

# Penggunaan Teknologi CRISPR-Cas9 dalam Uji Coba Manusia Berdasarkan Tinjauan Kaidah Fikih *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar*

*The Use of CRISPR-Cas9 Technology in Human Trials Based on The Islamic Legal Maxim *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar**

Azzah Nurul Ulya Kamaruddin<sup>a</sup>, Fauziah Ramdani<sup>b</sup>, Muttazimah<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Institut Agama Islam STIBA, Makassar, Indonesia; Email: azzahkamaruddin@gmail.com

<sup>b</sup> Institut Agama Islam STIBA, Makassar, Indonesia; Email: fauziah\_ramdani@stiba.ac.id

<sup>c</sup> Institut Agama Islam STIBA, Makassar, Indonesia; Email: muttazimah@stiba.ac.id

## Article Info

Received: 20 September 2025

Revised: 25 September 2025

Accepted: 28 September 2025

Published: 21 November 2025

## Keywords:

crispr-cas9, somatic editing, germline editing, islamic bioethics, qawā'id fiqhīyyah

## Kata kunci:

crispr-cas9, somatic editing, germline editing, bioetika islam, kaidah fikih

## Abstract

CRISPR-Cas9 technology has opened a new horizon in the treatment of genetic disorders through precise and potentially curative gene editing. However, its application in humans raises significant ethical, legal, and spiritual dilemmas, particularly within the framework of Islamic law. This study aims to establish a normative framework for evaluating CRISPR-Cas9 interventions using Islamic legal maxims, focusing on the principle of *al-Darar lā yuzālu bi al-Darar* (harm may not be eliminated by introducing another harm). Using a qualitative-descriptive method based on library research with a normative approach, the study analyzes both classical and contemporary sources, including fiqh literature, international fatwas, global bioethics documents, and recent scientific publications on CRISPR. The findings suggest that the use of CRISPR-Cas9 in somatic gene editing may be permitted under Islamic law in cases of necessity (*darūrah*), provided the harm is individual (*darar khāṣ*), temporary, and performed under responsible medical supervision. In contrast, the use of CRISPR-Cas9 in germline editing, which is transgenerational and affects not only the individual but also future generations (*darar 'āmm*), permanent (*mustamirr*), and lacks sufficient scientific evidence or representative clinical trials, is deemed inappropriate for application. This study offers a model for classifying darar based on scale, duration, and necessity, serving as an analytical tool for Islamic legal evaluation of contemporary bioethical issues. The main contribution of this study lies in strengthening fiqh methodology in responding to biotechnological dynamics by comprehensively integrating scientific reasoning, moral responsibility, and spiritual awareness.

## Abstrak

Teknologi CRISPR-Cas9 telah membuka horison baru dalam terapi penyakit genetik melalui pendekatan penyuntingan gen yang presisi dan berpotensi kuratif. Meski demikian, penerapannya pada manusia memunculkan dilema etis, hukum, dan spiritual yang signifikan, khususnya dalam perspektif hukum Islam. Penelitian ini bertujuan merumuskan kerangka normatif untuk menilai intervensi teknologi ini dengan pendekatan kaidah fikih, berfokus pada kaidah *al-Darar lā yuzālu bi al-Darar*.

(bahaya tidak boleh dihilangkan dengan bahaya lain). Melalui metode kualitatif-deskriptif berbasis studi pustaka dengan pendekatan normatif, analisis dilakukan terhadap sumber-sumber klasik dan kontemporer, termasuk literatur fikih, lembaga fatwa internasional, dokumen bioetika global, dan publikasi ilmiah terkini mengenai CRISPR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan CRISPR-Cas9 pada *somatic gene editing* dapat dibenarkan secara syariat dalam kondisi *darūrah*, selama bersifat individual (*darar khāṣ*), temporer, dan dilakukan di bawah pengawasan medis yang bertanggung jawab. Sebaliknya, penggunaan CRISPR-Cas9 pada *germline editing* yang bersifat lintas generasi dan tidak terbatas pada individu (*darar ‘āmm*), permanen (*mustamirr*), dan belum ditopang oleh bukti ilmiah yang memadai maupun uji klinis representatif, dinilai belum layak diterapkan. Penelitian ini menawarkan model klasifikasi *darar* berdasarkan skala, durasi, dan tingkat kebutuhan sebagai instrumen analitis dalam penilaian hukum Islam terhadap isu-isu bioetika kontemporer. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penguatan metodologi fikih dalam merespons dinamika bioteknologi secara komprehensif mengintegrasikan rasionalitas ilmiah, tanggung jawab moral, dan kesadaran spiritual.

#### **How to cite:**

Azzah Nurul Ulya Kamaruddin, Fauziah Ramdani, Muttaizimah, "Penggunaan Teknologi CRISPR-Cas9 dalam Uji Coba Manusia Berdasarkan Tinjauan Kaidah Fikih *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Ḍarar*", *AL-MUNTAQA: Jurnal Studi Islam dan Bahasa Arab*, Vol. 3, No. 1 (2025): 858-882. doi: 10.36701/muntaqa.v3i1.2450.



This work is licensed under a Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

## **PENDAHULUAN**

Penyakit genetik seperti *thalassemia*<sup>1</sup>, fibrosis kistik<sup>2</sup>, hemofilia<sup>3</sup>, dan kanker terus mengalami peningkatan prevalensi dalam beberapa dekade terakhir. Di Indonesia misalnya, pasien pembawa gen *thalassemia* diperkirakan sekitar 3-10% dari populasi. Hingga tahun 2020, tercatat lebih dari 10.000 penderita *thalassemia* mayor, angka yang cenderung meningkat seiring tingginya pernikahan antar-pembawa sifat.<sup>4</sup> Kementerian Kesehatan RI juga melaporkan bahwa kasus kanker nasional disebabkan oleh mutasi genetik yang diwariskan mencapai sekitar 5–10 % dari jumlah keseluruhan kasus kanker.<sup>5</sup>

Penyakit genetik umumnya bersifat degeneratif dan diwariskan lintas generasi. Selama beberapa dekade terakhir, pendekatan konvensional seperti kemoterapi,

<sup>1</sup> *Thalassemia* adalah penyakit genetik yang menyebabkan tubuh tidak dapat memproduksi hemoglobin normal yang cukup, sehingga sel darah merah menjadi mudah rusak dan menyebabkan anemia.

<sup>2</sup> Fibrosis kistik adalah penyakit genetik yang menyebabkan lendir dalam tubuh menjadi kental dan lengket, sehingga menyebabkan penyumbatan di berbagai saluran tubuh terutama di paru-paru dan sistem pencernaan.

<sup>3</sup> Hemofilia adalah penyakit genetik yang menyebabkan darah sulit membeku dengan normal, sehingga darah dapat mengalir terus-menerus apabila terluka.

<sup>4</sup> Friska Kamila Nabilasefany dan Pradana Zaky Romadhon, "Management Thalassemia in Indonesia : A Literature Review," *International Journal of Health and Medicine* 2, no. 1 (2025): h. 92.

<sup>5</sup> Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Rencana Kanker Nasional 2024-2034, Strategi Indonesia dalam Upaya Melawan Kanker," (Jakarta: 2024): h. 14.

radioterapi, dan prosedur pembedahan masih menjadi metode utama dalam pengobatan kanker dan penyakit genetik berat lainnya. Meskipun memiliki efektivitas klinis tertentu, metode ini kerap disertai dengan efek samping yang tidak ringan mulai dari kerusakan jaringan sehat, nyeri pasca terapi, hingga penurunan kualitas hidup yang signifikan bagi pasien.<sup>6</sup> Fokus utama terapi konvensional sering kali terbatas pada manajemen gejala dan perawatan suportif, tanpa mampu menjangkau akar penyebab penyakit yang terletak pada mutasi genetik bawaan.<sup>7</sup>

Sementara itu, upaya preventif seperti skrining genetik pada bayi baru lahir (*newborn screening*) belum terimplementasikan secara optimal. Dikutip dari artikel jurnal Bradford L. Therrell, dkk. yang mengulas tentang status perkembangan skrining bayi baru lahir sedunia, dilaporkan bahwa rendahnya kesadaran masyarakat, keterbatasan fasilitas penunjang seperti alat pengumpulan spesimen, serta kebijakan pemulangan dini dari rumah sakit menjadi sejumlah faktor penghambat utama. Tantangan-tantangan ini tidak hanya berdampak pada keberlanjutan program skrining, tetapi juga memperbesar risiko keterlambatan diagnosis penyakit genetik yang seharusnya dapat ditangani lebih awal.<sup>8</sup> Realitas ini menegaskan kebutuhan mendesak akan terobosan terapeutik<sup>9</sup> yang lebih efektif dan kuratif, terutama bagi keluarga penderita yang menghadapi tekanan fisik, emosional, dan spiritual.

Di tengah realitas tersebut, teknologi CRISPR-Cas9 hadir sebagai simbol harapan ilmiah dan terapeutik. Dengan kemampuannya mengedit DNA secara presisi, CRISPR-Cas9 menjanjikan pendekatan revolusioner dalam terapi genetik, khususnya untuk penyakit keturunan yang selama ini belum memiliki terapi definitif. Teknologi pengeditan gen ini menawarkan presisi tinggi, fleksibilitas, dan efisiensi yang belum pernah ada sebelumnya.<sup>10</sup> Harapan akan munculnya pengobatan berbasis koreksi gen langsung, yang sebelumnya hanya menjadi gagasan futuristik dan fiksi ilmiah, kini mulai menjadi kenyataan melalui uji klinis terhadap pasien anemia sel sabit, kanker, dan bahkan penyakit genetik langka lainnya.<sup>11</sup>

Namun demikian, antusiasme terhadap CRISPR juga dibarengi dengan kekhawatiran moral dan filosofis. Di satu sisi, teknologi ini menawarkan potensi luar biasa untuk memperbaiki mutasi genetik dan mengurangi risiko pewarisan penyakit. Di sisi lain, ia juga memunculkan pertanyaan etis dan kontroversi yang mendalam. Salah satu kasus yang paling kontroversial terjadi pada tahun 2018 ketika seorang ilmuwan asal China, He Jiankui, mengklaim telah berhasil menciptakan bayi kembar yang dimodifikasi secara genetik untuk kebal terhadap HIV. Meski bermaksud terapeutik, eksperimen ini

<sup>6</sup>Vahid Akbari Kordkheyli, dkk., “CRISPER/CAS System, a Novel Tool of Targeted Therapy of Drug- Resistant Lung Cancer,” *Advanced Pharmaceutical Bulletin* 12, no. 2 (2022): h. 264.

<sup>7</sup>Loso Judijanto dan Al-Amin, “Inovasi Biotehnologi untuk Terapi Penyakit Genetik,” *Zahra: Journal of Health and Medical Research* 4, no. 4 (2024): h. 434.

<sup>8</sup>Bradford L. Therrell dkk., “Current Status of Newborn Bloodspot Screening Worldwide 2024: A Comprehensive Review of Recent Activities (2020–2023),” *International Journal of Neonatal Screening* 10, no. 2 (2024): h. 40.

<sup>9</sup>Terapeutik adalah terapi atau pengobatan

<sup>10</sup>Edyta Janik, dkk., “Various Aspects of a Gene Editing System—Crispr–Cas9,” *International Journal of Molecular Sciences* 21, no. 24 (2020): h. 1.

<sup>11</sup>Man Ling Zhang, dkk., “Application and Perspective of CRISPR/Cas9 Genome Editing Technology in Human Diseases Modeling and Gene Therapy,” *Frontiers in Genetics* 15, no. 1 (2024): h. 4–7.

dilakukan tanpa pengawasan etik dan menuai kritik keras dari komunitas internasional. Banyak pihak menilai tindakan tersebut melampaui batas-batas ilmiah, hukum, dan moral karena menyangkut intervensi terhadap manusia yang belum lahir dan belum dapat memberikan *consent*.<sup>12</sup> Dalam artikel yang ditulis oleh Alsomali dan Hussein, kasus He Jiankui dievaluasi menggunakan kerangka bioetika Islam. Studi tersebut menekankan bahwa aplikasi teknologi seperti CRISPR-Cas9 harus memperhatikan prinsip *maqāṣid al-Syārī‘ah* (tujuan-tujuan syariat) dan *qawā‘id fiqhīyyah* (kaidah-kaidah fikih), khususnya dalam mencegah risiko yang lebih besar dibandingkan manfaat yang diperoleh.<sup>13</sup>

Diskursus bioetika internasional pun berkembang pesat sebagai respons terhadap fenomena ini. Prinsip-prinsip seperti *non-maleficence* (tidak mencelakai), *beneficence* (berbuat baik), *autonomy* (kebebasan individu), dan *justice* (keadilan distributif) menjadi kerangka utama dalam mengevaluasi kebijakan dan aplikasi teknologi medis.<sup>14</sup> Pendekatan ini telah banyak membantu pembentukan regulasi global, dan menjadi fondasi penting dalam banyak sistem kesehatan modern. Namun demikian, kerangka ini lahir dari nilai-nilai filosofis Barat dan tidak sepenuhnya mencerminkan karakter hukum Islam. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang tidak hanya reaktif, tetapi mampu menilai isu bioetika dari sudut pandang hukum Islam secara sistemik dan proporsional.

Tradisi hukum Islam menyediakan instrumen metodologis yang otonom dalam merespons perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi kontemporer. Salah satunya adalah *maqāṣid al-Syārī‘ah* yang menekankan perlindungan terhadap lima prinsip dasar kehidupan: agama, jiwa, akal, keturunan, dan harta. Di samping itu, sistem kaidah fikih berfungsi sebagai kerangka normatif yang memberikan pedoman universal dalam menilai kasus-kasus baru, termasuk dalam bidang bioteknologi medis seperti CRISPR-Cas9 yang belum dikenal di masa klasik.<sup>15</sup> Penggunaan kaidah ini bukanlah sekadar pelengkap terhadap etika Barat, tetapi merupakan metode istinbat hukum yang khas dalam tradisi Islam, yang menegaskan posisi etikanya sendiri dalam kancan bioetika global.

Salah satu kaidah yang relevan dalam konteks ini adalah kaidah *al-Darar lā yuzālu bi al-Darar*, yang menyatakan bahwa “bahaya tidak boleh dihilangkan dengan menciptakan bahaya lain.” Kaidah ini merupakan derivasi dari lima kaidah pokok yang universal *al-Darar yuzāl* (bahaya harus dihilangkan), dan memiliki sejarah panjang dalam fikih Islam klasik.<sup>16</sup> Ia digunakan untuk menakar legalitas tindakan berdasarkan dampak mudarat yang mungkin ditimbulkan, serta menjadi sarana tarjih antara dua alternatif yang

<sup>12</sup>Leifan Wang, dkk., “Human Genome Editing after the ‘CRISPR Babies’: The Double-Pacing Problem and Collaborative Governance,” *Journal of Biosafety and Biosecurity* 5, no. 1 (2023): h. 2–4.

<sup>13</sup>Nimah Alsomali dan Ghaiath Hussein, “CRISPR-Cas9 and He Jiankui’s Case: An Islamic Bioethics Review using Maqasid Al-Shari‘a and Qawaaid Fiqhiyyah,” *Asian Bioethics Review* 13, no. 2 (2021): h. 12.

<sup>14</sup>John H. Evans, “Setting Ethical Limits on Human Gene Editing after the Fall of the Somatic/Germline Barrier,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 118, no. 22 (2021): h. 3.

<sup>15</sup>Sayyed Mohamed Muhsin, dkk., “Ethical Considerations in Human Genome Editing: Exploring CRISPR Technology through the Prism of Qawā‘id and Maqāṣid,” *Research Center for Islamic Legislation and Ethics*, <https://www.cilecenter.org/research-publications/op-ed/ethical-considerations-human-genome-editing-exploring-crispr-technology> (20 Juni 2025).

<sup>16</sup>Muhammad Ṣidqī bin Ahmad bin Muhammad al-Būrnū, *Al-Wajīz fī Īdāh al-Qawā‘id al-Fiqhiyyah al-Kulliyah* (Cet. IV; Beirut: Mu’assasah al-Risālah, 1996), h. 259.

mengandung risiko.<sup>17</sup> Dalam konteks teknologi genetik, kaidah ini dapat membantu menentukan batas kebolehan intervensi ilmiah, terutama saat dihadapkan pada potensi risiko yang bersifat sistemik atau transgenerasional. Dalam Q.S. al-Baqarah/2: 195, Allah Swt. berfirman:

وَلَا تُلْفُوا بِأَيْدِيهِنَّ إِلَى التَّهْلُكَةِ

Terjemahnya:

Dan janganlah kamu menjatuhkan dirimu sendiri ke dalam kebinasaan.<sup>18</sup>

Ayat ini adalah peringatan bagi umat manusia untuk tidak melakukan tindakan yang dapat merugikan diri mereka, baik secara fisik maupun moral. Tindakan yang mengarah pada kebinasaan bisa berupa kelalaian dalam menjalankan kewajiban atau tindakan yang menyebabkan kerugian lebih besar.<sup>19</sup> Di sisi lain, Islam juga mendorong manusia untuk mencari pengobatan sebagai bagian dari tanggung jawabnya terhadap kesehatan. Dalam sebuah hadis Rasulullah saw. disebutkan:

عَنْ أَسَاطِمَةَ بْنِ شَرِيكٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ: تَدَاوُوا فَإِنَّ اللَّهَ لَمْ يَضْعِعْ دَاءً إِلَّا  
وَضَعَ لَهُ دَوَاءً غَيْرَ دَاءِ وَاحِدٍ أَهْرَمُ. (رواه أبو داود)<sup>20</sup>

Artinya:

Dari Usamah bin Syarīk sesungguhnya Rasulullah saw. bersabda “Berobatlah, karena Allah tidak menjadikan penyakit kecuali menjadikan pula obatnya, kecuali satu penyakit yaitu pikun (tua)”. (HR. Abū Dāwūd)

Panduan ini menunjukkan bahwa usaha manusia untuk mencari solusi medis, termasuk melalui teknologi modern seperti CRISPR-Cas9, adalah bagian dari ikhtiar yang dianjurkan. Namun, usaha ini juga harus selalu dilakukan dengan mempertimbangkan nilai-nilai etika dan hukum. Telah banyak penelitian terdahulu yang membahas dan meneliti CRISPR-Cas9 dari berbagai sudut pandang, meski tidak membahas fokus utama yang sama berbagai penelitian tersebut mendukung penyusunan dan dapat menunjukkan kebaruan (*novelty*) dari artikel ini. Berikut ulasan singkat dari beberapa artikel ilmiah yang berkaitan langsung dengan topik pembahasan:

*Pertama*, artikel “CRISPR-Cas9 and He Jiankui's Case: an Islamic Bioethics Review using Maqasid al-Shari'a and Qawaid Fiqhiyyah” yang ditulis oleh Nimah Alsomali dan Ghaiath Hussein.<sup>21</sup> Artikel tersebut mengkaji kasus kontroversial yang melibatkan He Jiankui, seorang ilmuwan China yang menggunakan CRISPR-Cas9 untuk melakukan pengeditan gen pada embrio manusia. Artikel tersebut menggunakan kerangka *maqāṣid al-Syarī'ah* dan *qawā'id fiqhīyyah* untuk mengevaluasi penggunaan

<sup>17</sup>Muslim bin Muhammad al-Dausarī, *Al-Mumti 'fī al-Qawā'id al-Fiqhiyyah* (Cet. I; Riyād: Dār Zidnī, 1428 H/2007 M), h. 239–240.

<sup>18</sup>Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan Terjemahnya* (Bandung: PT. Syaamil Cipta Media, 2005), h. 30.

<sup>19</sup>Abd al-Rahmān bin Nāṣir Al-Sa'dī, *Tafsīr al-Sa'dī: Taisīr al-Karīm al-Rahmān fī Tafsīr Kalām al-Manān* (Cet. I; Beirut: Mu'assasah al-Risālah, 1423 H/2002 M), h. 90.

<sup>20</sup>Abū Dāwūd Sulaimān ibn al-Asy'ās Al-Sijistānī, *Sunan Abī Dāwūd*, Juz 3 (Cet. I; Beirut: Dār al-Kutub al-Ilmiyah, 1416 H/1996 M), h. 3.

<sup>21</sup>Alsomali dan Hussein, “CRISPR-Cas9 and He Jiankui's Case: An Islamic Bioethics Review using Maqasid Al-Shari'a and Qawaid Fiqhiyyah”, *Asian Bioethics Review* 13, no. 2 (2021).

teknologi CRISPR-Cas9 pada kasus ini. Disimpulkan bahwa penggunaan CRISPR-Cas9 yang dilakukan oleh He Jiankui tidak sesuai dengan prinsip-prinsip syariah. Artikel ini sangat berkaitan dengan penelitian yang dikaji peneliti, namun penelitian tersebut hanya berfokus ke kasus He Jiankui yang merupakan *germline editing* dan belum mengidentifikasi secara mendalam perbedaan hukum antara *somatic* dan *germline editing* jika dikaji melalui perspektif kaidah *al-Darar lā yuzālu bi al-Darar*.

*Kedua*, artikel “Application and Perspective of CRISPR/Cas9 Genome Editing Technology in Human Diseases Modeling and Gene Therapy” yang ditulis oleh Mang-Ling Zhang, dkk.<sup>22</sup> Dari sisi teknis-biomedis, artikel tersebut menunjukkan potensi besar dari CRISPR-Cas9 dalam terapi penyakit genetik. Namun, artikel tersebut juga mengakui adanya risiko efek samping, seperti mutasi *off-target*<sup>23</sup>, yang masih menjadi isu utama terkait keamanan dan efektivitas teknologi ini. Dari perspektif fikih, ini dapat dianggap sebagai *darar* yang harus dipertimbangkan dalam penilaian hukum. Meski demikian, artikel tersebut tidak membahas dimensi etika Islam ataupun kerangka hukum yang relevan dengan konteks tersebut.

*Ketiga*, artikel “Islamic Bioethics Construction” yang ditulis oleh Muhammad Farhan Abdul Rahman, dkk.<sup>24</sup> Artikel tersebut membahas penerapan prinsip-prinsip *maqāṣid al-Syārī‘ah* dalam bioetika medis Islam. Artikel tersebut mengusulkan kerangka bioetika Islam yang mengintegrasikan prinsip-prinsip *jahl al-maṣāliḥ* (memperoleh manfaat), *dar‘ al-mafāsid* (menghindari kerugian), *amānah* (kepercayaan), dan *al-‘adl* (keadilan) dengan *ikhtiyār* (usaha) sebagai prinsip utama. Artikel tersebut menekankan bahwa praktik medis dalam Islam bukan hanya kewajiban profesional tetapi juga tanggung jawab spiritual. Meskipun artikel tersebut memberikan pandangan yang holistik dan komprehensif tentang bioetika Islam, tidak terdapat pembahasan mendalam mengenai penerapan prinsip-prinsip ini dalam konteks teknologi CRISPR-Cas9 dan *germline editing*, serta bagaimana *qawā‘id fiqhīyyah* dapat mengatur pengembangan teknologi tersebut dalam konteks hukum Islam.

*Keempat*, artikel “Heritable Human Genome Editing: Correction, Selection and Treatment” yang ditulis oleh Rosamund Scott.<sup>25</sup> Artikel tersebut membahas tentang pengeditan genom yang dapat diwariskan (*heritable genome editing*) atau *germline editing* secara kritis. Artikel tersebut membahas perbedaan antara penggunaan teknologi ini untuk pengobatan (*treatment*) dan seleksi genetik (*selection*), serta risiko etika yang menyertainya, termasuk potensi praktik eugenika dan dampaknya terhadap generasi mendatang. Penelitian tersebut berfokus tentang perspektif etis dari sisi hukum internasional terutama dalam konteks Barat, tetapi belum mengintegrasikan pandangan Islam, sehingga peneliti melihat adanya peluang dalam mengeksplorasi bagaimana prinsip-prinsip Islam dapat diaplikasikan dalam perdebatan serupa.

<sup>22</sup>Man-Ling Zhang, dkk., “Application and Perspective of CRISPR/Cas9 Genome Editing Technology in Human Diseases Modeling and Gene Therapy”, *Frontiers in Genetics* 15, no. 1 (2024).

<sup>23</sup>Mutasi *off-target* adalah perubahan genetik yang terjadi di lokasi selain target yang dimaksud, akibat kesalahan pemotongan DNA oleh protein Cas9 yang mana menyebabkan efek samping yang tidak diinginkan, seperti gangguan pada gen sehat.

<sup>24</sup>Muhammad Farhan Abdul Rahman, dkk., “Islamic Bioethics Construction,” *Journal of Comprehensive Science* 4, no. 3 (2025).

<sup>25</sup>Rosamund Scott, “Heritable Human Genome Editing: Correction, Selection and Treatment”, *Medical Law Review* 32, no. 2 (2024).

Kelima, artikel “Human Genome Editing after The ‘CRISPR Babies’: The Double-Pacing Problem and Collaborative Governance” yang ditulis oleh Leifan Wang, dkk.<sup>26</sup> Artikel tersebut mengkaji respon hukum dan kebijakan pemerintah khususnya China merespon isu “CRISPR baby” pada tahun 2018 termasuk langkah-langkah reformasi dalam bidang biosecuriti dan hukum pidana. Studi ini menekankan pentingnya regulasi nasional untuk membatasi risiko sosial dan moral yang ditimbulkan oleh teknologi pengeditan genetik. Penelitian ini memberikan pandangan baru bagi lembaga otoritas dalam merumuskan kebijakan yang tidak hanya memperhitungkan aspek ilmiah, tetapi juga aspek moral dan sosial sesuai ajaran Islam.

Penelitian ini tidak bertujuan untuk menafikan pendekatan lain, baik bioetika global maupun fatwa-fatwa kontemporer dari lembaga Islam internasional. Sebaliknya, penelitian ini berupaya menyusun kerangka metodologis berbasis kaidah fikih sebagai kontribusi terhadap diskursus etik global yang sedang berlangsung. Rumusan masalah yang akan dibahas dalam artikel ini adalah: Bagaimana hasil penggunaan CRISPR-Cas9 dalam uji coba manusia. Bagaimana kaidah *al-Darar lā yuzālu bi al-Darar* diterapkan untuk menilai etika penggunaan teknologi CRISPR-Cas9 dengan mempertimbangkan potensi dampak dan risiko jangka panjangnya?

Penelitian ini mengembangkan model klasifikasi bahaya (*darar*) berdasarkan tiga parameter yaitu, skala (*khāṣ/āmm*), durasi (temporer/*mustamirr*), dan tingkat urgensi syariat (*darūrah/hājiyyah*). Dengan pendekatan ini, penilaian hukum dapat dilakukan secara sistematis dan akuntabel, serta sesuai dengan *maqāṣid al-Syārī‘ah*.

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif-deskriptif berbasis studi pustaka (*library research*) dengan pendekatan normatif. Literatur yang dikaji meliputi lima sumber utama: kitab klasik, fatwa kontemporer, dokumen internasional, literatur fikih tentang bioteknologi, dan publikasi ilmiah tentang CRISPR-Cas9. Pendekatan ini memberikan dasar komprehensif untuk memahami hukum penggunaan teknologi CRISPR-Cas9 dalam tinjauan Islam khususnya melalui perspektif kaidah kaidah *al-Darar lā yuzālu bi al-Darar*.<sup>27</sup>

## PEMBAHASAN

### Definisi Teknologi CRISPR-Cas9

Teknologi CRISPR-Cas9 muncul sebagai revolusi ilmiah paling menonjol dalam bidang genetika molekuler sejak awal abad ke-21. Awalnya ditemukan melalui pengamatan terhadap sistem imun bakteri yang mampu melawan infeksi virus, sistem ini kemudian dikembangkan menjadi alat rekayasa genetika presisi tinggi. CRISPR sendiri merupakan singkatan dari *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*, yang secara etimologis memiliki makna tersendiri, yakni; *Clustered* yang merupakan kelompok khusus urutan DNA dalam sebuah grup, *Regularly* menunjukkan bahwa urutan tersebut terulang secara teratur, *Interspaced* mengacu pada adanya ruang atau sela di antara urutan-urutan yang terulang, *Short Palindromic Repeats* merujuk pada sekuen pendek yang bersifat *palindromik*, yakni urutan yang dapat dibaca sama baik dari kiri ke

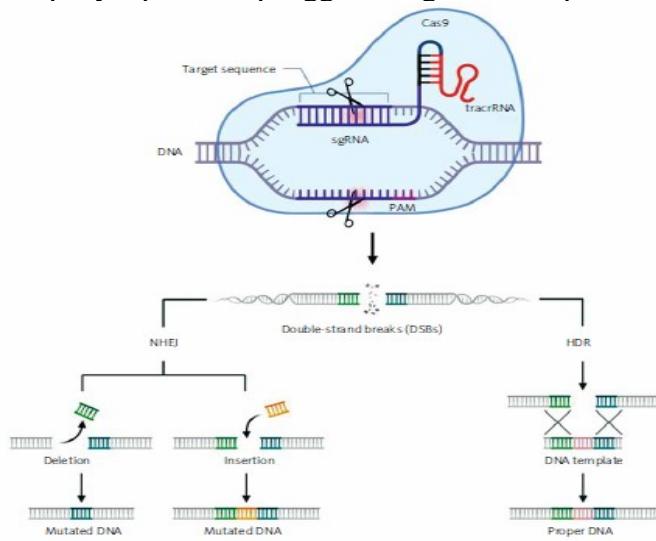
<sup>26</sup>Leifan Wang, dkk., “Human Genome Editing after the ‘CRISPR Babies’: The Double-Pacing Problem and Collaborative Governance,” *Journal of Biosafety and Biosecurity* 5, no. 1 (2023).

<sup>27</sup>John W. Creswell dan J. David Creswell, *Research Design: Qualitative and Quantitative Approach*, (Cet. V; Los Angeles: SAGE Publication, 2018), h. 26–27.

kanan maupun sebaliknya. Sederhananya, CRISPR adalah sebuah sekelompok urutan DNA yang terdiri dari bagian yang terulang secara teratur, dengan ruang antar urutan yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan informasi tentang virus yang sebelumnya pernah menginfeksi bakteri tersebut.

## Mekanisme Kerja CRISPR-Cas9

Komponen utama dalam sistem ini adalah protein Cas9 dan *guide RNA* (gRNA). Proses mekanisme CRISPR-Cas9 dimulai dengan pembuatan gRNA yang dirancang untuk mengenali urutan DNA tertentu yang ingin dimodifikasi. *Guide RNA* ini kemudian bekerja sama dengan protein Cas9, yang berfungsi sebagai "gunting" DNA. Setelah gRNA dan Cas9 dimasukkan ke dalam sel, Cas9 dipandu oleh gRNA menuju lokasi target di dalam genom. Kemudian, Cas9 mencari *protospacer adjacent motif* (PAM), urutan DNA spesifik yang diperlukan untuk mengenali lokasi pemotongan yang tepat. Setelah mencapai lokasi tersebut, Cas9 memotong kedua untai DNA dan menciptakan *double-strand break* (DSB). Pemotongan ini memicu mekanisme perbaikan sel yang dapat digunakan untuk mengubah urutan DNA.<sup>28</sup> Pada tahap inilah rekayasa genetik dimungkinkan. Bila perbaikan berlangsung melalui mekanisme *non-homologous end joining* (NHEJ), sel cenderung menyambung kembali DNA tanpa panduan, yang sering menyebabkan mutasi berupa penghapusan atau penambahan basa nukleotida (*indels*), sehingga dapat menonaktifkan gen tertentu. Namun bila tersedia template DNA sebagai cetakan perbaikan, sel dapat menggunakan mekanisme *homology-directed repair* (HDR), yang memungkinkan penyisipan atau penggantian gen secara presisi.<sup>29</sup>



Gambar 1. Mekanisme kerja dan komponen CRISPR-Cas9.<sup>30</sup>

<sup>28</sup>Man Ling Zhang, dkk., “Application and Perspective of CRISPR/Cas9 Genome Editing Technology in Human Diseases Modeling and Gene Therapy,” *Frontiers in Genetics* 15, no. 1 (2024): h. 2.

<sup>29</sup>Edyta Janik, dkk., “Various Aspects of a Gene Editing System—Crispr–Cas9,” *International Journal of Molecular Sciences* 21, no. 24 (2020): h. 3–4.

<sup>30</sup>Malgorzata Adamiec-Organisciak et al., “Resistance to Death Pathway Induction as a Potential Targeted Therapy in CRISPR/Cas-9 Knock-out Colorectal Cancer Cell Lines,” *Przeglad Gastroenterologiczny* 19, no. 2 (2024): h. 117.

## Penemuan dan Pengakuan CRISPR-Cas9

Penelitian monumental yang dilakukan oleh Jennifer Doudna dan Emmanuelle Charpentier pada tahun 2012 menjadi pijakan utama dalam transformasi teknologi ini dari sistem biologis alami menjadi instrumen rekayasa genetika yang presisi.<sup>31</sup> Melalui studi mereka, sistem CRISPR-Cas9 dipresentasikan sebagai alat terapi genetik yang efektif, murah, dan fleksibel, serta memiliki kemampuan mengedit DNA secara tepat pada lokasi yang ditargetkan. Sebagai bentuk pengakuan atas pencapaian ilmiah tersebut, keduanya dianugerahi Hadiah Nobel Kimia pada tahun 2020. Charpentier, seorang mikrobiolog Prancis dari Max Planck Institute for Infection Biology di Berlin, dan Doudna, ahli biokimia dari University of California, Berkeley, berhasil memperkenalkan teknologi yang kini dijuluki sebagai “gunting genetik” paling canggih.<sup>32</sup> Sejak saat itu, CRISPR-Cas9 disambut dengan antusias oleh komunitas ilmiah global dan segera menggantikan metode sebelumnya seperti TALEN (*Transcription Activator-Like Effector Nucleases*) dan ZFNs (*Zinc Finger Nucleases*) karena keunggulannya dalam presisi, efisiensi, serta skalabilitas aplikasi di berbagai bidang.<sup>33</sup> Tidak mengherankan jika dalam waktu singkat, teknologi ini menjadi pusat perhatian dalam dunia bioteknologi medis dan pertanian, membuka jalan bagi inovasi terapeutik yang menjanjikan dalam menghadapi penyakit-penyakit genetik yang kompleks dan sulit diobati.<sup>34</sup>

Di dunia kedokteran, CRISPR-Cas9 menjadi simbol harapan baru, terutama dalam penanganan penyakit genetik yang sebelumnya belum memiliki terapi definitif. Eksperimen *pra-klinis* pada hewan dan kultur sel manusia menunjukkan bahwa mutasi genetik penyebab penyakit bisa diperbaiki langsung di tingkat molekuler. Harapan pun tumbuh, baik di kalangan ilmuwan maupun pasien, bahwa CRISPR-Cas9 akan merevolusi praktik medis dan menjadi pilar terapi personal berbasis genom di masa depan.<sup>35</sup>

## Aplikasi CRISPR-Cas9 dalam Bioteknologi

Secara garis besar, pengaplikasian CRISPR-Cas9 dapat diterapkan dalam dua bentuk intervensi utama pada genom manusia, yakni *somatic editing* dan *germline editing*. Meskipun keduanya bertujuan untuk mengubah urutan DNA, terdapat perbedaan mendasar dalam konteks biologis, teknis, dan implikasi aplikatifnya, terutama menyangkut jenis sel yang ditarget, sifat warisan genetik, serta prosedur yang digunakan dalam terapinya.

<sup>31</sup>Dinah V. Parums, “Editorial: First Regulatory Approvals for CRISPRCas9 Therapeutic Gene Editing for Sickle Cell Disease and Transfusion-Dependent b-Thalassemia,” *Medical Science Monitor* 30 (2024): h. 1–2.

<sup>32</sup>Vahid Akbari Kordkheyli dkk., “CRISPER/CAS System, a Novel Tool of Targeted Therapy of Drug- Resistant Lung Cancer,” *Advanced Pharmaceutical Bulletin* 12, no. 2 (2022): h. 1–2.

<sup>33</sup>Edyta Janik, dkk., “Various Aspects of a Gene Editing System—Crispr–Cas9,” *International Journal of Molecular Sciences* 21, no. 24 (2020): h. 4–5.

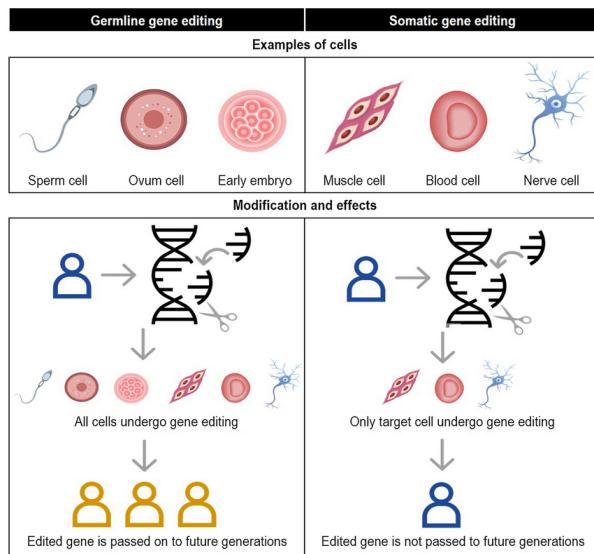
<sup>34</sup>Suryadi Islami dkk., “Teknik Penyuntingan Gen Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats-Cas9 ( CRISPR-Cas9 ) Sebagai Terapi Penyakit Genetik Bawaan,” *Ulasan Literatur Medical Profession Journal of Lampung University* 14, no. 2 (2024): h. 336.

<sup>35</sup>Zhengrong Cui dkk., “Precision Gene Editing using Deep Learning: A Case Study of the CRISPR-Cas9 Editor,” *Applied and Computational Engineering* 64, no. 1 (2024): h. 4–7.

*Somatic editing* merujuk pada pengeditan genetik yang dilakukan pada sel tubuh manusia selain sel reproduksi. Perubahan yang dilakukan dalam sel somatik hanya akan memengaruhi individu yang menerima terapi tersebut dan tidak akan diturunkan kepada keturunan. Oleh karena itu, pendekatan ini dipandang lebih aman dalam konteks translasi klinis karena ruang lingkup dampaknya terbatas pada satu generasi dan dapat dipantau secara langsung.<sup>36</sup> Dalam praktiknya, *somatic editing* telah digunakan dalam berbagai uji klinis, khususnya untuk penyakit yang disebabkan mutasi gen tunggal seperti  $\beta$ -thalassemia dan fibrosis kistik. Proses *editing* biasanya dilakukan secara *ex vivo*, yaitu dengan cara mengambil sel pasien misalnya sel punca hematopoietik dari sumsum tulang, kemudian memodifikasinya di laboratorium menggunakan sistem CRISPR-Cas9, setelah itu ditransplantasikan kembali ke tubuh pasien. Alternatif lainnya adalah pendekatan *in vivo*, di mana komponen CRISPR-Cas9 dimasukkan langsung ke jaringan target melalui suntikan, meskipun teknik ini menuntut kehati-hatian ekstra dalam sistem pengantaran (*delivery system*) untuk memastikan spesifikasi dan menghindari efek samping sistemik. Dari sisi teknis, *somatic editing* relatif lebih terkendali karena hanya memodifikasi sel yang telah terdiferensiasi atau sedang menjalani replikasi terbatas. Risiko mutasi di luar target (*off-target effects*) tetap menjadi perhatian, tetapi secara umum dapat dimitigasi melalui optimalisasi desain RNA pemandu dan evaluasi bioinformatika. Karena tidak bersifat diwariskan, pendekatan ini lebih mudah diterima dalam pengembangan terapi klinis.

Berbeda dengan *somatic editing*, *germline editing* menargetkan sel-sel reproduksi (sperma dan ovum) atau embrio awal (*zygote* atau *blastokista*) pada tahap fertilisasi. Modifikasi genetik yang dilakukan pada sel-sel ini bersifat herediter, artinya akan diwariskan kepada seluruh keturunan individu tersebut. Dengan demikian, perubahan yang terjadi akibat *germline editing* tidak hanya berdampak pada satu individu, tetapi juga pada garis keturunan biologis jangka panjang. Penerapan *germline editing* biasanya dilakukan dalam *assisted reproductive technology* (ART), khususnya pada embrio hasil pembuahan *in vitro* (IVF). Sebagai contoh, sistem CRISPR-Cas9 disuntikkan ke dalam embrio pada tahap awal, kemudian perubahan genetik yang terjadi akan menyebar ke seluruh sel tubuh yang terbentuk dari embrio tersebut.

<sup>36</sup>Edyta Janik, dkk., “Various Aspects of a Gene Editing System—Crispr–Cas9,” *International Journal of Molecular Sciences* 21, no. 24 (2020): h. 1.



Gambar 2. Perbedaan cakupan *somatic editing* dan *germline editing* CRISPR-Cas9.<sup>37</sup>

## Uji Klinis dan Terapi Terapeutik

Sejumlah uji klinis CRISPR-Cas9 menunjukkan hasil yang menjanjikan, terutama dalam pengobatan penyakit darah seperti anemia sel sabit (SCD) dan β-talasemia.<sup>38</sup> Pasien yang sebelumnya membutuhkan transfusi rutin dan hidup dalam kondisi terbatas, kini menunjukkan perbaikan signifikan setelah mendapatkan terapi CRISPR-Cas9. Beberapa studi juga melaporkan bahwa mutasi penyebab penyakit tersebut dapat dinetralkan secara permanen.<sup>39</sup> Tidak hanya penyakit hematologi, CRISPR-Cas9 juga mulai diterapkan dan diuji coba dalam terapi kanker, fibrosis kistik,<sup>40</sup> penyakit kardiovaskular, gangguan sistem saraf, dan pengobatan regeneratif.<sup>41</sup> Teknologi ini berpotensi memperluas cakupan terapi presisi (*precision medicine*) yang lebih personal dan adaptif terhadap profil genetik pasien.<sup>42</sup>

Untuk penyakit langka dan keturunan yang belum memiliki terapi, CRISPR-Cas9 memberi peluang menciptakan solusi berbasis editan DNA individual. Penyakit genetik langka seperti *Leber congenital amaurosis* (penyebab kebutaan sejak lahir) kini menjadi

<sup>37</sup>V. Kalidasan and Kumita Theva Das, "Playing God? Religious Perspectives on Manipulating the Genome," *Journal of Religion and Health* 61 (2022).

<sup>38</sup>Haydar Frangoul dkk., "CRISPR-Cas9 Gene Editing for Sickle Cell Disease and β-Thalassemia," *New England Journal of Medicine* 384, no. 3 (2021): h. 252.

<sup>39</sup>Dinah V. Parums, "Editorial: First Regulatory Approvals for CRISPRCas9 Therapeutic Gene Editing for Sickle Cell Disease and Transfusion-Dependent b-Thalassemia," *Medical Science Monitor* 30 (2024): h. 2–3.

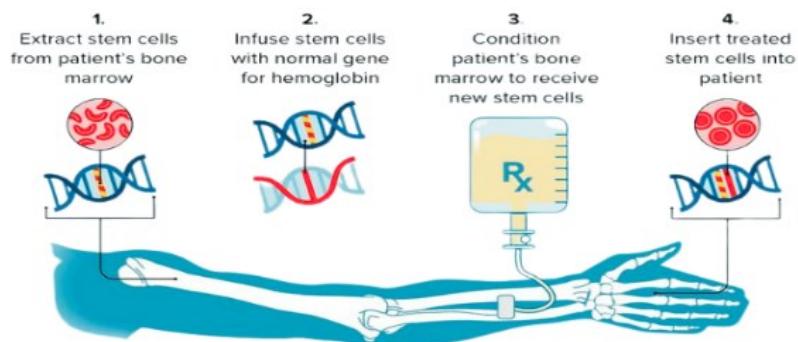
<sup>40</sup>Suryadi Islami dkk., "Teknik Penyuntingan Gen Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats-Cas9 ( CRISPR-Cas9 ) Sebagai Terapi Penyakit Genetik Bawaan," *Ulasan Literatur Medical Profession Journal of Lampung University* 14, no. 2 (2024): h. 337–338.

<sup>41</sup>Qammar Shaker Hmood, "Harnessing CRISPR-Cas for Targeted Epigenetic Manipulations: A Physiological Study of Gene Regulation," *European Journal of Medical Genetics and Clinical Biology* 1, no. 5 (2024): h. 10–11.

<sup>42</sup>Zahra Haji Mehdi Nouri dkk., "Recent Advances and Practical Applications of CRISPR/Cas Technology in Clinical Trial of Cancer and Infectious Diseases: A Comprehensive Review," *Micro Nano Bio Aspects* 3, no. 3 (2024): h. 6–9.

target eksplorasi terapi gen berbasis CRISPR-Cas9.<sup>43</sup> Juga kasus CPS1 deficiency, kelainan metabolismik yang dapat menyebabkan encefalopati berat pada anak usia dini, seorang pasien dilaporkan menerima terapi berbasis CRISPR-Cas9 yang disesuaikan secara spesifik dengan profil genetiknya. Hasil awal menunjukkan bahwa pendekatan ini tidak hanya aman, tetapi juga memberikan perbaikan metabolismik yang signifikan. Inovasi ini memberi harapan pada ribuan pasien yang sebelumnya tak memiliki prospek penyembuhan.<sup>44</sup>

#### Gene therapy to cure sickle cell anemia



Gambar 3. Terapi CRISPR-Cas9 pada pasien anemia sel sabit (SCD).<sup>45</sup>

### Tantangan dan Risiko dalam Penggunaan CRISPR-Cas9

Meski menjanjikan, teknologi ini tetap menyisakan tantangan besar. Salah satunya adalah kemungkinan efek samping di luar target (*off-target effects*), yakni modifikasi genetik yang tidak disengaja di luar target yang dituju. Meskipun CRISPR-Cas9 dikenal memiliki tingkat presisi tinggi dalam mengenali dan memotong urutan DNA tertentu, dalam praktiknya masih terdapat kemungkinan bahwa sistem Cas9 melakukan pemotongan pada situs genom yang memiliki kesamaan sekuen, tapi bukan target sesungguhnya. Namun bukan berarti setiap perubahan genetik yang tidak disengaja selalu berdampak negatif terhadap kesehatan, meski dalam skenario terburuk kesalahan semacam ini tidak hanya mengganggu fungsi normal tubuh, tetapi juga dapat memicu dampak biologis yang merugikan.<sup>46</sup>

Risiko ini menjadi semakin kompleks jika intervensi dilakukan pada tahap awal perkembangan embrio (*germline editing*), karena seluruh jaringan tubuh janin akan terbentuk dari sel yang telah dimodifikasi tersebut. Konsekuensinya, satu kesalahan *editing* dapat berdampak sistemik dan diwariskan lintas generasi.<sup>47</sup> Salah satu tantangan besar lainnya adalah *mosicism*, yaitu kondisi di mana tidak semua sel dalam embrio

<sup>43</sup>Edyta Janik, dkk., “Various Aspects of a Gene Editing System—Crispr–Cas9,” *International Journal of Molecular Sciences* 21, no. 24 (2020): h. 9.

<sup>44</sup>Kiran Musunuru dkk., “Patient-Specific In Vivo Gene Editing to Treat a Rare Genetic Disease..,” *The New England Journal of Medicine* 392, no. 22 (2025): h. 5–8.

<sup>45</sup>“FDA Approves Casgevy (Exagamglogene Autotemcel) CRISPR/Cas9 Genome-Edited Cell Therapy for the Treatment of Sickle Cell Disease,” *CliniExpert*, <https://www.cliniexpert.com/article/934.html> (27 Juni 2025).

<sup>46</sup>Michael Braunschweig, “Overcoming Vulnerability by Editing the Germline? Human Germline Genome Editing in the Light of Vulnerability Ethics,” *De Ethica* 8, no. 1 (2024): h. 67.

<sup>47</sup>Vigil dan Erin Christine, “The Ethics Behind Utilization Of Germline Gene Editing In Medicine” Skripsi (Tuscon: Fak. Neuroscience and Cognitive Science, The University of Arizona, 2024), h. 9.

mengalami penyuntingan yang sama. Ini membuat variasi genetik yang tidak konsisten muncul di sepanjang hidup individu dan keturunannya. Dalam studi epigenetik kontemporer, dua hambatan lain yang menjadi fokus penelitian lanjutan adalah kontrol terhadap spesifitas target (*specificity*) dan efektivitas pengantaran sistem CRISPR-Cas9 ke dalam sel target (*delivery challenges*).<sup>48</sup> Selama tantangan teknis ini belum teratasi secara menyeluruh, penerapan CRISPR-Cas9 terutama untuk modifikasi yang bersifat *heritable*, masih harus ditempatkan dalam kerangka etik dan hukum yang sangat berhati-hati.

Contoh nyata dari kontroversi besar terkait penggunaan teknologi ini adalah kasus He Jiankui, ilmuan asal China yang mengklaim menciptakan bayi kembar hasil rekayasa *germline* menggunakan teknologi CRISPR-Cas9 untuk membuat mereka kebal terhadap HIV. Eksperimen ini dilakukan tanpa persetujuan etik yang sah dan tanpa izin otoritas yang berwenang, juga tanpa analisis memadai terhadap risiko penyuntingan di luar target (*off-target effects*) yang dapat menimbulkan mutasi genetik tak terduga.<sup>49</sup> Lebih parah lagi, riset tersebut dilakukan oleh seseorang yang memiliki latar belakang akademik di bidang fisika dan astronomi, bukan bioteknologi atau kedokteran, sebuah fakta yang memperjelas absennya kompetensi medis yang memadai dalam menyusun dan mengeksekusi riset ini,<sup>50</sup> meskipun ia mengklaim sudah melakukan uji coba pada tikus dan tidak mendapatkan adanya perubahan signifikan.<sup>51</sup> Tindakan ini menuai kecaman dari komunitas ilmiah global karena dianggap melanggar prinsip etik fundamental dan membahayakan kredibilitas riset genetika manusia. Pemerintah setempat menghukumnya dengan vonis tiga tahun penjara dan denda \$430,000 US dollars,<sup>52</sup> kasus ini menjadi penanda bahwa tanpa regulasi yang jelas, CRISPR-Cas9 bisa digunakan secara gegabah. Kasus tersebut menjadi preseden penting dalam bioetika internasional, memunculkan seruan moratorium global terhadap *germline editing* hingga tersedia regulasi yang matang.<sup>53</sup>

Tabel 1. Komparasi Manfaat dan Risiko CRISPR-Cas9

Aspek	<i>Somatic Editing</i>	<i>Germline Editing</i>
Target Sel	Sel somatik atau non-reproduksi, seperti sel darah, otot dan hati.	Sel reproduksi seperti sperma dan ovum atau embrio awal.

<sup>48</sup>Qammar Shaker Hmood, “Harnessing CRISPR-Cas for Targeted Epigenetic Manipulations: A Physiological Study of Gene Regulation,” *European Journal of Medical Genetics and Clinical Biology* 1, no. 5 (2024): h. 11.

<sup>49</sup>Alsomali dan Hussein, “CRISPR-Cas9 and He Jiankui’s Case: An Islamic Bioethics Review Using Maqasid Al-Shari’ah and Qawaaid Fiqhiyyah,” *Asian Bioethics Review*, no. 13 (2021) h. 155–56.

<sup>50</sup>Vigil dan Erin Christine, “The Ethics Behind Utilization Of Germline Gene Editing In Medicine”, h. 5–6.

<sup>51</sup>Tetsuya Ishii, “Assignment of Responsibility for Creating Persons Using Germline Genome-Editing,” *Gene and Genome Editing* 1 (2021): h. 2.

<sup>52</sup>Alsomali dan Hussein, “CRISPR-Cas9 and He Jiankui’s Case: An Islamic Bioethics Review Using Maqasid Al-Shari’ah and Qawaaid Fiqhiyyah,” h. 155–156.

<sup>53</sup>WHO Expert Advisory Committee on Developing Global Standards for Governance and Oversight of Human Genome Editing, *Human Genome Editing: A Framework for Governance* (Geneva: World Health Organization, 2021), h. 33.

Manfaat Utama	Mengobati penyakit genetik pada individu, seperti $\beta$ -thalassemia.	Mencegah pewarisan penyakit genetik ke generasi berikutnya.
Risiko Teknis	Mutasi <i>off-target</i> pada pasien, risiko efek samping lebih rendah karena dapat diatasi melalui desain RNA yang optimal.	Mutasi <i>off-target</i> yang dapat diwariskan ke keturunan, <i>mosaicism</i> , dampak jangka panjang yang tidak terprediksi.
Skala Dampak	Dampak hanya pada individu yang menerima terapi dan tidak diwariskan ke keturunan.	Dampak pada seluruh keturunan (lintas generasi).
Status Uji Klinis	Digunakan dalam uji klinis untuk penyakit gen tunggal juga telah diterapkan dalam terapi medis.	Masih dalam proses eksperimen, tidak diizinkan di banyak negara.
Kontroversi Etis	Lebih diterima secara umum; kontroversi etika lebih sedikit, meskipun masih memerlukan pertimbangan hati-hati	Kekhawatiran etika yang signifikan: masalah persetujuan, potensi penyalahgunaan untuk tujuan non-terapeutik, dan implikasi jangka panjang

### Definisi Kaidah *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar*

Dalam ranah pemikiran hukum Islam, keberadaan kaidah fikih tidak sekadar berfungsi sebagai pernyataan normatif, tetapi juga sebagai kerangka heuristik yang memandu penalaran hukum. Kaidah *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar*, merupakan salah satu derivasi penting dari kaidah induk *al-Darar yuzāl* (bahaya harus dihilangkan).<sup>54</sup> Ini berarti kaidah *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar* juga terdiri dari dua komponen kata utama dalam bahasa Arab, yaitu *darar* dan *yuzālu*.

Kata *darar* berasal dari akar kata ضرر yang mengandung makna bahaya, kerugian, atau dampak negatif yang merugikan seseorang, baik secara fisik, psikologis, maupun sosial.<sup>55</sup> Dalam konteks hukum Islam, *darar* merujuk pada segala bentuk kerugian yang dapat dialami oleh individu atau masyarakat.

Sedangkan kata *yuzālu* berasal dari akar kata لآل، yang berarti menghilangkan atau menghapus. Bentuk *fī'l yuzālu* merupakan bentuk pasif yang berarti "dihilangkan" atau "diusir".<sup>56</sup> Secara keseluruhan, kaidah ini menekankan bahwa suatu bahaya atau kerugian tidak dapat diatasi atau dihilangkan dengan menimbulkan kerugian atau bahaya lainnya.<sup>57</sup> Dengan kata lain, dalam pengambilan keputusan hukum, solusi yang diberikan tidak boleh memperburuk keadaan atau menambah kerugian, melainkan harus berfokus pada penghapusan atau pengurangan bahaya secara maksimal.

<sup>54</sup>Muslim bin Muḥammad al-Dawsarī, *Al-Mumti 'fi al-Qawā'id al-Fiqhiyyah* (Cet. I; Riyāḍ: Dār Zidnī, 1428 H/2007 M), h. 239–240.

<sup>55</sup>Muhammad bin Mukram bin 'Alī Abū al-Faḍl Jamāl al-Dīn Ibn Manzūr, *Lisān Al-'Arab* (Cet. III, Beirut: Dār Ṣādir, 1414 H/1993 M), h. 482.

<sup>56</sup>Muhammad bin Mukram bin 'Alī Abū al-Faḍl Jamāl al-Dīn Ibn Manzūr, *Lisān Al-'Arab* (Cet. III, Beirut: Dār Ṣādir, 1414 H/1993 M), h. 313.

<sup>57</sup>Muhammad Ṣidqī bin Ahmād bin Muḥammad al-Būrnū, *Al-Wajīz fi Īdāh al-Qawā'id al-Fiqhiyyah al-Kulliyah* (Cet. IV; Beirut: Mu'assasah al-Risālah, 1416 H/1996), h. 259.

## Fleksibilitas dan Signifikansi Kaidah dalam Hukum Islam

Meski kaidah ini merupakan *furu'*, signifikansinya terus berkembang karena sifatnya yang fleksibel dan kontekstual. Dalam menghadapi tantangan etis dari teknologi rekayasa genetik seperti CRISPR-Cas9, kaidah ini memberikan kerangka normatif yang memungkinkan penilaian berbasis prinsip, bukan semata opini atau intuisi moral. Kaidah ini juga telah digunakan dalam berbagai situasi hukum untuk mengatur konflik antara maslahat dan maf sadah secara rasional. Dalam kitab *al-Wajīz fī Īdāh al-Qawā'id al-Fiqhīyyah al-Kulliyah*, al-Būrnu menyebutkan beberapa contoh terkait kaidah ini dari berbagai aspek, di antaranya: tidaklah halal bagi seorang yang berada di ujung kematian karena kelaparan mengambil makanan orang yang memiliki situasi yang sama dengannya, begitu pula diharamkannya membunuh seseorang meski ia diancam akan dibunuh, dalam mu'amalah contoh yang disebutkan adalah jika sebuah barang memiliki catacat baru di atas cacat lama, tidak tiperbolehkan bagi pembeli mengembalikan barang tersebut atas klaim cacat lama karena penjual dapat dirugikan dengan adanya cacat baru, kecuali jika penjual setuju akan hal itu.<sup>58</sup>

Salah satu kekuatan utama kaidah fikih adalah kemampuannya merangkum prinsip-prinsip universal dari dalil-dalil partikular, kemudian menerapkannya dalam kasus-kasus baru yang tidak dikenal dalam tradisi klasik. *Al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar* merupakan salah satu contoh dari mekanisme ijtihad yang berfungsi sebagai jembatan antara teks dan realitas kontemporer. Hal ini sejalan dengan tujuan dari *maqāṣid al-syā'i'ah* yang berfokus pada perlindungan lima nilai utama, yakni: agama, jiwa, akal, keturunan, dan harta. Secara historis, formulasi kaidah ini bersumber dari sebuah hadis Rasulullah saw. yang berbunyi:

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ يَحْيَى قَالَ: حَدَّثَنَا عَبْدُ الرَّزَاقِ قَالَ: أَنْبَأَنَا مَعْمُرٌ، عَنْ جَابِرِ الْجُنْفُوِيِّ، عَنْ عِكْرِمَةَ، عَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ، قَالَ: قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ: لَا ضَرَرَ وَلَا ضِرَارٌ. (رواه ابن ماجه)<sup>59</sup>

Artinya:

Muhammad bin Yahyā telah menceritakan kepada kami, beliau mengatakan: ‘Abd al-Razzāq menceritakan kepada kami, beliau mengatakan: Ma’mar memberitakan kepada kami, dari Jābir Al-Ju’fī, dari ‘Ikrimah, dari Ibnu ‘Abbās; Beliau mengatakan: Rasulullah saw. bersabda, “Tidak boleh melakukan sesuatu yang berbahaya dan menimbulkan bahaya bagi orang lain”. (HR. Ibnu Mājah)

Hadis ini diriwayatkan oleh banyak ulama yang digunakan sebagai dasar pembentukan kaidah hukum universal.<sup>60</sup> Secara praktis, *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar* disebutkan oleh Jalāl al-Dīn al-Suyūtī dalam *al-Asybāh wa al-Nazā'ir* sebagai salah satu dari lima kaidah fikih utama yang menjadi rujukan universal dalam berbagai cabang hukum Islam. Kaidah ini tidak hanya dimaknai secara tekstual, tetapi dijelaskan

<sup>58</sup>Muhammad Ṣidqī bin Aḥmad bin Muḥammad al-Būrnu, *Al-Wajīz fī Īdāh al-Qawā'id al-Fiqhīyyah al-Kulliyah*, h. 259.

<sup>59</sup>Abū ‘Abdillāh Muḥammad ibn Yazīd ibn Mājah al-Rabī‘ī al-Qazwīnī, *Sunan Ibn Mājah* (Cet. I; Jubail: Dār al-Ṣadīq, 1431 H/2010 M), h. 391.

<sup>60</sup>Maḥmūd Ṣādiq Rāshwānī, *Taqnīyat al-'Ilāj al-Jīnī min Wujhat al-Fiqh al-Islāmī* (Cet. II; Kairo: Maḥmūd Ṣādiq Rāshwānī, 1446 H/2024 M), h. 58.

penerapannya melalui ragam contoh yang menyangkut transaksi *mu’āmalah*, tata kelola peradilan, hingga pengaturan sosial-politik. Penyusunan contoh tersebut memperlihatkan bagaimana para ulama terdahulu memahami bahaya (*darar*) dalam spektrum yang luas dan kontekstual, sehingga tidak terbatas pada kerugian fisik semata.<sup>61</sup> Dengan demikian, struktur kaidah ini dapat diterapkan secara elastis terhadap persoalan-persoalan kontemporer seperti teknologi rekayasa genetika, yang potensinya menimbulkan *darar* baru harus ditimbang secara cermat sebelum diterima dalam kerangka hukum Islam.

## Relevansi dan Aplikasi Kaidah *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar* dalam Teknologi CRISPR-Cas9

Dalam hal ini, pendekatan fikih menawarkan kompleksitas normatif yang tidak selalu ditemukan dalam pendekatan bioetika konvensional. Bioetika Barat cenderung bersandar pada prinsip-prinsip sekuler seperti otonomi individu, keadilan distributif, dan *non-maleficence*. Meskipun prinsip-prinsip tersebut telah berperan besar dalam membentuk regulasi medis internasional, pendekatan ini kadang tidak mempertimbangkan dimensi transendental dan struktural yang menjadi bagian penting dari kerangka hukum Islam. Namun penting untuk ditegaskan bahwa kritik terhadap bioetika Barat tidak berarti menolak seluruh strukturnya. Justru, pendekatan fikih dapat memperkaya diskursus etika dengan menawarkan dimensi spiritual, kolektif, dan hukum yang mengakar dalam tradisi keilmuan Islam. Bioetika Islam tidak harus menjadi antitesis dari bioetika Barat, tetapi dapat menjadi mitra dalam membentuk etika global yang lebih inklusif dan manusiawi.<sup>62</sup>

Dalam konteks teknologi CRISPR-Cas9, kaidah *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar* memungkinkan pengambilan hukum yang proporsional dengan mempertimbangkan bahaya (*darar*) yang dapat ditimbulkan oleh suatu tindakan. Prinsip dasar dari kaidah ini adalah pencegahan akan pengambilan solusi dengan menciptakan kerugian atau bahaya yang baru. Oleh karena itu, kaidah ini sangat relevan untuk menilai intervensi genetik yang bersifat *irreversible*, seperti *germline editing*. *Germline editing*, yang mengubah materi genetik yang diwariskan, memiliki potensi menciptakan dampak jangka panjang yang tidak dapat dikendalikan atau diprediksi, yang bertentangan dengan prinsip kaidah *al-Darar*. Sebaliknya, *somatic editing*, yang bersifat terbatas pada modifikasi sel tubuh non-reproduktif, memungkinkan justifikasi hukum dalam konteks *darūrah* (kebutuhan mendesak), dengan risiko yang dapat dipantau dan diukur. Keduanya memiliki profil risiko dan manfaat yang berbeda, dan karenanya memerlukan klasifikasi hukum yang lebih presisi.

Secara ontologis, dalam kaidah *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar*, konsep *darar* tidak hanya terbatas pada kerusakan fisik atau kerugian material. *Darar* juga mencakup aspek simbolik, psikologis, sosial, dan bahkan moral. Sebagai contoh, penyisipan gen asing yang tidak terkendali dapat mengganggu keseimbangan sosial dan mengaburkan identitas genetik individu dan masyarakat. Oleh karena itu, cakupan kaidah ini lebih luas daripada yang sering diasumsikan dalam pendekatan hukum tekstual atau literal. Dalam

<sup>61</sup>Jalāl al-Dīn ‘Abd al-Rahmān Al-Suyūtī, *al-Asybah wa al-Naṣā’ir fi Qawā’id wa Furū’ Fiqh al-Shāfi‘iyyah* (Cet. II; Beirut, Lebanon: Dār al-Kutub al-‘Ilmiyyah, 1403 H/1982 M), h. 86–87.

<sup>62</sup>Muhammad Farhan Abdul Rahman, dkk., “Islamic Bioethics Construction,” *Journal of Comprehensive Science* 4, no. 3 (2025): h. 1163–64.

penerapannya, kaidah *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar* dapat diaplikasikan melalui metode tarjih, yaitu memilih alternatif hukum yang menimbulkan bahaya paling sedikit (*akhaff al-dararain*). Dalam konteks CRISPR-Cas9, kaidah ini menjadi dasar analisis yang membedakan intervensi terapeutik yang mengatasi penyakit genetik dengan modifikasi genetik *eugenik* yang dapat memperburuk ketidaksetaraan sosial ataupun menciptakan potensi bahaya baru. Pendekatan ini tidak dimaksudkan untuk menolak kemajuan ilmu pengetahuan, melainkan untuk mengarahkan perkembangan teknologi agar tetap berada dalam koridor kemaslahatan publik dan keadilan generasi.

Sebagai kaidah yang berbasis rasionalisasi hukum, *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar* memiliki kekuatan adaptif terhadap tantangan zaman. Kaidah ini tidak hanya berlaku dalam tataran tekstual atau literalitas nas, tetapi juga mampu memberikan arahan pada isu-isu baru yang tidak dikenal dalam masa lalu, seperti CRISPR dan teknologi genetik mutakhir lainnya. Kaidah ini memberikan fleksibilitas dalam merespons perkembangan bioteknologi sambil tetap mempertahankan prinsip-prinsip dasar syariat. Penerapan kaidah ini juga memungkinkan pembentukan kebijakan hukum yang lebih stabil dan bertanggung jawab. Dengan pendekatan berbasis kaidah, regulasi yang dihasilkan tidak bersifat spekulatif atau reaktif, melainkan berdasarkan norma yang dapat diuji melalui parameter syariat, seperti klasifikasi *darar* berdasarkan skala (*khāṣ*–*'āmm*) dan durasi (*temporer*–*mustamirr*), yang akan dijelaskan lebih lanjut dalam subbab berikutnya.

Secara keseluruhan, integrasi antara kaidah fikih dan tantangan bioetika modern bukanlah usaha untuk mendominasi epistemik atau menggantikan bioetika Barat, tetapi sebagai kontribusi konstruktif dari hukum Islam untuk ikut serta membingkai etika sains dalam cara yang lebih integral, etis, dan spiritual. Kaidah *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar* menawarkan pendekatan yang lebih holistik dan berkelanjutan dalam menghadapi dilema etika dan hukum yang muncul dari perkembangan teknologi genetik seperti CRISPR-Cas9.

## Klasifikasi *Darar* dan Penilaian Hukum terhadap CRISPR-Cas9 pada *Somatic Editing* dan *Germline Editing*

Kaidah *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar* diterapkan dalam menganalisis bahaya yang ditimbulkan oleh praktik *somatic editing* dan *germline editing*, serta kedaruratan penggunaannya. Baik *somatic editing* maupun *germline editing* menawarkan manfaat yang signifikan, namun keduanya juga menyimpan risiko yang berbeda, yang perlu dipertimbangkan dengan cermat dalam kerangka hukum Islam. Kaidah *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar* menegaskan bahwa suatu kerusakan (*darar*) tidak boleh dihilangkan dengan cara yang menciptakan kerusakan lain. Oleh karena itu, dalam menerapkan teknologi CRISPR-Cas9, tindakan yang diambil untuk mengatasi bahaya tidak boleh justru menimbulkan bahaya baru yang lebih besar atau lebih sulit dikendalikan. Sebagai landasan teori, kaidah ini memberikan pedoman yang sangat penting dalam menilai setiap intervensi medis atau genetik.

Karenanya, klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini disusun berdasarkan tiga parameter utama: (1) skala bahaya (*khāṣ* dan *'āmm*), (2) durasi bahaya (*temporer* dan *mustamirr*), dan (3) tingkat kebutuhan (*dariūrah* dan *hājiyyah*). Ketiga parameter ini tidak

bersifat eksklusif satu sama lain, melainkan saling melengkapi dalam membentuk dasar evaluatif atas suatu intervensi medis.

a. Skala Bahaya: *Khāṣ* vs. *Āmm*

Dalam kaidah *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar*, skala bahaya mengacu pada seberapa luas dan besar dampak dari suatu intervensi. *Somatic editing* dan *germline editing* memiliki perbedaan yang sangat mendasar pada hal ini.

1. *Somatic Editing*

*Somatic editing* hanya memodifikasi sel tubuh non-reproduktif, seperti sel darah, sel hati, atau sel-sel lainnya yang bukan bagian dari sistem reproduksi. Oleh karena itu, efek dari *somatic editing* terbatas pada individu yang menjalani terapi dan tidak diwariskan kepada keturunan. Potensi bahaya yang dapat ditimbulkan dari intervensi ini dapat dikategorikan sebagai *darar khāṣ* (bahaya terbatas pada individu). Contoh praktis dari *somatic editing* adalah terapi untuk penyakit genetik seperti *β-thalassemia* atau *sickle cell disease* (SCD). Pada uji klinis CTX001 oleh Vertex dan CRISPR Therapeutics, terapi ini memberikan hasil yang sangat positif pada 22 pasien, yang menunjukkan peningkatan kualitas hidup yang signifikan tanpa adanya efek samping yang merugikan.<sup>63</sup> Hasil ini mengindikasikan bahwa *somatic editing* dapat membawa manfaat yang besar dengan risiko yang lebih terukur karena hanya mempengaruhi individu yang menjalani terapi tersebut. Potensi risiko yang ada dalam *somatic editing* termasuk mutasi *off-target*, yang terjadi ketika CRISPR-Cas9 memotong bagian DNA yang tidak diinginkan atau salah Sasaran. Meskipun potensi risiko ini ada, mutasi *off-target* umumnya dapat dikendalikan melalui desain yang lebih cermat dan pengawasan medis yang ketat. Efek samping yang dihasilkan dapat langsung ditangani dalam konteks medis yang terkontrol.

2. *Germline Editing*

Sebaliknya, *germline editing* mengubah sel reproduktif seperti sperma, ovum, dan embrio yang notabanya memiliki dampak permanen dan diwariskan pada garis keturunan. Ini menunjukkan, perubahan yang dilakukan pada sel *germline* tidak hanya memengaruhi individu yang menerima terapi, tetapi juga berdampak pada generasi mendatang. Meskipun teknologi ini dapat mencegah penyakit yang merusak kehidupan seseorang secara signifikan, perubahan yang dilakukan akan diturunkan ke keturunan dan memiliki potensi yang akan mempengaruhi generasi berikutnya tanpa ada jaminan keamanan efek yang ditimbulkan. Salah satu bahaya nyata yang muncul adalah risiko efek jangka panjang yang tidak dapat diprediksi, seperti mutasi genetik yang muncul di masa depan atau bahkan masalah etis yang berhubungan dengan perubahan identitas genetik yang dapat mempengaruhi struktur genetik asal manusia. Selain itu, *germline editing* bisa mengarah pada potensi penyalahgunaan teknologi, misalnya untuk tujuan eugenika atau penciptaan individu dengan kemampuan fisik atau intelektual yang lebih unggul, yang dapat mengakibatkan ketimpangan sosial pada masyarakat.

b. Durasi Bahaya: Temporer vs. *Mustamirr*

<sup>63</sup>“Vertex and CRISPR Therapeutics Present New Data in 22 Patients with Greater than 3 Months Follow-Up Post-Treatment with Investigational CRISPR/Cas9 Gene-Editing Therapy, CTX001™ at European Hematology Association Annual Meeting,” Business Wire, <https://www.businesswire.com/news/home/20210611005069/en/Vertex-and-CRISPR-Therapeutics-Present-New-Data-in-22-Patients-With-Greater-Than-3-Months-Follow-Up-Post-Treatment-With-Investigational-CRISPRCas9-Gene-Editing-Therapy-CTX001-at-European-Hematology-> (20 Juni 2025).

Durasi bahaya merujuk pada berapa lama efek yang ditimbulkan oleh suatu intervensi berlangsung dan apakah dampaknya bersifat sementara atau permanen.

### 1. *Somatic Editing*

*Somatic editing* bersifat temporer, yang artinya efek genetiknya tidak diwariskan dan hanya memengaruhi individu yang menjalani terapi tersebut. Jika terjadi efek samping, terapi dapat dihentikan atau diperbaiki dalam konteks medis yang terkontrol. Hal ini membuat *somatic editing* lebih terkendali dan risiko yang ditimbulkan dapat dikurangi dengan pemantauan yang ketat. Misalnya, setelah terapi, jika ada mutasi *off-target effects* yang terjadi, tindakan medis bisa segera dilakukan untuk memperbaiki kerusakan dan mutasi tersebut.

### 2. *Germline Editing*

Sebaliknya, *germline editing* bersifat *mustamirr* (berkelanjutan), karena perubahan genetik yang dilakukan terus diwariskan dan akan memengaruhi seluruh keturunan individu yang dimodifikasi. Perubahan yang dilakukan dalam *germline editing* bersifat permanen dan hingga saat ini belum ditemukan metode untuk memperbaiki hasil perubahan genetik dari terapi tersebut. Juga perlu ditekankan bahwa karena terapi ini dilakukan pada sel reproduksi yang menjadi dasar pembentukan makhluk hidup, intervensi yang dilakukan tidak hanya berfokus pada satu titik saja, tapi berpotensi mempengaruhi seluruh sel individu tersebut, sehingga berpotensi terjadinya *off-targets effects* yang baru muncul di kemudian hari. Hal ini mengarah pada dampak jangka panjang yang tidak hanya terbatas pada individu yang dimodifikasi, tetapi juga kepada keturunan mereka yang mungkin mengalami efek negatif selama berpuluhan-puluhan generasi.

### c. Tingkat Kebutuhan: *Darūrah* vs. *Hājiyyah*

Dalam hukum Islam, tingkat kebutuhan memainkan peran penting dalam menilai apakah suatu tindakan dapat diterima, terutama dalam konteks kedaruratan medis.

### 1. *Somatic Editing*

*Somatic editing* sering digunakan untuk mengatasi kondisi genetik yang mendesak dan mengancam jiwa, seperti yang terjadi pada pasien dengan CPS1 *deficiency* yang dirawat melalui pendekatan *in vivo editing* berbasis Cas9 *lipid nanoparticle delivery* pada 2025.<sup>64</sup> Dalam hal ini, *somatic editing* jelas memenuhi syarat *darūrah* dalam hukum Islam, yaitu kebutuhan medis yang mendesak dan tidak dapat ditunda. Ketika terapi genetik digunakan untuk mengatasi penyakit yang mengancam nyawa, penerapannya dapat dibenarkan dalam Islam, dengan syarat dilakukan dengan prosedur yang tepat, pengawasan medis yang ketat, dan risiko yang terkendali.

### 2. *Germline Editing*

*Germline editing* dapat dianggap sebagai *darūrah* dalam konteks pencegahan penyakit keturunan yang mematikan, terutama ketika teknologi ini digunakan untuk mengedit gen pada embrio yang berisiko tinggi mengidap penyakit genetik serius. Penyakit yang dapat menyebabkan kematian dini atau penderitaan jangka panjang, jelas membutuhkan intervensi yang cepat dan efektif. Namun, meskipun *germline editing* menawarkan potensi besar dalam mengatasi penyakit genetik yang sulit diobati dengan cara lain, penerapannya dalam konteks medis masih memerlukan kehati-hatian yang

<sup>64</sup>Kiran Musunuru dkk., “Patient-Specific In Vivo Gene Editing to Treat a Rare Genetic Disease.”, *The New England Journal of Medicine* 392, no. 22 (2025): h. 2239–2241.

sangat tinggi. Hal ini disebabkan oleh ketidakpastian yang melekat pada teknologi ini, *germline editing* memiliki risiko yang besar, baik dari segi dampak jangka panjang yang sulit diprediksi pada individu yang dimodifikasi maupun keturunannya. Selain itu, meskipun teknologi ini menjanjikan, ilmu mengenai *germline editing* masih terbatas dan belum cukup untuk diterapkan secara luas dalam praktik medis.

Meskipun secara teori *germline editing* dapat dianggap sebagai *darūrah* dalam upaya mencegah penyakit keturunan yang mematikan, penerapannya dalam konteks klinis saat ini belum memenuhi kriteria tersebut, terlebih karena masih ada terapi medis alternatif lain yang telah teruji keamanannya, meskipun menawarkan hasil yang lebih terbatas dibandingkan potensi besar yang dimiliki oleh CRISPR-Cas9. Sebagai contoh, kasus He Jiankui di mana embrio direkayasa agar kebal HIV, terapi ini dinilai tidak dilakukan dalam konteks darurat medis karena hanya bertujuan mencegah potensi infeksi HIV yang telah memiliki alternatif medis yang sah dan aman.<sup>65</sup> Potensi bahaya seperti mutasi *off-target* yang ditimbulkan dari pengeditan *germline editing* berbasis CRISPR-Cas9 pada kasus ini lebih besar dan fatal dibandingkan manfaat yang ditawarkan. Oleh karena itu, meskipun teknologi CRISPR-Cas9 menawarkan potensi besar, penerapannya dalam *germline editing* masih sangat perlu dipertimbangkan dengan hati-hati, mengingat risiko dan ketidakpastian yang terlibat.

## Evaluasi Hukum CRISPR-Cas9 Berdasarkan Klasifikasi Bahaya

Dari klasifikasi tersebut, dapat disusun sebuah pola evaluatif: tindakan yang berdampak *khāṣ*, bersifat temporer, dan dilakukan dalam kondisi *darūrah* memiliki ruang toleransi hukum yang lebih besar dibandingkan tindakan yang berdampak ‘āmm, *mustamirr*, dan tidak memenuhi syarat *darūrah*. Dalam hal ini, kaidah *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar* berfungsi sebagai pengarah prinsip bahwa penghilangan suatu bahaya tidak boleh dilakukan dengan cara yang menciptakan bahaya baru yang lebih besar, lebih luas, atau lebih sulit dikendalikan.

Dengan menggunakan pendekatan ini, *somatic editing* dapat diberi status toleransi terbatas dalam hukum Islam, asalkan dilakukan dalam konteks medis yang sah, melalui prosedur yang etis, dan dalam pengawasan ketat yang dapat meminimalkan efek samping. Modifikasi genetik semacam ini dapat dibenarkan berdasarkan prinsip *ikhtiyār akhaff al-Dararain* yang berarti memilih bahaya yang lebih ringan dalam kondisi tak terhindarkan selama manfaat terapinya jelas, risiko terkendalikan, dan tidak bertentangan dengan nilai-nilai *maqāṣid al-Syarī‘ah*.<sup>66</sup> Ini juga dikuatkan dengan perkataan Sa‘d bin ‘Abd al-‘Azīz al-Shuwayrikh dalam bukunya *Aḥkām al-Handasah al-Wirāsiyyah* bahwa *somatic editing* dibolehkan selama manfaatnya lebih besar dari perkiraan bahaya tersebut.<sup>67</sup>

Sebaliknya, *germline editing* menghadirkan tantangan yang jauh lebih berat. Intervensi ini tidak hanya menyentuh wilayah biologis, tetapi juga menyangkut identitas, warisan genetik, dan tanggung jawab moral terhadap generasi mendatang. Ketidakpastian

<sup>65</sup>Leifan Wang, dkk., “Human Genome Editing after the ‘CRISPR Babies’: The Double-Pacing Problem and Collaborative Governance,” *Journal of Biosafety and Biosecurity* 5, no. 1 (2023): h. 9.

<sup>66</sup>Mahmūd Sādiq Rāshwān, *Taqniyāt al-Ilāj al-Jīnī min Wujhah al-Fiqh al-Islāmī* (Cet. II; Kairo: Mahmūd Sādiq Rāshwān, 1446 H/2024 M), h.118–23.

<sup>67</sup>Sa‘d bin ‘Abd al-‘Azīz al-Shuwayrikh, *Aḥkām Al-Handasah Al-Wirāsiyyah* (Cet. I; Riyadh: Kunūz Isybīliyā, 1428 H/2007 M), h. 331–42.

dampak jangka panjang, ketiadaan konsensus etik, dan risiko penyalahgunaan teknologi untuk kepentingan non-terapeutik (seperti rekayasa kecerdasan atau preferensi fisik) menunjukkan bahwa *germline editing* berpotensi menimbulkan *darar āmm* yang bersifat *mustamirr*. Dalam posisi ini, hukum Islam mendorong untuk mengambil sikap *tawaqquf* (penundaan) dan *haṣr* (pembatasan), sampai tersedia kerangka etik dan medis yang kokoh serta kebutuhan medis yang sah secara syariat.<sup>68</sup> Akan tetapi, untuk kebutuhan penelitian akan penyakit genetik keturunan yang sulit disembuhkan dengan terapi konvensional, Islam membolehkan penelitian tersebut pada hewan dan *non-viable* atau *surplus* embrio IVF (*in vitro fertilization*) karena sebelum ditanamkan ke dalam uterus embrio tersebut belum memiliki status moral sebagai manusia sebagaimana yang dipaparkan dalam seminar internasional “*Human Genetic and Reproductive Technologies: Comparing Religious and Secular Perspectives by IOMS, WHO, ISESCO, CIOMS*” tahun 2006.<sup>69</sup>

Pendekatan klasifikatif ini bukanlah bentuk spekulasi subjektif, melainkan hasil dari analisis berlapis terhadap struktur bahaya dan prinsip-prinsip hukum Islam yang bersumber dari literatur klasik maupun kajian kontemporer. Dengan demikian, pemilahan hukum terhadap dua bentuk rekayasa genetik ini bukan sekadar fatwa *ad hoc* atau reaksi terhadap isu populer, melainkan bentuk aplikasi metodologis dari kaidah fikih dalam menavigasi persoalan sains modern.

Kerangka klasifikasi *darar* ini memperlihatkan bagaimana satu kaidah dapat bertransformasi menjadi alat penalaran hukum yang adaptif dan teruji. Dalam menghadapi kemajuan teknologi disruptif seperti CRISPR-Cas9, keberadaan kaidah *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar* tidak hanya menjadi refleksi nilai moral, tetapi juga pilar epistemik yang mampu membimbing komunitas muslim dalam membentuk sikap etis dan hukum yang rasional, bertanggung jawab, dan kontekstual.

Ini juga menunjukkan bahwa meskipun Islam mendukung kemajuan teknologi untuk pengobatan dan kemaslahatan umat manusia, penggunaan teknologi genetik harus dilakukan dengan sangat hati-hati, mengingat martabat manusia yang telah dimuliakan oleh Allah Swt. "Martabat manusia" dalam konteks ini merujuk pada kedudukan mulia manusia yang diberikan Allah sebagai makhluk yang paling sempurna, dengan hak untuk dihormati dan dilindungi dari segala perubahan yang dapat merusak fitrah atau kapasitas alami mereka. Penggunaan teknologi yang mengubah kapasitas manusia atau struktur genetik secara permanen, terutama dalam konteks *germline editing*, perlu dihindari jika dapat merusak martabat tersebut. Sebagaimana ditegaskan dalam firman Allah dalam Q.S. al-Isrā' /17: 70:

وَلَقَدْ كَرِمَنَا بَنِي آدَمَ وَحَمَّنُهُمْ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ وَرَزَقْنَاهُمْ مِنَ الطَّيِّبَاتِ وَفَضَّلْنَاهُمْ عَلَىٰ كَثِيرٍ مِّنْ خَلْقِنَا تَفْضِيلًا

Terjemahnya:

Dan sungguh, Kami telah memuliakan anak cucu Adam, dan Kami angkut mereka di darat dan di laut, dan Kami beri mereka rezeki dari yang baik-baik dan Kami

<sup>68</sup>Mahmūd Ṣādiq Rasywān, *Taqniyāt al-Ilāj al-Jīnī min Wujhah al-Fiqh al-Islāmī*, h. 85–87.

<sup>69</sup>Islamic Organization for Medical Science, *International Seminar on Human Genetic and Reproductive Technologies Comapring Religious and Secular Perspectives* (Kuwait: IOMS Kuwait, 2008), h. 154–156.

lebihkan mereka di atas banyak makhluk yang Kami ciptakan dengan kelebihan yang sempurna.<sup>70</sup>

Ayat ini menegaskan bahwa martabat manusia harus dijaga dengan baik, dan setiap intervensi yang berisiko merusak kehormatan tersebut, terutama dalam *germline editing*, perlu dipertimbangkan dengan sangat hati-hati. Oleh karena itu, meskipun teknologi CRISPR-Cas9 menawarkan peluang besar dalam pengobatan, penggunaannya harus selalu mempertimbangkan dampak jangka panjang terhadap martabat manusia, serta nilai-nilai moral dan etis yang terkandung dalam ajaran Islam.

## KESIMPULAN

Penelitian ini mengkaji dua bentuk intervensi CRISPR-Cas9, yaitu *somatic editing* dan *germline editing*, menggunakan kaidah fikih *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar* sebagai dasar penilaian hukum. Berdasarkan analisis yang dilakukan, uji klinis CRISPR-Cas9 menunjukkan hasil yang sangat menjanjikan, terutama dalam pengobatan penyakit genetik seperti anemia sel sabit dan β-talasemia, di mana pasien yang sebelumnya bergantung pada transfusi darah rutin kini menunjukkan perbaikan signifikan setelah terapi. Selain itu, terapi ini juga telah diterapkan pada berbagai penyakit lain seperti kanker, fibrosis kistik, dan penyakit kardiovaskular, dengan hasil positif pada sebagian besar pasien. Meskipun demikian, tidak dapat dipungkiri bahwa ada beberapa kegagalan dalam uji klinis ini, terutama dalam kasus yang lebih kompleks, di mana dampak dari terapi tidak selalu sesuai harapan.

Berdasarkan kaidah fikih *al-Darar Lā Yuzālu bi al-Darar*, *somatic editing* dapat diterima dalam perspektif syariat karena dampak negatif yang ditimbulkan terbatas pada individu yang menjalani terapi, sehingga pemantauan klinis dapat dilakukan secara lebih terkontrol. Intervensi ini lebih mudah diterima apabila dilakukan untuk tujuan medis yang mendesak dan dapat dipertanggungjawabkan dari segi etik serta maslahat. Namun, meskipun manfaat yang dihasilkan sangat besar, tetap ada risiko kegagalan yang harus diperhatikan. Sebaliknya, *germline editing*, yang berpotensi menimbulkan dampak negatif yang lebih luas dan lintas generasi, membutuhkan kehati-hatian yang lebih tinggi. Penggunaannya sebaiknya ditangguhkan hingga ada kepastian etik, validasi medis, dan keterangan mengenai maslahat publik yang lebih terjamin secara syariat.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kerangka penilaian normatif yang aplikatif dan sistematis, serta menjadi kontribusi Islam terhadap etika biomedis global yang tengah menghadapi transformasi teknologi mutakhir.

## DAFTAR PUSTAKA

*Al-Qur'an al-Karīm*.

### Buku

- Al-Būrnu, Muhammad Ṣidqī bin Ahmad bin Muhammad. *Al-Wajīz fī Īdāh al-Qawā'id al-Fiqhiyyah al-Kulliyyah*. Cet. IV. Beirut: Mu'assasah al-Risālah, 1416 H/1996 M.  
Al-Dausarī, Muslim bin Muhammad. *Al-Mumti 'fī al-Qawā'id al-Fiqhiyyah*. Cet. I. Riyadh: Dār Zidnī, 1428 H/2007 M.

<sup>70</sup>Kementerian Agama Republik Indonesia, *Al-Qur'an dan Terjemahnya* (Bandung: PT. Syaamil Cipta Media, 2005), h. 289.

- Creswell, John W., dan J. David Creswell. *Research Design: Qualitative and Quantitative Approach*. Cet. V. Los Angeles: SAGE Publication, 2018.
- Ibn Manzūr, Muḥammad bin Mukram bin ‘Alī Abū al-Fadl Jamāl al-Dīn. *Lisān Al-‘Arab*. Cet. III. Beirut: Dār Ṣādir, 1414 H/1993 M.
- Islamic Organization for Medical Science. *International Seminar on Human Genetic and Reproductive Technologies Comapring Religious and Secular Perspectives*. Kuwait: IOMS Kuwait, 2008.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. *Al-Qur'an Dan Terjemahnya*. Bandung: PT. Syaamil Cipta Media, 2005.
- Kementerian Kesehatan Republik Indoesia. "Rencana Kanker Nasional 2024-2034, Strategi Indonesia Dalam Upaya Melawan Kanker." Jakarta, 2024.
- Al-Qazwīnī, Abū ‘Abdillāh Muḥammad ibn Yazīd ibn Mājah al-Rab‘ī. *Sunan Ibn Mājah*. Cet. I. Jubail: Dār al-Ṣādiq, 1431 H/2010 M.
- Rasywān, Maḥmūd Ṣādiq. *Taqnīyāt al-‘Ilāj al-Jīnī min Wujhah al-Fiqh al-Islāmī*. Cet. II. Kairo: Maḥmūd Ṣādiq Rashwān, 1446 H/2024 M.
- Al-Sa’dī, Abd al-Rahmān bin Nāṣir. *Tafsīr Al-Sa’dī: Taysīr al-Karīm al-Rahmān fī Tafsīr Kalām al-Manān*. Cet. I. Beirut: Mu’assasah al-Risālah, 1416 H/2002 M.
- Al-Shuwairikh, Sa‘d bin ‘Abd al-‘Azīz. *Ahkām al-Handasah al-Wirāsiyyah*. Cet. I. Riyadh: Kunūz Isybīliyā, 1427 H/2007 M.
- Al-Sijistānī, Abū Dāwūd Sulaimān ibn al-Ash‘ās. *Sunan Abī Dāwūd*. Cet. I. Beirut: Dār al-Kutub al-Ilmiyah, 1996 H/1996 M.
- Al-Suyūṭī, Jalāl al-Dīn ‘Abd al-Rahmān. *Al-Asybah Wa Al-Nażā’ir fī Qawā‘id wa Furū‘ Fiqh al-Shāfi‘iyyah*. Cet. II. Beirut, Lebanon: Dār al-Kutub al-Ilmiyyah, 1403 H/1982 M.
- WHO Expert Advisory Committee on Developing Global Standards for Governance and Oversight of Human Genome Editing. *Human Genome Editing: A Framework for Governance*. Geneva: World Health Organization, 2021.

## Artikel Jurnal

- Adamiec-Organiściok, Małgorzata, dkk. "Resistance to Death Pathway Induction as a Potential Targeted Therapy in CRISPR/Cas-9 Knock-out Colorectal Cancer Cell Lines." *Przeglad Gastroenterologiczny* 19, no. 2 (2024): h. 112–120.
- Adiputra, Albert, Sindung Tjahyadi, and Retna Siwi Padmawati. "Non-Ideal Critical Realism Analysis on the Ethical Positions of Secular Doctors Towards Human Genome Editing." *Jurnal Filsafat* 33, no. 2 (2023) h. 178–201.
- Alsomali, Nimah, dan Ghaiath Hussein. "CRISPR-Cas9 and He Jiankui's Case: An Islamic Bioethics Review Using Maqasid Al-Shari'a and Qawa'id Fighiyyah." *Asian Bioethics Review* 13, no. 2 (2021) h. 149–165.
- Amalia, Muthiya, dan Ardi Mustakim. "Inovasi Terbaru dalam Terapi Gen, Terapi Berbasis Sel, dan Pengembangan Obat Anti Kanker dari Bahan Alam." *Jurnal Cakrawala Pendidikan dan Biologi* 2, no. 1 (2025): h. 79–87.
- Braunschweig, Michael. "Overcoming Vulnerability by Editing the Germline? Human Germline Genome Editing in the Light of Vulnerability Ethics." *De Ethica* 8, no. 1 (2024): h. 59–81.
- Cui, Zhengrong, dkk. "Precision Gene Editing Using Deep Learning: A Case Study of

- the CRISPR-Cas9 Editor.” *Applied and Computational Engineering* 64, no. 1 (2024): h. 134–141.
- Dayan, Fazli. “Ethico-Legal Aspects of Crispr Cas-9 Genome Editing: A Balanced Approach.” *Bangladesh Journal of Medical Science* 19, no. 1 (2020): h. 11–16.
- Desai, Akshatha, dkk. “Crispr Cas 9 - a New Era in Genome Editing and Its Application.” *International Journal of Livestock Research* 11, no. 3 (2021) h. 17-24.
- Evans, John H. “Setting Ethical Limits on Human Gene Editing after the Fall of the Somatic/Germline Barrier.” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 118, no. 22 (2021). h. 1-7.
- Frangoul, Haydar, dkk. “CRISPR-Cas9 Gene Editing for Sickle Cell Disease and β-Thalassemia.” *New England Journal of Medicine* 384, no. 3 (2021): h. 252–260.
- Hmood, Qammar Shaker. “Harnessing CRISPR-Cas for Targeted Epigenetic Manipulations: A Physiological Study of Gene Regulation.” *European Journal of Medical Genetics and Clinical Biology* 1, no. 5 (2024): h. 115–129.
- Ishii, Tetsuya. “Assignment of Responsibility for Creating Persons Using Germline Genome-Editing.” *Gene and Genome Editing* 1 (2021): h. 1-5.
- Islami, Suryadi, dkk. “Teknik Penyuntingan Gen Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats-Cas9 ( CRISPR-Cas9 ) Sebagai Terapi Penyakit Genetik Bawaan.” *Ulasan Literatur. Medical Profession Journal of Lampung University* 14, no. 2 (2024): h. 334–43.
- Janik, Edyta, dkk. “Various Aspects of a Gene Editing System—Crispr-Cas9.” *International Journal of Molecular Sciences* 21, no. 24 (2020): h. 1–20.
- Judijanto, Loso, and Al-Amin. “Inovasi Bioteknologi untuk Terapi Penyakit Genetik.” *Zahra: Journal of Health and Medical Research* 4, no. 4 (2024): h. 433–422.
- Kalidasan, V., dan Kumitaa Theva Das. “Playing God? Religious Perspectives on Manipulating the Genome.” *Journal of Religion and Health* 61 (2022): h. 3192–3218.
- Kordkheyli, Vahid Akbari, dkk. “CRISPER/CAS System, a Novel Tool of Targeted Therapy of Drug- Resistant Lung Cancer.” *Advanced Pharmaceutical Bulletin* 12, no. 2 (2022) h. 262-273.
- Kristianti Angeline, Wiedya. “CRISPR-Inovasi Biologi Molekuler dan Medis yang Kontroversial.” *Cdk-284* 47, no. 3 (2020): h. 218–284.
- Musunuru, Kiran, dkk. “Patient-Specific In Vivo Gene Editing to Treat a Rare Genetic Disease.” *The New England Journal of Medicine* 392, no. 22 (2025): h. 2235–2243.
- Nabilasefany, Friska Kamila, dan Pradana Zaky Romadhon. “Management Thalassemia in Indonesia : A Literature Review.” *International Journal of Health and Medicine* 2 (2025). h. 92-99.
- Nouri, Zahra Haji Mehdi, dkk. “Recent Advances and Practical Applications of CRISPR/Cas Technology in Clinical Trial of Cancer and Infectious Diseases: A Comprehensive Review.” *Micro Nano Bio Aspects* 3, no. 3 (2024): h. 17–37.
- Parums, Dinah V. “Editorial: First Regulatory Approvals for CRISPRCas9 Therapeutic Gene Editing for Sickle Cell Disease and Transfusion-Dependent b-Thalassemia.” *Medical Science Monitor* 30 (2024): h. 20–23.
- Rahman, Muhammad Farhan Abdul, dkk. “Islamic Bioethics Construction.” *Journal of Comprehensive Science* 4, no. 3 (2025): h. 1163–1176.

- Scott, Rosamund. "Heritable Human Genome Editing: Correction, Selection and Treatment." *Medical Law Review* 32, no. 2 (2024): h. 178–204.
- Therrell, Bradford L., dkk. "Current Status of Newborn Bloodspot Screening Worldwide 2024: A Comprehensive Review of Recent Activities (2020–2023)." *International Journal of Neonatal Screening* 10, no. 2 (2024): h. 1–184.
- Wang, Leifan, dkk. "Human Genome Editing after the 'CRISPR Babies': The Double-Pacing Problem and Collaborative Governance." *Journal of Biosafety and Biosecurity* 5, no. 1 (2023): h. 8–13.
- Zhang, Man Ling, dkk. "Application and Perspective of CRISPR/Cas9 Genome Editing Technology in Human Diseases Modeling and Gene Therapy." *Frontiers in Genetics* 15, no. 1 (2024): h. 1–14.

### **Disertasi, Tesis, Skripsi**

Vigil, dan Erin Christine. "The Ethics Behind Utilization of Germline Gene Editing in Medicine." *Skripsi*. Tuscon: Fak. Neuroscience and Cognitive Science The University of Arizona, 2024.

### **Situs dan Sumber Online**

CliniExpert. "FDA Approves Casgevy (Exagamglogene Autotemcel) CRISPR/Cas9 Genome-Edited Cell Therapy for the Treatment of Sickle Cell Disease," 2024. <https://www.cliniexpert.com/article/934.html>.

Lewis, Tanya. "Scientists May Soon Be Able to 'Cut and Paste' DNA to Cure Deadly Diseases and Design Perfect Babies." *Business Insider*, 2015. <https://www.businessinsider.com/how-crispr-will-revolutionize-biology-2015-10>.

Muhsin, Sayyed Mohamed, dkk. "Ethical Considerations in Human Genome Editing: Exploring CRISPR Technology through the Prism of Qawā'id and Maqāṣid." *Situs Resmi Research Center for Islamic Legislation and Ethics*. <https://www.cilecenter.org/research-publications/op-ed/ethical-considerations-human-genome-editing-exploring-crispr-technology> (20 Juni 2025).

"Vertex and CRISPR Therapeutics Present New Data in 22 Patients with Greater than 3 Months Follow-Up Post-Treatment with Investigational CRISPR/Cas9 Gene-Editing Therapy, CTX001™ at European Hematology Association Annual Meeting," Situs Resmi Business Wire. <https://www.businesswire.com/news/home/20210611005069/en/Vertex-and-CRISPR-Therapeutics-Present-New-Data-in-22-Patients-With-Greater-Than-3-Months-Follow-Up-Post-Treatment-With-Investigational-CRISPRCas9-Gene-Editing-Therapy-CTX001-at-European-Hematology-> (20 Juni 2025).