya terkendali dan tanpa potensi kontaminasi dari organ pencernaan hewan di sekitarnya, "daging kultur" disajikan oleh para pendukungnya sebagai lebih aman daripada "daging konvensional". Pilihan strategis untuk menamai makanan baru ini "daging bersih" mengacu pada konsep produk steril yang bebas dari bahaya kesehatan apa pun (Chriki et al., 2020). Memang, karena proses produksinya tidak sebanding antara daging konvensional dan "daging kultur", dan tanpa potensi kontaminasi saat penyembelihan, sel otot kultur memiliki peluang yang jauh lebih kecil untuk menghadapi patogen usus seperti *Escherichia coli* penghasil toksin *Shiga*, *Salmonella*, atau *Campylobacter*, tiga patogen yang bertanggung jawab atas jutaan episode penyakit setiap tahun (Bonny dkk., 2015).

Perspektif Islam dalam Kultur Sel Hewan

Prinsip Dasar Pangan Halal dan Sumber Sel

Dalam Islam, konsep pangan tidak hanya sekadar halal (diperbolehkan), tetapi juga harus thayyib (baik). Konsep halalan thayyiban ini menjadi fondasi dalam menilai inovasi pangan seperti daging kultur (Kashim et al., 2023). Titik kritis pertama dan paling fundamental dalam menentukan status halalnya adalah sumber sel yang digunakan yang secara teknis terbagi menjadi Sel Induk Embrionik (Embryonic Stem Cells/ESCs) dan Sel Satelit Otot (Myosatellite Cells/MCs). Adapun penggunaan MCs melalui biopsi hewan hidup lebih jelas statusnya, karena hadis menyatakan bahwa “setiap bagian yang dipotong dari hewan hidup adalah bangkai”, sehingga sel yang diambil tanpa penyembelihan dianggap haram (Rahmawati, 2023). Solusi yang diajukan adalah mengambil sel setelah hewan disembelih secara halal yang kemudian dapat dikembangkan menjadi lini sel halal yang dapat diperbanyak tanpa pengambilan sampel ulang (Nakyinsige et al., 2022).

Majelis Ulama Indonesia (MUI) telah memberikan panduan awal bahwa hukum daging kultur adalah haram jika sel yang dikultur berasal dari hewan yang najis dan masih hidup. Sebaliknya, daging kultur dianggap halal jika sel yang dikultur berasal dari hewan yang halal dan sudah disembelih atas nama Allah (Ririn Nur Rahmawati, 2023). Pernyataan ini langsung bersinggungan dengan dilema utama penggunaan MCs yang diperoleh melalui biopsi dari hewan hidup. Hadis Nabi Muhammad SAW yang diriwayatkan oleh al-Tirmizi menyatakan, "Apa saja yang dipotong dari hewan yang masih hidup, maka potongan itu adalah bangkai" (Kashim et al., 2023). Bangkai secara jelas diharamkan dalam Al-Qur'an (QS. Al-Ma'idah: 3). Oleh karena itu, jika biopsi dilakukan pada hewan hidup tanpa disembelih terlebih dahulu, maka sel yang diambil statusnya adalah bangkai dan haram dikonsumsi. Solusi syar'i yang diajukan adalah pengambilan sel MCs harus dilakukan setelah hewan halal tersebut disembelih secara syar'i, sehingga statusnya menjadi halal.

Sementara itu, penggunaan ESCs yang diambil dari blastocyst embrio menimbulkan perdebatan lain. Sebagian ulama berargumen bahwa embrio pada tahap 'alaqah (segumpal darah) yang diambil dari induk yang telah disembelih secara syar'i statusnya dapat berubah menjadi suci (mudghah atau segumpal daging), dianalogikan dengan hadis bahwa penyembelihan janin mengikuti penyembelihan induknya (HR. al-Tirmizi). Namun, kompleksitas teknis dan pertimbangan etika terhadap hewan induk membuat sumber sel ini kurang ideal.

Tantangan Medium Kultur dan Prinsip Istihalah

Tantangan kedua yang tidak kalah pelik adalah medium pertumbuhan sel. Saat ini, medium yang paling umum digunakan adalah Foetal Bovine Serum (FBS), yaitu serum dari darah janin sapi (Kashim et al., 2023). Penggunaan FBS menimbulkan dua masalah besar. Pertama, darah secara eksplisit dinyatakan haram dalam Al-Qur'an (QS. Al-Baqarah: 173). Kedua, proses pengambilannya dengan menyembelih sapi hamil melanggar prinsip kesejahteraan hewan (Rahmawati, 2023). Ketergantungan pada FBS juga menimbulkan persoalan etika dan keberlanjutan karena proses ekstraksinya memerlukan ribuan sapi bunting setiap tahun. Hal ini mendorong pengembangan medium bebas serum berbasis faktor pertumbuhan rekombinan atau ekstrak tumbuhan yang dinilai lebih etis dan berpotensi halal (Post et al., 2020). Alternatif seperti *human platelet lysate* dan medium mikroalga juga mulai dikaji karena tidak melibatkan unsur hewan sama sekali. Namun, tantangan teknis berupa biaya tinggi dan kestabilan faktor pertumbuhan masih menjadi hambatan utama (Ben-Arye & Levenberg, 2019).

Prinsip istihalah (transformasi zat) sering dijadikan argumen. Istihalah tammah (transformasi sempurna) adalah ketika suatu bahan najis berubah menjadi bahan baru dengan sifat dan karakteristik yang sama sekali berbeda. Namun, penerapan istihalah pada sel yang dikultur dalam medium FBS masih diperdebatkan di kalangan ulama. Sebagian mungkin membolehkan, namun yang lain bersikap lebih hati-hati dan menyarankan untuk menghindarinya (Kashim et al., 2023). Oleh karena itu, penelitian untuk menemukan alternatif FBS yang halal dan bebas serum (serum-free medium) menjadi krusial. Beberapa alternatif yang sedang dikembangkan antara lain Platelet Lysates (PL) atau medium dari ekstrak jamur (Rahmawati, 2023). Penggunaan medium dari sumber nabati atau sintetis ini akan menyelesaikan masalah najis dan menghilangkan hambatan terbesar dalam produksi daging kultur yang halal.

Bahan Penunjang, Kesejahteraan Hewan, dan Konsep Maslahah

Untuk membentuk struktur daging, sel-sel otot perlu ditumbuhkan pada suatu perancah atau scaffold. Bahan yang digunakan untuk scaffold juga harus diperhatikan kehalalannya. Bahan yang berasal dari hewan, seperti kolagen atau gelatin, harus dipastikan berasal dari hewan halal yang disembelih secara syar'i. Gelatin dari babi jelas haram (Kashim et al., 2023). Alternatif yang lebih aman dan berkelanjutan adalah menggunakan bahan scaffold dari sumber nabati (seperti selulosa, pati, atau alginat) atau polimer sintetis yang halal.

Aspek kesejahteraan hewan (*animal welfare*) juga merupakan bagian integral dari etika Islam. Islam sangat melarang penyiksaan dan penganiayaan terhadap hewan. Sebuah hadis

yang diriwayatkan oleh Muslim menegaskan bahwa melukai satwa pada bagian yang sensitif adalah dilarang (Kasim et al., 2021). Oleh karena itu, proses biopsi untuk mengambil sampel jaringan, meski pada hewan yang akan disembelih, harus dilakukan dengan cara yang paling tidak menyakiti dan dengan memperhatikan kesejahteraan hewan. Prinsip replacement, reduction, dan refinement (3R) dalam etika penelitian hewan sejalan dengan semangat Islam untuk meminimalkan penderitaan.

Dalam menilai teknologi baru, ulama juga menggunakan pendekatan masalah (kemanfaatan). Daging kultur memiliki potensi masalah yang besar, antara lain untuk kemandirian pangan, kelestarian lingkungan, dan keamanan pangan dengan meminimalkan risiko kontaminasi zoonosis (Kashim et al., 2023). Namun, masalah ini tidak boleh mengabaikan prinsip-prinsip hukum yang telah ditetapkan. Masalah harus sejalan dengan maqashid syariah, termasuk menjaga agama (*hifzh ad-din*) yang di dalamnya adalah mengonsumsi yang halal. Oleh karena itu, saat ini, di mana sumber daging halal konvensional masih tersedia, daging kultur belum dapat dikategorikan sebagai darurat (kebutuhan mendesak) yang dapat melonggarkan hukum, melainkan sebagai alternatif masa depan yang harus disiapkan dengan memenuhi semua kriteria halal.

Persepsi dan Penerimaan Umat Muslim

Aspek akhir yang krusial adalah persepsi dan penerimaan umat. Studi kualitatif terhadap Muslim di Singapura menunjukkan bahwa kepercayaan mereka terhadap daging kultur sangat bergantung pada sertifikasi halal dari otoritas agama yang diakui (Ho et al., 2023). Mayoritas partisipan menyatakan kepercayaan yang tinggi kepada lembaga seperti MUIS (di Singapura) atau MUI (di Indonesia) untuk menentukan status halalnya yang didasarkan pada kredibilitas dan kewenangan lembaga-lembaga tersebut. Temuan ini menggarisbawahi bahwa di luar aspek teknis-hukum, faktor kepercayaan pada institusi dan transparansi informasi merupakan kunci penerimaan daging kultur di kalangan Muslim.

Selain itu, persepsi umat Muslim juga dipengaruhi oleh tingkat literasi terhadap teknologi pangan baru. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa banyak konsumen Muslim masih memiliki keterbatasan pemahaman mengenai proses produksi daging kultur, sehingga mereka cenderung berhati-hati dan menunggu penjelasan resmi dari lembaga fatwa yang kredibel (Bharucha, 2022). Preferensi konsumen Muslim umumnya mengarah pada produk yang memiliki kejelasan asal-usul, proses yang transparan, serta jaminan bahwa tidak ada unsur haram yang terlibat sepanjang rantai produksi (Tieman & Hassan, 2019). Selain itu, faktor emosional seperti kekhawatiran terhadap manipulasi genetik atau “ketidakalamian” daging laboratorium turut memengaruhi penerimaan, sehingga edukasi publik berbasis sains dan fikih

menjadi sangat penting (Bryant & Barnett, 2020). Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa penerimaan daging kultur tidak hanya ditentukan oleh kehalalan, tetapi juga oleh sejauh mana produsen dan otoritas keagamaan mampu menghadirkan transparansi dan komunikasi yang efektif kepada masyarakat.

Perspektif Bioetika dalam Kultur Sel Hewan

Bioetika menempati posisi sentral dalam evaluasi menyeluruh terhadap teknologi daging kultur. Disiplin ini memberikan kerangka analitis komprehensif untuk mengkaji dimensi moral dari kemajuan bioteknologi, termasuk aspek produksi daging melalui kultivasi sel hewan. Lestari, (2023) menegaskan peran fundamental bioetika sebagai penghubung antara kemajuan ilmiah dengan nilai-nilai kemanusiaan yang essential. Teknologi daging kultur hadir sebagai respons terhadap berbagai tantangan global kontemporer, namun sekaligus memunculkan dilema etis yang kompleks dan multidimensi. Klaim manfaat substantif yang diusung oleh teknologi ini, mencakup aspek pengurangan dampak lingkungan, peningkatan kesejahteraan hewan, dan kontribusi terhadap ketahanan pangan global, memerlukan evaluasi kritis melalui pendekatan bioetika yang sistematis dan komprehensif.

Aplikasi Prinsip Bioetika pada Kultur Sel

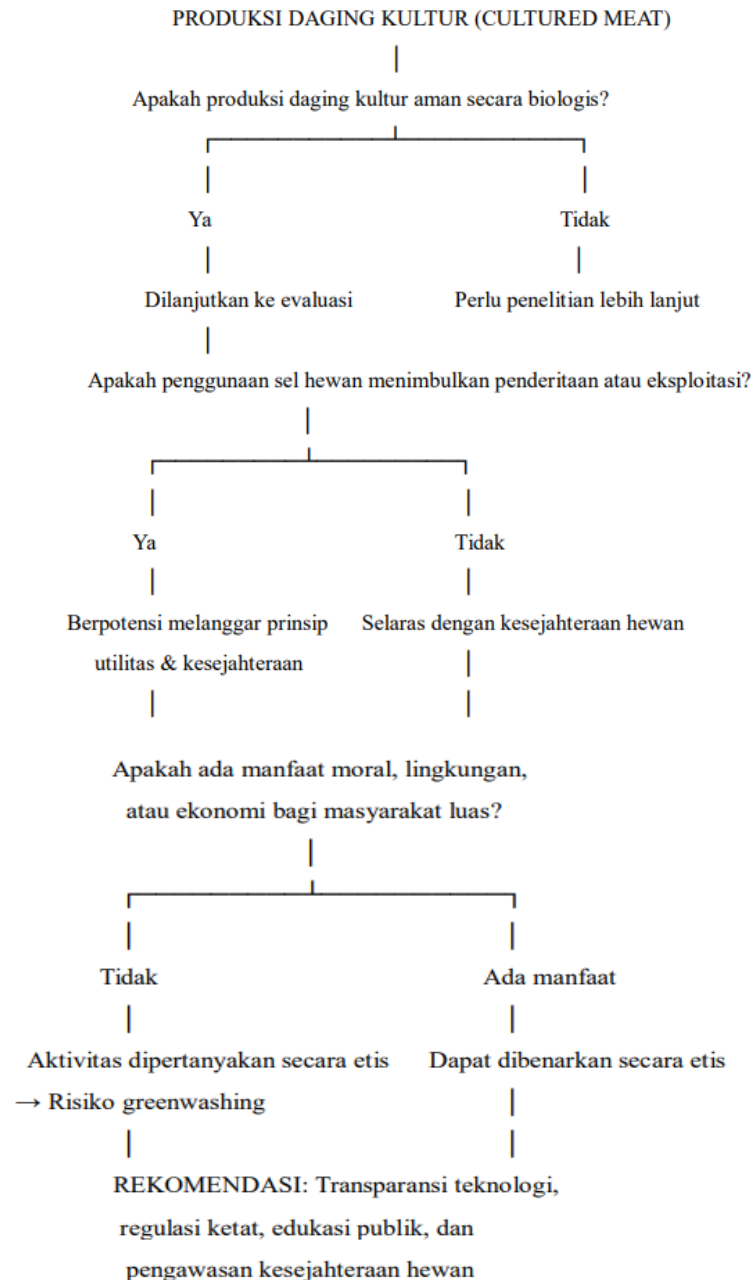
Penerapan prinsip-prinsip bioetika biomedis klasik menawarkan pendekatan terstruktur dalam menganalisis kompleksitas etis teknologi daging kultur. Kerangka analitis yang terdiri dari beneficence (berbuat baik), non-maleficence (tidak mencederai), autonomy (otonomi), dan justice (keadilan) sebagaimana dirujuk dari Afandi, (2017) memberikan fondasi konseptual yang kokoh. Prinsip beneficence terimplementasi melalui potensi manfaat teknologi daging kultur dalam mengurangi penderitaan hewan secara signifikan. Bonny et al. (2015) mengkonfirmasi kapasitas teknologi ini untuk memproduksi jaringan otot dalam skala besar dari sejumlah kecil hewan donor, yang secara fundamental selaras dengan tujuan meminimalkan penderitaan hewan dalam sistem peternakan konvensional.

Prinsip non-maleficence berfungsi sebagai pengingat kritis mengenai pentingnya penerapan kehati-hatian dalam pengembangan teknologi inovatif. Meskipun menawarkan berbagai manfaat potensial, proses inisiasi kultur sel tetap memerlukan intervensi terhadap hewan donor melalui prosedur biopsi. Erawati & Sutarno, (2024) dalam konteks terapi sel punca, menekankan imperatif kehati-hatian terhadap risiko jangka panjang yang belum terpetakan secara komprehensif. Penerapan prinsip kehati-hatian secara konsisten menjadi suatu keniscayaan sebelum tahap komersialisasi massal, sesuai dengan prinsip non-maleficence yang ditegaskan oleh Yea (Conterius & Nua, 2024).

Prinsip autonomy dalam konteks daging kultur memanifestasikan diri dalam dua level yang berbeda namun saling terkait. Pada level konseptual, prinsip ini mengingatkan pentingnya penghormatan terhadap integritas hewan dan penghindaran eksploitasi berlebihan, sebagaimana diangkat dalam paradigma hak-hak hewan oleh Hudha et al. (2019). Pada level praktis, prinsip autonomy tercermin dalam hak fundamental konsumen untuk memperoleh informasi lengkap dan transparan mengenai asal-usul sel, komposisi medium, dan proses produksi daging kultur. d'Agincourt-Canning & Johnston, (2008) menekankan prinsip persetujuan berdasarkan informasi yang memadai sebagai fondasi etika penelitian dan konsumsi.

Prinsip justice menuntut analisis mendalam mengenai distribusi manfaat dan beban dari teknologi daging kultur. United Nations Development Programme (UNDP, 2022) dalam laporannya tentang keadilan lingkungan, menegaskan pentingnya akses equitable terhadap sumber daya yang bersih dan sehat. Dalam konteks ini, prinsip justice mempertanyakan aksesibilitas teknologi yang berpotensi mahal ini bagi berbagai strata masyarakat, serta dampak sosio-ekonomi transformatifnya terhadap peternak tradisional. Bryant & Barnett, (2020) mengidentifikasi kebutuhan mendesak untuk mempertimbangkan aspek keadilan distributif dalam transisi menuju sistem pangan baru.

Secara visual, proses evaluasi bioetika terhadap daging kultur dapat digambarkan dalam diagram berikut yang menekankan dua pertanyaan kunci, keamanan biologis dan dampak terhadap penderitaan hewan:



Gambar 2. Proses Evaluasi Bioetika terhadap Daging Kultur.

Dialektika Kesejahteraan versus Hak-Hak Hewan

Wacana Dialektika konseptual antara kesejahteraan hewan (*animal welfare*) dan hak-hak hewan (*animal rights*) merepresentasikan dimensi filosofis fundamental dalam diskursus etika daging kultur. Paradigma kesejahteraan hewan, yang dioperasionalkan melalui prinsip 3R (*Replacement, Reduction, Refinement*) dan 5 Kebebasan, menemukan relevansi signifikan dalam konteks teknologi ini. Sinaga et al. (2024) dalam penelitian tentang etika penggunaan hewan untuk deteksi rabies, mendemonstrasikan bagaimana prinsip 3R berfungsi sebagai panduan operasional untuk meminimalkan penderitaan hewan.

Sebaliknya, paradigma hak-hak hewan menawarkan perspektif filosofis yang berbeda secara fundamental. Hudha et al. (2019) menjelaskan bahwa dari sudut pandang ini, hewan memiliki hak intrinsik yang melekat, termasuk hak untuk tidak diperlakukan sebagai properti atau dieksploitasi. Oleh karena itu, bagi penganut paradigma ini, pengambilan sel dari hewan tanpa "persetujuan" - meskipun konsep ini problematik secara filosofis - untuk dikultur demi kepentingan manusia, tetap dipandang sebagai pelanggaran terhadap hak intrinsik hewan tersebut.

Perspektif Ontologis dan Epistemologis

Analisis ontologis terhadap daging kultur mengungkapkan ambiguitas fundamental dalam mendefinisikan status entitas ini. Boler & Woerner, (2017) dari American Meat Science Association mendefinisikan daging sebagai "jaringan yang dapat dimakan dari hewan yang dikonsumsi sebagai makanan". Berdasarkan definisi ini, daging kultur yang berasal dari sel hewan dapat dikategorikan sebagai daging. Namun, Mahfud (2018) dalam diskusi tentang ontologi, mengingatkan bahwa hakikat suatu entitas tidak hanya terletak pada komposisi materialnya, tetapi juga pada proses menjadi entitas tersebut.

Pada level epistemologis, pengetahuan tentang keamanan, keberlanjutan, dan keberterimaan daging kultur saat ini sangat bergantung pada metode ilmiah positivistik. Bryant & Barnett, (2020) dalam tinjauan sistematis tentang penerimaan konsumen, menunjukkan bahwa bukti ilmiah merupakan fondasi utama untuk meyakinkan publik. Namun, pendekatan ini mengandung risiko mengabaikan pengetahuan lokal dan persepsi kultural tentang makanan yang telah mengakar. Yea et al. (2024) memperkenalkan pendekatan ethico-onto-epistemology yang menggarisbawahi keterkaitan erat antara cara mengetahui (epistemologi), realitas yang dipahami (ontologi), dan nilai etika yang dianut.

Tanggung Jawab Etis Peneliti

Tanggung jawab etis peneliti dalam pengembangan daging kultur melampaui batas-batas konvensional laboratorium penelitian. Integritas ilmiah dan transparansi mutlak merupakan prasyarat fundamental dalam pengembangan teknologi ini. d'Agincourt-Canning & Johnston (2008) menekankan pentingnya transparansi dalam mengkomunikasikan potensi risiko dan limitasi temuan penelitian. Dalam konteks daging kultur, hal ini mencakup keterbukaan mengenai tantangan teknis yang masih dihadapi, ketergantungan pada bahan-bahan yang masih problematis, dan ketidakpastian yang masih menyelimuti berbagai aspek teknologi.

Penerapan prinsip kehati-hatian (*precautionary principle*) harus menjadi pedoman utama dalam proses pengembangan dan komersialisasi. Yea et al, (2024) dan Erawati & Sutarno, (2024) sama-sama menegaskan imperatif ini. Penerapan prinsip kehati-hatian memerlukan

penelitian yang lebih mendalam dan jangka panjang untuk memvalidasi keamanan konsumsi, serta kajian komprehensif tentang dampak lingkungan dan sosio-ekonomi dari produksi massal daging kultur.

Keterlibatan publik dan edukasi yang efektif merupakan bagian integral dari tanggung jawab etis peneliti. Temuan Bryant & Barnett, (2020) dan Bharucha, (2022) mengungkapkan bahwa penerimaan konsumen sangat dipengaruhi oleh tingkat pemahaman yang memadai. Peneliti memiliki peran proaktif dalam mengedukasi masyarakat tentang sains di balik daging kultur, termasuk kompleksitas teknis, potensi manfaat, dan batasan-batasan yang ada. Edukasi publik berbasis bukti ilmiah dan pertimbangan etika ini sangat penting untuk menciptakan diskusi yang konstruktif dan menghindari polarisasi opini yang tidak produktif.

Sebagai rangkuman visual dari penerapan prinsip-prinsip bioetika dalam produksi daging kultur, berikut disajikan matriks evaluasi etis yang dapat menjadi panduan bagi peneliti dalam memenuhi tanggung jawab moral peneliti:

Tabel 1. Matriks Etik Daging Kultur (Perspektif Bioetika Kontemporer).

Aspek Etik	Prinsip Bioetika	Aplikasi dalam Daging Kultur	Evaluasi Etis
Penghormatan terhadap kehidupan	Respect for Life	Sel diambil dari hewan, baik setelah penyembelihan atau dari hewan hidup. Jika dari hewan hidup, dianggap melanggar penghormatan terhadap kehidupan.	Jika sel diambil dari hewan hidup tanpa penyembelihan, dapat dinilai melanggar prinsip respect for life karena memotong bagian dari hewan hidup. Namun jika setelah penyembelihan halal, dapat dianggap lebih menghormati kehidupan.
Keadilan (Justice)	Keadilan bagi semua makhluk dan keadilan distributif bagi manusia	Daging kultur berpotensi mengurangi penderitaan hewan secara besar-besaran, tetapi perlu diperhatikan aksesibilitas teknologi bagi semua kalangan dan dampak pada peternak tradisional.	Dapat memenuhi prinsip keadilan jika manfaatnya terdistribusi merata dan tidak menimbulkan ketidakadilan sosial. Namun, jika hanya tersedia untuk kalangan tertentu, dapat melanggar keadilan.
Manfaat (Beneficence)	Memaksimalkan kebaikan	Potensi manfaat: mengurangi dampak lingkungan, meningkatkan keamanan pangan, mengurangi penderitaan hewan.	Secara umum, daging kultur memiliki potensi manfaat besar, sehingga selaras dengan beneficence, asalkan manfaat tersebut nyata dan terbukti.
Non-maleficence	Tidak menimbulkan penderitaan	Proses biopsi pada hewan hidup dapat menimbulkan penderitaan. Penggunaan medium FBS melibatkan penderitaan pada sapi hamil.	Jika tidak dilakukan dengan manusiawi, dapat melanggar non-maleficence. Namun, jika hewan diperlakukan dengan baik dan medium bebas serum digunakan, penderitaan dapat diminimalkan.
Prinsip Five Freedoms	Kesejahteraan hewan	Dalam produksi daging kultur, hewan donor mungkin masih mengalami pelanggaran kebebasan jika tidak dipelihara dengan baik. Namun, secara keseluruhan mengurangi jumlah hewan yang menderita.	Jika hewan donor dipelihara sesuai Five Freedoms, maka tidak melanggar. Namun, jika biopsi menyakitkan, bisa melanggar kebebasan dari rasa sakit dan ketakutan.
3R (Replacement, Reduction, Refinement)	Etika penelitian hewan	Daging kultur bertujuan menggantikan (replace) daging konvensional, mengurangi (reduce) jumlah hewan yang digunakan, dan memperbaiki (refine) metode untuk meminimalkan penderitaan.	Sangat selaras dengan prinsip 3R, terutama replacement dan reduction. Refinement perlu terus ditingkatkan dalam proses biopsi dan kultur.

Mempertemukan Dua Perspektif: Bioetika dan Syariah dalam Inovasi Daging Kultur

Titik Temu (*Common Ground*)

a. Kesejahteraan Hewan (*Animal Welfare*)

Kepedulian terhadap nasib dan penderitaan hewan merupakan common ground yang paling menonjol. Dalam syariah, larangan menyakiti hewan (*al-adawala al-hayawan*) adalah prinsip yang jelas. Sebuah hadis yang diriwayatkan oleh Imam Muslim menegaskan larangan untuk melukai satwa pada bagian yang sensitif (Kasim et al., 2021). Konsep *halalan thayyiban* tidak hanya menekankan pada kehalalan sumber, tetapi juga pada kebaikan (*thayyib*) yang mencakup perlakuan manusiawi terhadap hewan. Demikian pula, dalam bioetika, prinsip *non-maleficence* (tidak menimbulkan bahaya) dan paradigma kesejahteraan hewan (*animal welfare*) yang dioperasionalkan melalui prinsip 3R (*Replacement, Reduction, Refinement*) menempatkan pengurangan penderitaan hewan sebagai imperatif moral (Sinaga et al., 2024).

Oleh karena itu, teknologi daging kultur yang pada idealnya bertujuan untuk menggantikan (*replace*) peternakan konvensional yang melibatkan penyembelihan massal dan sering kali terkait dengan isu kesejahteraan, disambut positif oleh kedua perspektif ini. Sebagaimana diungkapkan oleh Bonny et al. (2015), potensi utama daging kultur adalah menghasilkan otot dalam jumlah besar dari sangat sedikit hewan, sehingga menghindari kekejaman dalam penyembelihan. Inovasi ini sejalan dengan semangat *reduction* (pengurangan jumlah hewan yang digunakan) dalam prinsip 3R, sekaligus merefleksikan perintah agama untuk tidak berbuat zalim terhadap hewan.

b. Prinsip Kehati-hatian (*Precautionary Principle*)

Baik fikih Islam maupun bioetika sama-sama menekankan pentingnya sikap kehati-hatian dalam menghadapi teknologi baru yang risikonya belum sepenuhnya terpetakan. Dalam tradisi hukum Islam, sikap ini tercermin dalam kaidah *sadd adz-dzari'ah*, yaitu menutup segala jalur yang dapat mengarah pada kemudharatan. Penerapan kaidah ini dapat dilihat dalam kehati-hatian ulama dalam menyikapi medium kultur seperti Foetal Bovine Serum (FBS) yang bersumber dari darah zat yang secara eksplisit diharamkan (Kashim et al., 2023). Kekhawatiran terhadap risiko kontaminasi atau transformasi zat yang tidak sempurna (*istihalah*) memunculkan pendekatan yang sangat berhati-hati.

Di pihak lain, bioetika mengedepankan prinsip kehati-hatian (*precautionary principle*) yang menuntut tindakan proaktif untuk mencegah bahaya ketika suatu aktivasi atau teknologi memiliki potensi risiko yang belum pasti, terutama terkait keamanan konsumsi jangka panjang (Erawati & Sutarno, 2024; Yea et al., 2024). Prinsip non-

maleficence dalam kerangka bioetika biomedis (Afandi, 2017) menguatkan pandangan ini, dengan menekankan bahwa dalam kondisi ketidakpastian ilmiah, langkah yang lebih aman harus diutamakan. Dengan demikian, baik syariah maupun bioetika bersepakat bahwa komersialisasi daging kultur yang terburu-buru tanpa kajian yang komprehensif dan transparan terhadap semua risiko potensial adalah tindakan yang tidak bertanggung jawab.

Titik Tegangan (Points of Tension)

a. Sumber Otoritas

Perbedaan paling fundamental terletak pada sumber otoritas moral. Bioetika, khususnya dalam tradisi Barat sekuler, bersumber terutama pada akal budi manusia, konsensus ilmiah, dan pertimbangan sosial-filosofis. Kebenaran etis dicari melalui diskursus rasional dan bukti empiris. Sebaliknya, syariah bersumber pada wahyu Allah (Al-Qur'an dan Sunnah Nabi) yang diyakini sebagai kebenaran mutlak. Ijtihad (upaya penalaran hukum) ulama dilakukan dalam kerangka yang telah ditetapkan oleh sumber wahyu ini.

Tegangan ini terlihat nyata dalam penilaian terhadap prosedur biopsi. Dari kacamata bioetika, pengambilan sampel jaringan (*biopsi*) dari hewan hidup dengan menggunakan anestesi yang memadai dapat dianggap sebagai tindakan yang "etis" karena meminimalkan penderitaan dan dilakukan untuk tujuan yang lebih besar (misalnya, mengurangi penderitaan hewan secara keseluruhan) (d'Agincourt-Canning & Johnston, 2008). Namun, dalam perspektif syariah, tindakan ini dapat secara langsung bersinggungan dengan hadis Nabi yang menyatakan, "Apa saja yang dipotong dari hewan yang masih hidup, maka potongan itu adalah bangkai" (HR. al-Tirmizi). Status "bangkai" ini secara tegas diharamkan dalam Al-Qur'an (QS. Al-Ma'idah: 3). Oleh karena itu, sebuah tindakan yang secara teknis "etis" dan manusiawi menurut standar bioetika sekuler bisa saja tetap tidak dapat diterima (*haram*) dalam hukum Islam karena melanggar ketentuan normatif yang bersumber dari wahyu (Ririn Nur Rahmawati, 2023).

b. Hak vs. Kewajiban

Perbedaan paradigma juga terlihat dalam memandang relasi manusia-hewan. Beberapa aliran dalam etika hewan (*animal ethics*), khususnya paradigma hak-hak hewan (*animal rights*), berargumen bahwa hewan memiliki hak intrinsik yang melekat, termasuk hak untuk tidak dieksploitasi, terlepas dari apakah eksploitasi itu dilakukan dengan cara yang "manusiawi" atau tidak (Hudha et al., 2019). Dari sudut pandang ini, pengambilan sel tanpa "persetujuan" hewan (meski konsep ini problematik) tetap dilihat sebagai bentuk eksploitasi.

Sementara itu, perspektif syariah lebih menekankan pada kewajiban dan

amanah manusia terhadap hewan. Hewan adalah bagian dari ciptaan Allah (*makhluk*) yang dipercayakan kepada manusia (*istikhlaf*) untuk dimanfaatkan dengan cara yang baik dan halal (Kashim et al., 2023). Fokusnya bukan pada "hak intrinsik" hewan sebagai subjek hukum otonom, melainkan pada kewajiban manusia untuk memperlakukan hewan dengan adil dan kasih sayang sebagai bagian dari ibadah kepada Allah. Perbedaan ini mempengaruhi penilaian akhir: bagi penganut paham hak hewan radikal, daging kultur mungkin masih bermasalah; sedangkan dalam kerangka syariah, selama pemanfaatan hewan (sebagai sumber sel) dilakukan dengan memenuhi syariat (disembelih secara halal) dan dengan memperhatikan kesejahteraannya, maka itu adalah bagian dari pemenuhan amanah.

c. Konsep "Alamiah" (*Naturalness*)

Keberatan konsumen Muslim sering kali tidak hanya terletak pada aspek kehalalan formal, tetapi juga pada persepsi terhadap "ketidakalamian" daging kultur. Banyak umat Muslim yang merasa bahwa menciptakan daging di laboratorium merupakan upaya "bermain Tuhan" (*takyif*) atau menyentuh domain yang seharusnya menjadi hak prerogatif Allah sebagai Pencipta. Kekhawatiran ini berkaitan dengan konsep *fitrah* (kodrat alami) dan batas-batas intervensi manusia terhadap ciptaan.

Sebaliknya, bioetika sekuler umumnya tidak melihat "kealamian" sebagai nilai moral yang berdiri sendiri. Selama suatu produk terbukti aman, berkelanjutan, dan dapat memecahkan masalah (seperti krisis pangan atau pemanasan global), maka status "alami" atau "tidak alami" sering kali dianggap tidak relevan (Bryant & Barnett, 2020). Tegangan ini menyulitkan penerimaan daging kultur di kalangan masyarakat yang kuat memegang nilai-nilai religius, sekalipun argumen keamanan dan keberlanjutan dari perspektif bioetika sudah sangat kuat.

Berikut adalah tabel perbandingan sistematis antara prinsip-prinsip bioetika dan maqāṣid al-Shari'ah dalam konteks daging kultur:

Tabel 2. Tabel Perbandingan Prinsip Bioetika dengan Maqāṣid al-Shari'ah dalam Daging Kultur.

Aspek	Prinsip Bioetika (dalam konteks daging kultur)	Maqāṣid al-Shari'ah (dalam konteks daging kultur)	Evaluasi Etis
Dasar moral	Akal budi manusia, konsensus ilmiah, dan pertimbangan filosofis.	Wahyu Allah (Al-Qur'an dan Sunnah) dan ijtihad ulama berdasarkan maqāṣid syariah (menjaga agama, jiwa, akal, keturunan, harta, dan lingkungan).	Keduanya memberikan dasar moral yang kuat, tetapi sumbernya berbeda.
Status hewan	Hewan memiliki nilai intrinsik dan hak untuk tidak menderita (dalam paradigma hak hewan).	Hewan adalah makhluk Allah yang harus diperlakukan dengan kasih sayang dan tidak disakiti tanpa alasan yang dibenarkan syariat.	Keduanya menekankan perlindungan terhadap hewan dari penderitaan yang tidak perlu.
Penderitaan hewan	Dihindari berdasarkan prinsip non-maleficence dan kesejahteraan hewan.	Dilarang berdasarkan hadis dan kaidah sadd al-dzarai' (menutup jalan mudarat).	Sama-sama menolak penderitaan hewan yang tidak diperlukan.
Keamanan dan manfaat	Diutamakan berdasarkan prinsip beneficence dan keadilan.	Termasuk dalam hifzh al-nafs (menjaga jiwa) dan hifzh al-mal (menjaga harta). Daging kultur harus halal dan thayyib.	Keduanya menekankan pentingnya keamanan dan manfaat bagi manusia.
Keadilan distributif	Prinsip justice menuntut akses yang adil terhadap teknologi dan manfaatnya.	Termasuk dalam hifzh al-mal dan keadilan sosial dalam Islam.	Keduanya mendorong distribusi manfaat yang adil.
Kehati-hatian	Precautionary principle: jika ada risiko yang belum pasti, harus diambil langkah pencegahan.	Kaidah sadd al-dzarai' dan prinsip istihalah yang ketat.	Keduanya mendorong kehati-hatian dalam menerima teknologi baru.
Otonomi konsumen	Hak konsumen untuk mendapatkan informasi lengkap (informed consent).	Kewajiban mengonsumsi yang halal dan thayyib, sehingga konsumen berhak mengetahui status halal produk.	Keduanya mendukung transparansi informasi bagi konsumen.
Lingkungan	Dipertimbangkan sebagai parte dari keadilan antar generasi dan keberlanjutan.	Termasuk dalam hifzh al-bi'ah (menjaga lingkungan) sebagai bagian dari maqāṣid syariah kontemporer.	Keduanya menekankan pentingnya kelestarian lingkungan.

Menyelesaikan Dilema

a. Bioetika yang Kontekstual

Pertama, prinsip-prinsip bioetika universal perlu dikontekstualisasikan dengan nilai-nilai lokal dan religius. Prinsip keadilan (*justice*), misalnya, tidak hanya harus dimaknai sebagai keadilan distributif (akses ekonomi terhadap teknologi) sebagaimana ditekankan oleh UNDP (2022), tetapi juga sebagai keadilan kultural (*cultural justice*). Keadilan berarti menghormati keyakinan religius suatu komunitas dan memastikan bahwa inovasi teknologi tidak meminggirkan atau mengabaikan nilai-nilai fundamental mereka. Dalam konteks Muslim, ini berarti bahwa proses pengembangan dan regulasi daging kultur harus secara aktif melibatkan ahli agama dan memastikan bahwa kekhawatiran tentang kehalalan dan "kealamian" didengar dan diaddress, bukan diabaikan sebagai hal yang irasional.

b. Fikih yang Progresif

Kedua, disiplin fikih (hukum Islam) perlu terus melakukan *ijtihad* progresif yang responsif terhadap kemajuan sains. Ijtihad ini harus berpijak pada maqashid syariah (tujuan-tujuan syariah) yang lebih luas, bukan hanya terpaku pada teks literal

semata. Maqashid syariah klasik mencakup perlindungan terhadap agama, jiwa, akal, keturunan, dan harta. Dalam konteks kontemporer, tujuan seperti menjaga ketahanan pangan (*hifzh an-nafs*), melestarikan lingkungan (*hifzh al-bi'ah*), dan memajukan sains yang bermanfaat (*hifzh al-'aql*) dapat dilihat sebagai perwujudan maqashid syariah yang relevan (Kashim et al., 2023).

Daging kultur, dengan potensinya untuk mengatasi dampak lingkungan dari peternakan dan berkontribusi pada ketahanan pangan global, membawa masalah (kemanfaatan) yang sangat besar. *Ijtihad* kontemporer dapat mengeksplorasi bagaimana masalah ini dapat diakomodasi tanpa mengorbankan prinsip-prinsip hukum yang tetap. Misalnya, penegasan bahwa sel harus berasal dari hewan yang disembelih secara syar'i adalah sebuah bentuk ijtihad yang memadukan tuntutan teks (larangan bangkai) dengan kemungkinan teknis modern.

c. Peran Sertifikasi Halal yang Komprehensif

Ketiga, institusi sertifikasi halal yang kredibel dapat berperan sebagai jembatan praktis yang mempertemukan tuntutan syariah dan prinsip-prinsip bioetika. Proses sertifikasi tidak boleh hanya berfokus pada status akhir produk, tetapi harus mencakup audit menyeluruh terhadap seluruh rantai pasok (*halal supply chain*). Standar sertifikasi dapat diperluas untuk memasukkan kriteria bioetika, seperti:

- 1) Audit Kesejahteraan Hewan Donor: Memastikan bahwa hewan sumber sel, jika digunakan, diperlakukan sesuai dengan prinsip kesejahteraan hewan (5 Kebebasan) dan syariat Islam sebelum dan selama proses penyembelihan.
- 2) Transparansi Proses: Menuntut keterbukaan lengkap mengenai sumber semua bahan (sel, medium, scaffold) yang sejalan dengan prinsip autonomy dalam bioetika yang menekankan hak konsumen atas informasi yang lengkap (d'Agincourt-Canning & Johnston, 2008).
- 3) Keberlanjutan Lingkungan: Mempertimbangkan dampak lingkungan dari proses produksi sebagai bagian dari pertimbangan *thayyib*, karena kerusakan lingkungan pada akhirnya merugikan manusia dan makhluk lain.

Studi oleh Ho et al. (2023) di Singapura telah membuktikan bahwa kepercayaan Muslim terhadap daging kultur sangat bergantung pada sertifikasi dari otoritas agama yang mereka akui. Oleh karena itu, sebuah sertifikasi halal yang komprehensif dan transparan tidak hanya menjamin kehalalan, tetapi juga membangun kepercayaan (*trust*) yang menjadi kunci penerimaan masyarakat.

4. KESIMPULAN

Daging kultur sebagai inovasi pangan berbasis bioteknologi menawarkan berbagai potensi, seperti pengurangan penggunaan hewan, peningkatan keamanan pangan, dan kontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan. Namun, teknologi ini masih menimbulkan dilema yang signifikan dalam perspektif bioetika dan syariah. Status kehalalan daging kultur bergantung pada tiga komponen utama, yaitu sumber sel, medium kultur, dan bahan penunjang dalam proses produksi. Sel yang diambil dari hewan hidup tanpa penyembelihan syar'i tetap berstatus bangkai, sementara penggunaan medium seperti Foetal Bovine Serum menimbulkan masalah hukum karena berasal dari darah dan melibatkan prosedur yang tidak sesuai prinsip kesejahteraan hewan.

Dari perspektif bioetika, produksi daging kultur harus memperhatikan prinsip non-maleficence, kesejahteraan hewan, integritas ilmiah, dan keadilan dalam distribusi manfaat teknologi bagi masyarakat. Selain itu, penerimaan masyarakat Muslim sangat dipengaruhi oleh tingkat kepercayaan terhadap lembaga sertifikasi halal serta transparansi informasi mengenai proses produksi. Penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan komersialisasi daging kultur di negara-negara Muslim memerlukan kolaborasi multidisipliner antara ilmuwan, ahli fikih, otoritas halal, dan industri untuk memastikan bahwa setiap tahapan proses produksi memenuhi standar etika dan syariah.

DAFTAR REFERENSI

- Adeyani, A., Mappaware, N. A., & Madya, F. (2019). Kematian janin dalam rahim ditinjau dari aspek medis, kaidah dasar bioetik, dan keutamaannya dalam tinjauan Islam. *UMI Medical Journal: Jurnal Kedokteran*, 4(2), 70–82.
- Afandi, D. (2017). Kaidah dasar bioetika dalam pengambilan keputusan klinis yang etis. *Majalah Kedokteran Andalas*, 40(2), 111–121.
- Ben-Arye, T., & Levenberg, S. (2019). Tissue engineering for clean meat production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, 46.
- Bharucha, J. (2022). Consumer attitudes toward lab-grown meat in Muslim communities. *Journal of Halal Studies*, 4(1), 33–45.
- Boler, D. D., & Woerner, D. R. (2017). What is meat? A perspective from the American Meat Science Association. *Animal Frontiers*, 7(4), 8–11. <https://doi.org/10.2527/af.2017.0436>
- Bonny, S. P. F., Gardner, G. E., Pethick, D. W., & Hocquette, J. F. (2015). What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry? *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 255–263. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60888-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60888-1)

- Bryant, C., & Barnett, J. (2020). Consumer acceptance of cultured meat: A systematic review. *Meat Science*, 172, 108672.
- Chriki, S., & Hocquette, J. F. (2020). The myth of cultured meat: A review. *Frontiers in Nutrition*, 7, 7. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00007>
- Chriki, S., Ellies-Oury, M. P., Fournier, D., Liu, J., & Hocquette, J. F. (2020). Analysis of scientific and press articles related to cultured meat for a better understanding of its perception. *Frontiers in Psychology*, 11, 1845. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01845>
- d'Agincourt-Canning, L., & Johnston, C. (2008). Disclosure. In P. A. Singer & A. M. Viens (Eds.), *The Cambridge textbook of bioethics* (pp. 41–47). Cambridge University Press.
- Erawati, L., & Sutarno. (2024). Layanan terapi sel punca ditinjau dari perspektif bioetika di Indonesia. *Jurnal Hukum dan Etika Kesehatan*, 4(1), 1–15.
- Ho, S. S., Ou, M., & Vijayan, A. V. (2023). Halal or not? Exploring Muslim perceptions of cultured meat in Singapore. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1127164. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1127164>
- Hudha, A. M., Husamah, & Rahardjanto, A. (2019). *Etika lingkungan: Teori dan praktik pembelajarannya*. UMM Press.
- Kasim, M., Aprianti, F., Jannah, S., & Rezki, N. (2021). Percobaan kedokteran terhadap hewan hidup dalam perspektif hukum Islam. *Bustanul Fuqaha: Jurnal Bidang Hukum Islam*, 2(2), 336–347.
- Lestari, R. D. (2023). Bioetika dalam ilmu kedokteran dan multidisiplin keilmuan. *MAHESA: Malahayati Health Student Journal*, 3(10), 3218–3224.
- Mahfud. (2018). Mengenal ontologi, epistemologi, aksiologi dalam pendidikan Islam. *Cendekia: Jurnal Studi Keislaman*, 4(1), 82–95.
- Mohd Kashim, M. I. A., 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), 103501. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103501>
- Nakyinsige, K., Sazili, A. Q., & Zulkifli, I. (2022). Halal authenticity issues in laboratory-grown meat: A review. *Food Research International*, 152, 110911. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110911>
- Onwezen, M. C., Bouwman, E. P., Reinders, M. J., & Dagevos, H. (2021). A systematic review on consumer acceptance of alternative proteins: Pulses, algae, insects, plant-based meat alternatives, and cultured meat. *Appetite*, 159, 105058. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.105058>

- Post, M. J., et al. (2020). Scientific, sustainability, and regulatory challenges of cultured meat. *Nature Food*, 1, 403–415.
- Rahmawati, R. N. (2023). Analisis kesejahteraan hewan dan status halal daging kultur laboratorium dalam perspektif iptek dan hukum Islam. *Kaunia: Integration and Interconnection of Islam and Science Journal*, 19(1).
- Sinaga, Z., Sihotang, N. R., Fadhillah, N., & Haniyyah, U. (2024). Bioetika perawatan dan pemanfaatan hewan pada pengujian MIT (Mouse Inoculation Test) deteksi virus rabies. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri Peternakan*, 4(1), 65–70.
- Tieman, M., & Hassan, F. H. (2019). The halal food supply chain: Evidence from Malaysia and the United Arab Emirates. *Journal of Islamic Marketing*, 10(3), 810–828. <https://doi.org/10.1108/JIMA-09-2017-010>
- United Nations Development Programme. (2022). Environmental justice: Securing our right to a clean, healthy, and sustainable environment. <https://undp.org>
- Yea, M. O., Conterius, A. W. S., & Nua, E. N. (2024). Bioetika kesehatan: Tantangan etika dalam praktek medis dan penelitian. PT Media Penerbit Indonesia.
- Zhang, L., Hu, Y., Badar, I. H., Xia, X., Kong, B., & Chen, Q. (2021). Prospects of artificial meat: Opportunities and challenges around consumer acceptance. *Trends in Food Science & Technology*, 116, 434–444. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.010>