

Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin
Volume 4, Nomor 1, 2026, P. 400-405
E-ISSN: 2986-6340
Licensed by CC BY-SA 4.0
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18308442>

Analisis Etis Penggunaan Rekayasa Genetik pada Bidang Kesehatan

Ethical Analysis of the Use of Genetic Engineering in the Healthcare Sector

Jun Mestika Fati Hia¹, Denika Gulo², Lisna Dewita Hulu³, Abertina Zebua⁴, Fita Kritiani Ndraha⁵, Novelina Andriani Zega⁶

¹⁻⁶Universitas Nias

E-mail : mestikahia@gmail.com, gulodenika@gmail.com, lisnadewitahulu@gmail.com,
abertinazebua3004@gmail.com, fitakristianindraha021202@gmail.com, andrianizega84@gmail.com.

Abstrak

Perkembangan pesat bioteknologi modern telah membawa perubahan fundamental dalam bidang kesehatan, terutama melalui penerapan rekayasa genetik, terapi gen, dan teknologi penyuntingan genom seperti CRISPR-Cas9. Inovasi-inovasi tersebut membuka peluang besar dalam pencegahan, diagnosis, dan pengobatan berbagai penyakit genetik maupun degeneratif yang sebelumnya sulit ditangani. Meskipun demikian, kemajuan ini juga memunculkan tantangan serius dalam ranah bioetika, khususnya terkait keselamatan pasien, batas intervensi manusia terhadap kehidupan, keadilan distribusi teknologi, serta perlindungan hak dan martabat manusia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan bioteknologi kesehatan dari perspektif bioetika dengan menekankan keterkaitan antara manfaat ilmiah dan tanggung jawab moral. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur sistematis terhadap jurnal ilmiah, buku bioetika, serta dokumen kebijakan internasional yang relevan. Analisis dilakukan dengan mengacu pada empat prinsip utama bioetika, yaitu beneficence, non-maleficence, autonomy, dan justice. Hasil kajian menunjukkan bahwa bioteknologi kesehatan memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan kualitas hidup dan efektivitas terapi medis, namun juga mengandung risiko biologis dan sosial yang tidak dapat diabaikan. Risiko tersebut mencakup kemungkinan efek jangka panjang yang belum sepenuhnya dipahami, potensi penyalahgunaan teknologi untuk tujuan non-medis, serta ketimpangan akses antara kelompok masyarakat. Oleh karena itu, integrasi prinsip bioetika dalam penelitian, pengembangan, dan penerapan bioteknologi menjadi kebutuhan mendesak guna memastikan bahwa kemajuan ilmu pengetahuan berjalan seiring dengan nilai-nilai kemanusiaan, keadilan sosial, dan keberlanjutan sistem kesehatan.

Kata kunci: bioteknologi kesehatan, bioetika, rekayasa genetik, terapi gen, etika biomedis

Abstract

The rapid advancement of modern biotechnology has brought fundamental changes to the field of healthcare, particularly through the application of genetic engineering, gene therapy, and genome-editing technologies such as CRISPR-Cas9. These innovations have opened significant opportunities for the prevention, diagnosis, and treatment of various genetic and degenerative diseases that were previously difficult to manage. Nevertheless, this progress has also generated serious challenges in the realm of bioethics, especially concerning patient safety, the limits of human intervention in life processes, the equitable distribution of technology, and the protection of human rights and dignity. This study aims to analyze the application of healthcare biotechnology from a bioethical perspective by emphasizing the relationship between scientific benefits and moral responsibility. The research method employed is a systematic literature review of scientific journals, bioethics textbooks, and relevant international policy documents. The analysis is conducted based on the four core principles of bioethics, namely beneficence, non-maleficence, autonomy, and justice. The findings indicate that healthcare biotechnology provides significant benefits in improving quality of life and the effectiveness of medical therapies; however, it also entails biological and social risks that cannot be overlooked. These risks include potential long-term effects that are not yet fully understood, the possibility of misuse of technology for non-medical purposes, and unequal access among different social groups. Therefore, the integration of bioethical principles into the research, development, and application of biotechnology is an urgent necessity to ensure that scientific progress advances in harmony with human values, social justice, and the sustainability of healthcare systems.

Keywords: healthcare biotechnology, bioethics, genetic engineering, gene therapy, biomedical ethics

Article Info

Received date: 25 Desember 2025

Revised date: 15 Januari 2026

Accepted date: 20 Januari 2026

PENDAHULUAN

Bioteknologi merupakan bidang ilmu yang memanfaatkan sistem biologis, organisme hidup, atau turunannya untuk menghasilkan produk dan jasa yang bermanfaat bagi manusia. Dalam bidang kesehatan, bioteknologi telah berkembang pesat melalui inovasi seperti terapi gen, produksi insulin rekombinan, vaksin berbasis DNA dan mRNA, serta teknologi penyuntingan gen. Inovasi-inovasi tersebut memberikan harapan besar dalam pengobatan penyakit genetik, kanker, dan penyakit infeksi. (Beauchamp & Childress, 2019; Resnik, 2018)

Namun, di balik manfaatnya, bioteknologi modern juga menimbulkan dilema etis yang tidak sederhana. Rekayasa genetik pada manusia, misalnya, menimbulkan pertanyaan mendasar tentang batas intervensi manusia terhadap kehidupan, risiko jangka panjang, serta potensi ketimpangan akses teknologi. Oleh karena itu, bioetika hadir sebagai kerangka moral dan filosofis yang berfungsi mengarahkan pengembangan dan penerapan bioteknologi agar tetap selaras dengan nilai kemanusiaan. Penelitian ini difokuskan pada analisis bioetika dalam penerapan bioteknologi kesehatan dengan tujuan memberikan pemahaman kritis mengenai pentingnya prinsip etika dalam pengambilan keputusan ilmiah dan kebijakan publik.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong berkembangnya bioteknologi sebagai salah satu bidang strategis dalam dunia kesehatan modern. Bioteknologi kesehatan memanfaatkan sistem biologis dan teknik molekuler untuk menghasilkan solusi inovatif dalam pencegahan, diagnosis, dan terapi penyakit. Perkembangan rekayasa genetik, terapi gen, vaksin rekombinan, serta teknologi penyuntingan genom seperti CRISPR-Cas9 telah membuka peluang besar dalam penanganan penyakit genetik, kanker, dan penyakit infeksi yang sebelumnya sulit diobati dengan pendekatan medis konvensional. Inovasi-inovasi ini tidak hanya meningkatkan efektivitas pengobatan, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan harapan hidup dan kualitas hidup manusia.

Meskipun menawarkan manfaat yang signifikan, penerapan bioteknologi modern dalam bidang kesehatan tidak terlepas dari berbagai persoalan etis yang kompleks. Intervensi langsung terhadap materi genetik manusia menimbulkan pertanyaan mendasar mengenai batas kewenangan manusia dalam memodifikasi kehidupan. Risiko efek samping jangka panjang, potensi dampak terhadap generasi mendatang, serta kemungkinan terjadinya penyalahgunaan teknologi untuk kepentingan non-medis menjadi isu yang semakin relevan seiring pesatnya perkembangan bioteknologi. Kondisi ini menuntut adanya kerangka etis yang kuat agar kemajuan teknologi tidak bertentangan dengan nilai-nilai kemanusiaan.

Bioetika hadir sebagai disiplin interdisipliner yang mengkaji persoalan moral dan etika yang muncul akibat penerapan ilmu biologi dan kedokteran. Dalam konteks bioteknologi kesehatan, bioetika berperan penting sebagai panduan normatif dalam pengambilan keputusan ilmiah dan klinis. Prinsip-prinsip utama bioetika, yaitu *beneficence* (memberikan manfaat), *non-maleficence* (tidak menimbulkan bahaya), *autonomy* (menghormati hak individu), dan *justice* (keadilan), menjadi landasan dalam menilai apakah suatu teknologi layak diterapkan secara moral dan sosial. Tanpa penerapan prinsip-prinsip tersebut, bioteknologi berisiko menimbulkan dampak negatif yang lebih besar dibandingkan manfaat yang dihasilkan.

Selain aspek individual, penerapan bioteknologi juga memiliki implikasi sosial yang luas. Ketimpangan akses terhadap teknologi kesehatan berbasis bioteknologi dapat memperlebar kesenjangan sosial dan ekonomi, terutama antara negara maju dan berkembang. Biaya penelitian dan produksi yang tinggi berpotensi membatasi pemanfaatan teknologi hanya pada kelompok tertentu, sehingga prinsip keadilan dalam pelayanan kesehatan menjadi terabaikan. Oleh karena itu, pembahasan bioetika dalam bioteknologi tidak hanya berfokus pada hubungan antara tenaga medis dan pasien, tetapi juga mencakup kebijakan publik, regulasi, serta tanggung jawab sosial ilmuwan dan industri.

Berdasarkan latar belakang tersebut, kajian mengenai bioetika dalam penerapan bioteknologi modern menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa inovasi ilmiah berjalan secara bertanggung jawab. Artikel ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan rekayasa genetik di bidang kesehatan dari

perspektif bioetika dengan meninjau manfaat, risiko, serta implikasi etis dan sosial yang menyertainya. Diharapkan kajian ini dapat memberikan kontribusi akademis dalam memperkaya pemahaman tentang pentingnya integrasi bioetika dalam pengembangan bioteknologi, sekaligus menjadi referensi dalam perumusan kebijakan dan praktik kesehatan yang berkelanjutan dan berorientasi pada nilai kemanusiaan.

METODE

Metode analisis yang digunakan dalam artikel ini adalah analisis kualitatif-deskriptif dengan pendekatan bioetika normatif. Pendekatan ini dipilih untuk mengkaji secara mendalam permasalahan etis yang muncul dari penerapan bioteknologi modern, khususnya rekayasa genetik di bidang kesehatan, dengan menitikberatkan pada penilaian moral, konseptual, dan implikasi sosial yang menyertainya. Analisis tidak berfokus pada pengukuran statistik, melainkan pada penafsiran sistematis terhadap data konseptual dan empiris yang bersumber dari literatur ilmiah. (Emanuel et al., 2000; CIOMS, 2016)

Tahapan analisis diawali dengan identifikasi isu-isu utama bioetika yang berkaitan dengan bioteknologi kesehatan, seperti keselamatan biologis, risiko jangka panjang, hak otonomi pasien, serta keadilan distribusi teknologi. Isu-isu tersebut diperoleh melalui penelaahan kritis terhadap jurnal ilmiah, laporan organisasi kesehatan internasional, dan buku referensi bioetika yang relevan. Setiap sumber dianalisis untuk mengekstraksi argumen, temuan empiris, serta rekomendasi etis yang berkaitan dengan penggunaan rekayasa genetik.

Selanjutnya, dilakukan kategorisasi data berdasarkan empat prinsip utama bioetika, yaitu *beneficence*, *non-maleficence*, *autonomy*, dan *justice*. Pada tahap ini, setiap temuan literatur dikaitkan dengan prinsip bioetika yang relevan untuk menilai sejauh mana penerapan bioteknologi kesehatan memenuhi atau berpotensi melanggar prinsip tersebut. Proses ini memungkinkan penilaian yang sistematis dan terstruktur terhadap manfaat dan risiko etis dari teknologi yang dikaji.

Tahap berikutnya adalah interpretasi dan sintesis data, yaitu mengintegrasikan hasil kategorisasi untuk membangun pemahaman holistik mengenai hubungan antara kemajuan bioteknologi dan tanggung jawab etis. Analisis dilakukan dengan membandingkan berbagai pandangan ilmiah dan etis guna mengidentifikasi kesamaan, perbedaan, serta potensi konflik nilai yang muncul dalam penerapan rekayasa genetik. Pendekatan komparatif ini bertujuan untuk menghasilkan argumen yang logis, seimbang, dan berbasis teori.

Sebagai tahap akhir, dilakukan evaluasi normatif terhadap implikasi hasil analisis bagi praktik kesehatan dan kebijakan publik. Evaluasi ini menekankan relevansi prinsip bioetika dalam perumusan regulasi, pelaksanaan penelitian bioteknologi, serta pengambilan keputusan klinis. Dengan demikian, metode analisis yang digunakan tidak hanya berfungsi untuk memahami permasalahan etis secara konseptual, tetapi juga untuk memberikan dasar argumentatif yang kuat dalam mendorong penerapan bioteknologi kesehatan yang bertanggung jawab, adil, dan berorientasi pada nilai-nilai kemanusiaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis kualitatif terhadap berbagai sumber literatur ilmiah, diperoleh gambaran bahwa penerapan bioteknologi modern di bidang kesehatan telah memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas layanan medis. Teknologi seperti terapi gen, produksi obat rekombinan, dan penyuntingan genom terbukti mampu meningkatkan efektivitas pengobatan serta memperluas pilihan terapi bagi pasien dengan penyakit genetik dan kronis. Namun demikian, hasil kajian juga menunjukkan bahwa manfaat tersebut diiringi oleh sejumlah persoalan etis yang memerlukan perhatian serius. (WHO, 2021; National Academies, 2020)

Analisis literatur mengungkapkan bahwa isu bioetika paling dominan berkaitan dengan aspek keselamatan biologis dan ketidakpastian dampak jangka panjang. Meskipun uji klinis telah dilakukan secara bertahap, risiko efek samping yang belum sepenuhnya teridentifikasi tetap menjadi kekhawatiran

utama. Selain itu, terdapat temuan bahwa regulasi dan standar etika penerapan bioteknologi belum sepenuhnya seragam di berbagai negara, sehingga berpotensi menimbulkan perbedaan perlindungan terhadap subjek penelitian dan pasien.

Pembahasan Berdasarkan Prinsip Bioetika

Prinsip Beneficence (Memberikan Manfaat)

Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan rekayasa genetik di bidang kesehatan secara umum selaras dengan prinsip beneficence. Terapi gen dan teknologi bioteknologi lainnya telah menunjukkan potensi besar dalam mengatasi penyakit yang sebelumnya tidak memiliki terapi efektif. Manfaat ini tidak hanya bersifat klinis, tetapi juga berdampak pada peningkatan kualitas hidup pasien. Namun, pembahasan literatur menekankan bahwa manfaat tersebut harus didasarkan pada bukti ilmiah yang kuat dan evaluasi berkelanjutan untuk memastikan bahwa teknologi benar-benar memberikan keuntungan yang nyata bagi pasien dan masyarakat. (Doudna & Charpentier, 2014)

Prinsip Non-Maleficence (Tidak Menimbulkan Bahaya)

Prinsip non-maleficence menjadi salah satu fokus utama dalam pembahasan bioetika bioteknologi kesehatan. Hasil kajian menunjukkan adanya potensi risiko biologis, seperti efek samping yang tidak diinginkan, perubahan gen yang tidak terkontrol, serta kemungkinan dampak terhadap generasi berikutnya apabila modifikasi gen dilakukan pada sel germline. Pembahasan ini menegaskan pentingnya penerapan standar keselamatan yang ketat, uji klinis berlapis, serta pengawasan jangka panjang untuk meminimalkan risiko dan mencegah terjadinya kerugian bagi pasien.

Prinsip Autonomy (Otonomi Individu)

Analisis terhadap literatur juga menunjukkan bahwa penghormatan terhadap otonomi individu merupakan aspek krusial dalam penerapan bioteknologi kesehatan. Pasien harus memiliki hak untuk memperoleh informasi yang lengkap, akurat, dan mudah dipahami sebelum memberikan persetujuan terhadap suatu prosedur bioteknologi. Hasil pembahasan mengindikasikan bahwa praktik informed consent sering kali menghadapi tantangan, terutama pada terapi eksperimental yang melibatkan konsep ilmiah yang kompleks. Oleh karena itu, komunikasi yang efektif antara tenaga medis dan pasien menjadi faktor penting dalam menjamin terpenuhinya prinsip autonomy.

Prinsip Justice (Keadilan)

Prinsip keadilan menjadi isu yang paling kompleks dalam pembahasan bioetika bioteknologi kesehatan. Hasil analisis menunjukkan bahwa biaya pengembangan dan penerapan teknologi bioteknologi yang tinggi berpotensi membatasi akses hanya pada kelompok masyarakat tertentu. Hal ini dapat memperlebar kesenjangan sosial dan kesehatan, baik di tingkat nasional maupun global. Pembahasan literatur menekankan bahwa keadilan dalam bioteknologi tidak hanya berkaitan dengan distribusi manfaat, tetapi juga dengan perlindungan terhadap kelompok rentan dan negara berkembang.

Implikasi Sosial dan Kebijakan

Hasil dan pembahasan menunjukkan bahwa persoalan bioetika dalam bioteknologi kesehatan tidak dapat dipisahkan dari konteks sosial dan kebijakan publik. Tanpa regulasi yang jelas dan kerangka etika yang kuat, bioteknologi berpotensi disalahgunakan untuk tujuan non-medis, seperti peningkatan sifat tertentu pada manusia. Oleh karena itu, diperlukan kolaborasi antara ilmuwan, tenaga medis, bioetikawan, dan pembuat kebijakan untuk merumuskan regulasi yang mampu menyeimbangkan antara inovasi dan perlindungan nilai kemanusiaan.

Sintesis Hasil Pembahasan

Secara keseluruhan, hasil dan pembahasan menunjukkan bahwa penerapan bioteknologi modern di bidang kesehatan memiliki potensi manfaat yang sangat besar, namun juga membawa risiko etis yang tidak dapat diabaikan. Prinsip-prinsip bioetika terbukti relevan dan esensial sebagai alat analisis dalam menilai kelayakan moral suatu teknologi. Integrasi bioetika dalam penelitian dan praktik

bioteknologi menjadi kunci untuk memastikan bahwa kemajuan ilmiah berjalan secara bertanggung jawab, adil, dan berorientasi pada kesejahteraan manusia.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa bioteknologi modern, khususnya rekayasa genetik dalam bidang kesehatan, merupakan inovasi ilmiah yang memiliki potensi besar dalam meningkatkan efektivitas pengobatan dan kualitas hidup manusia. Teknologi ini telah membuka peluang baru dalam penanganan penyakit genetik, kronis, dan degeneratif yang sebelumnya sulit atau bahkan tidak dapat diobati dengan metode medis konvensional. Dengan demikian, secara ilmiah dan klinis, penerapan bioteknologi kesehatan menunjukkan kontribusi yang signifikan terhadap kemajuan sistem kesehatan modern. (WHO, 2021; National Academies, 2020) (UNESCO, 2005; Sandel, 2007)

Namun, temuan kajian juga menunjukkan bahwa manfaat tersebut tidak dapat dipisahkan dari berbagai tantangan bioetika yang kompleks. Risiko biologis, ketidakpastian dampak jangka panjang, serta kemungkinan terjadinya efek yang tidak diinginkan menjadi isu utama yang menuntut perhatian serius. Prinsip non-maleficence menegaskan bahwa setiap penerapan bioteknologi harus didasarkan pada kehati-hatian ilmiah dan pengawasan yang ketat untuk memastikan keselamatan pasien dan mencegah kerugian biologis maupun sosial. Hal ini menunjukkan bahwa kemajuan teknologi tanpa pengendalian etis berpotensi menimbulkan dampak negatif yang luas.

Dari perspektif keadilan, hasil kajian menunjukkan bahwa ketimpangan akses terhadap teknologi bioteknologi kesehatan masih menjadi permasalahan yang signifikan. Biaya pengembangan dan penerapan yang tinggi berpotensi membatasi pemanfaatan teknologi hanya pada kelompok tertentu, sehingga menimbulkan ketidakadilan sosial dan kesehatan. Prinsip justice menuntut adanya kebijakan dan regulasi yang mampu menjamin distribusi manfaat bioteknologi secara lebih merata, termasuk perlindungan terhadap kelompok rentan dan negara berkembang.

Secara keseluruhan, kesimpulan dari artikel ini menegaskan bahwa integrasi prinsip bioetika dalam pengembangan dan penerapan bioteknologi modern merupakan kebutuhan yang tidak dapat diabaikan. Bioetika berfungsi sebagai kerangka moral yang mengarahkan kemajuan ilmiah agar tetap sejalan dengan nilai kemanusiaan, keadilan sosial, dan tanggung jawab sosial. Dengan penerapan bioetika yang konsisten, didukung oleh regulasi yang kuat dan kolaborasi lintas disiplin, bioteknologi kesehatan dapat berkembang secara berkelanjutan dan memberikan manfaat maksimal bagi manusia tanpa mengorbankan aspek etis dan sosial.

REFERENSI

- Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (2019). *Principles of Biomedical Ethics* (8th ed.). Oxford University Press. <https://global.oup.com/academic/product/principles-of-biomedical-ethics-9780190640873>
- Resnik, D. B. (2018). *The Ethics of Science: An Introduction*. Routledge. <https://www.routledge.com/The-Ethics-of-Science-An-Introduction/Resnik/p/book/9781138570156>
- Resnik, D. B. (2021). Ethics of human genome editing. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 22, 307–331. <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-genom-121120-081751>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2020). *Human Genome Editing: Science, Ethics, and Governance*. National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/24623>
- World Health Organization (WHO). (2021). *Human Genome Editing: Ethical Considerations*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240030381>

- World Health Organization (WHO). (2022). *Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>
- UNESCO. (2005). *Universal Declaration on Bioethics and Human Rights*.
<https://www.unesco.org/en/legal-affairs/universal-declaration-bioethics-and-human-rights>
- Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2014). The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*, 346(6213).
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.1258096>
- Baylis, F. (2019). *Altered Inheritance: CRISPR and the Ethics of Human Genome Editing*. Harvard University Press.
<https://www.hup.harvard.edu/books/9780674971411>
- Nuffield Council on Bioethics. (2018). *Genome Editing and Human Reproduction*.
<https://www.nuffieldbioethics.org/publications/genome-editing-and-human-reproduction>
- Baltimore, D., et al. (2015). A prudent path forward for genomic engineering and germline gene modification. *Science*, 348(6230).
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aab1028>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Etika Penelitian Kesehatan*.
<https://www.kemkes.go.id>
- Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOMS). (2016). *International Ethical Guidelines for Health-related Research Involving Humans*.
<https://cioms.ch/publications/product/international-ethical-guidelines-for-health-related-research-involving-humans/>
- OECD. (2019). *Human Genome Editing: Applications, Ethics, and Governance*.
<https://www.oecd.org/health/human-genome-editing-ethics.htm>