



Kajian Bioetika Stem Cell - A Review

Bioethics Study of Stem Cells - A Review

Nadya*¹, Cut Sari Ramadhani², Ayu Pertiwi³, Risna Zuryani⁴, Fitri Afifah Nst⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Magister Biologi, Universitas Syiah Kuala, Indonesia

ARTICLE INFO

Corresponding Author:

csari22@mhs.usk.ac.id

Article History

Submitted:
17 November 2025

Accepted:
14 Januari 2026

Available online:
24 Januari 2026

ABSTRACT

Advances in biomedical science such as stem cells offer great potential in the field of health, especially for regenerative therapy and the treatment of degenerative diseases. However, behind these benefits lie various ethical and moral issues related to the origin of the tissue used for stem cells. For example, embryonic stem cells used for therapy and research raise various issues from different perspectives, such as religion, law, society, and science. Through a systematic literature review focusing on stem cell research and therapy from an ethical perspective, using a qualitative descriptive approach, in-depth information was gathered related to the concepts, moral values, and bioethical controversies that have arisen in the development of stem cell science. This study discusses stem cells from various perspectives, such as law, religion, society, science, including regulatory provisions in Indonesia. This study also reviews the development of stem cell bioethics, which began with moral issues related to the sources of stem cells used, such as the use of human embryos, to the existence of more ethical alternative solutions such as induced pluripotent stem cells (iPSCs). The application of stem cell therapy and research must be carried out in accordance with bioethical principles and principles that respect human dignity, so that its application is carried out responsibly and humanely. Thus, stem cells can provide optimal benefits and welfare for humanity.

Keywords: Stem cells; bioethics

ABSTRAK

Perkembangan ilmu biomedis seperti stem cell memberikan potensi besar dalam bidang kesehatan, terutama untuk terapi regeneratif dan pengobatan penyakit degeneratif. Namun dibalik manfaatnya muncul berbagai isu etis dan moral terkait dengan asal jaringan yang digunakan untuk stem cell, misalnya sel punca embrionik yang digunakan untuk terapi dan penelitian memunculkan berbagai isu dari berbagai sudut pandang seperti agama, hukum, sosial, dan sains. Melalui kajian kepustakaan sistematis yang berfokus pada penelitian dan terapi sel punca dari perspektif etika, dengan menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dilakukan penggalian informasi secara mendalam terkait dengan konsep, nilai moral, serta kontroversi bioetik yang muncul dalam perkembangan ilmu sel punca (stem cell). Kajian ini membahas stem cell dari berbagai pandangan seperti hukum, agama, sosial, sains, termasuk ketentuan regulasi di Indonesia. Kajian ini juga mengulas tentang perjalanan perkembangan bioetika stem cell yang dimulai dengan isu moral terkait dengan sumber stem cell yang digunakan seperti penggunaan embrio manusia, hingga adanya alternatif solusi yang lebih etis seperti induced pluripotent stem cells (iPSC). Dalam penerapan terapi dan penelitian stem cell harus dilakukan sesuai dengan prinsip bioetik dan prinsip menghormati martabat manusia, sehingga penerapannya dilakukan secara bertanggung jawab dan manusiawi. Dengan demikian stem cell dapat memberi manfaat yang optimal dan kesejahteraan bagi umat manusia.

Kata Kunci: sel punca; bioetika



PENDAHULUAN

Bioteknologi hingga masa kini telah berkembang pesat, hal ini ditandai dengan adanya peran teknologi dalam keberlangsungan kehidupan makhluk hidup, terutama dalam dunia kesehatan. Penerapan bioteknologi awalnya untuk memenuhi tujuan penyembuhan penyakit tertentu. Namun tujuan itu meluas, tidak hanya sebagai pemulihan namun juga upaya peningkatan kualitas hidup manusia. Dalam ranah bioteknologi dan biomedis, salah satu produk yang telah diungkapkan potensinya yaitu stem cell (11).

Perkembangan ilmu biomedis dalam dua dekade terakhir menunjukkan bahwa stem cell atau sel punca memiliki potensi besar dalam bidang terapi regeneratif dan rekayasa jaringan. Stem cell merupakan sel yang mampu memperbaharui diri secara tak terbatas dan berdiferensiasi menjadi berbagai jenis sel fungsional dalam tubuh, sehingga memberikan harapan baru bagi penanganan penyakit degeneratif, cedera jaringan, hingga gangguan genetik yang sebelumnya sulit disembuhkan (14). Kemampuan unik ini menjadikan stem cell sebagai komponen kunci dalam berbagai penelitian medis modern.

Secara umum, stem cell diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu embryonic stem cell, adult stem cell, dan induced pluripotent stem cell (iPSC). Setiap jenis memiliki karakteristik biologis, kelebihan, serta tantangan etika dan teknis dalam penggunaannya. Misalnya, adult stem cell dianggap lebih aman karena berasal dari jaringan pasien sendiri, sedangkan embryonic stem cell memiliki kapasitas diferensiasi yang lebih luas namun memicu perdebatan etis (18). Ketersediaan iPSC turut merevolusi bidang ini karena memungkinkan rekayasa sel somatik menjadi sel punca pluripoten, sehingga membuka peluang terapi personal berbasis genom pasien (16).

Di Indonesia, penelitian stem cell juga mengalami perkembangan pesat seiring meningkatnya kebutuhan akan terapi regeneratif. Pemanfaatan stem cell telah mulai diterapkan pada beberapa kasus klinis seperti luka bakar, cedera tulang, dan kelainan imunologi, meskipun masih dibutuhkan penguatan regulasi, fasilitas laboratorium, serta uji klinis yang komprehensif untuk memastikan keamanan dan efektivitasnya (1). Dengan demikian, kajian mendalam mengenai potensi, tantangan, serta arah perkembangan penelitian stem cell sangat penting untuk memperkuat basis ilmiah dan implementasi terapinya di masa depan.

METODE

Penulisan artikel ini disusun melalui kajian kepustakaan sistematis yang berfokus pada penelitian dan terapi sel punca dari perspektif etika, dengan menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Pendekatan ini memungkinkan peneliti menggali secara mendalam konsep, nilai moral, serta kontroversi bioetik yang muncul dalam perkembangan ilmu sel punca. Penelitian kualitatif bertujuan memahami makna di balik fenomena sosial atau kemanusiaan melalui analisis teks, interpretasi konsep, dan pemaknaan konteks ilmiah (10). Pendekatan ini sejalan dengan pandangan Creswell (2018) yang

menyatakan bahwa desain kualitatif sangat tepat digunakan untuk mengkaji fenomena yang kompleks dan membutuhkan pemahaman makna secara mendalam (2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dulu: Penelitian Stem Cell Melalui Embrio Manusia

Perdebatan mengenai riset stem cell embrionik manusia pada awal kemunculannya memperlihatkan munculnya dua kutub pemikiran besar, yakni kelompok yang bersifat utopia dan kelompok yang bersifat distopia. Pihak yang mendukung perkembangan sains (kubu utopis) memandang bahwa penelitian ini membuka peluang besar bagi kemajuan ilmu kedokteran regeneratif. Sebaliknya, kelompok distopis menilai bahwa praktik pemusnahan embrio praimplantasi merupakan tindakan tidak etis karena dianggap setara dengan mengakhiri kehidupan manusia, sehingga tujuan penelitian yang mulia sekalipun tidak dapat membenarkannya. Kelompok pendukung riset ini berargumen bahwa embrio berusia sekitar lima hari belum memiliki status moral penuh. Menurut mereka, status tersebut baru muncul pada tahap yang jauh lebih lanjut dalam kehamilan, setelah janin mencapai tingkat viabilitas tertentu (10).

Penelitian Masa Kini: Stem Cell Tanpa Embrio

Kontroversi mengenai penggunaan dan penghancuran sel embrio pada penelitian hESC mulai mereda sejak hadirnya teknologi stem cell pluripoten terinduksi atau induced pluripotent stem cells (iPSC). Teknologi ini memungkinkan pembentukan sel mirip stem cell embrionik tanpa melibatkan embrio sama sekali. Terobosan tersebut diperkenalkan oleh Kazutoshi Takahashi dan Shinya Yamanaka pada tahun 2006 di Kyoto, Jepang, melalui rekayasa fibroblas kulit menggunakan retrovirus yang membawa empat gen terkait pluripotensi. Hasilnya menunjukkan bahwa sel somatik biasa dapat diprogram ulang sehingga memiliki karakteristik yang menyerupai sel embrionik. Penelitian lanjutan kemudian membuktikan bahwa iPSC manusia dapat dihasilkan dengan sifat biologis yang sangat mirip dengan sel hESC (9, 15).

Secara global, pengawasan isu bioetik terkait penelitian stem cell berada dibawah koordinasi International Bioethics Committe (IBC), sebuah badan UNESCO yang berperan memantau perkembangan ilmu pengetahuan agar tidak bertentangan dengan prinsip martabat manusia. Dalam pertemuan IBC tahun 2001 di Paris, disampaikan bahwa embrio yang digunakan dalam penelitian biasanya berusia 5–13 hari setelah fertilisasi, ketika sel masih berupa jaringan dan belum membentuk individu. Dari sudut pandang bioetik, penggunaan jaringan embrio pada tahap ini dianggap tidak melanggar etika karena belum memiliki status moral sebagai manusia yang dihitung sejak implantasi terjadi (13).

Praktik penelitian stem cell embrionik tetap harus berada di bawah pengawasan ketat untuk mencegah penyalahgunaan, termasuk kemungkinan menciptakan organisme utuh dari sel induk. Selain itu, perlindungan terhadap donor juga menjadi prioritas, terutama dalam memberikan informasi lengkap mengenai tujuan penelitian, prosedur yang dilakukan, serta potensi kontribusi hasil penelitian bagi masyarakat luas (10).

Penelitian Masa Kini: Stem Cell Tanpa Embrio

Jika sebelumnya fokus perdebatan bioetika hanya berputar pada status moral embrio, kini cakupannya telah berkembang menjadi lebih luas, meliputi perlindungan subjek penelitian, keamanan pasien, dan aspek keadilan sosial. Tantangan etis semakin kompleks ketika penelitian berbasis hESC bergerak dari laboratorium menuju penerapan klinis yang berinteraksi langsung dengan manusia. Isu mengenai status moral embrio kembali disorot karena berkaitan dengan perlindungan hak-hak manusia yang berpotensi dirugikan.

International Society for Stem Cell Research (ISSCR) menetapkan sejumlah pedoman penting dalam penggunaan klinis stem cell. Pedoman tersebut meliputi penelaahan sejawat secara independen terhadap prosedur inovatif, akuntabilitas institusi, persetujuan informed consent yang komprehensif, pemantauan ketat terhadap kondisi pasien, pelaporan transparan terhadap kejadian yang tidak diinginkan, serta kewajiban peneliti untuk segera melanjutkan ke uji klinis formal setelah memperoleh pengalaman awal pada jumlah pasien yang terbatas (10). Dengan demikian, landasan etika yang kuat menjadi kunci agar penelitian stem cell dapat memberikan manfaat optimal bagi masyarakat seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan aplikasi klinisnya.

Tabel 1. *Stem Cell* dalam Perspektif Hukum, Sains, Agama, dan Sosial

No	Bidang	Pendapat	Sitasi
1	Pandangan Hukum	Di Indonesia, nilai-nilai Pancasila memandang <i>stem cell</i> khususnya yang berasal dari embrio sebagai subjek hukum karena embrio diposisikan sebagai calon manusia yang martabatnya harus dihormati sejak awal tahap kehidupannya (aspek individualitas).	Innaka <i>et al.</i> , (2019)
		Menurut hukum perdata Indonesia, kedudukan hukum <i>stem cell</i> baik embrionik maupun non-embryonik (<i>adult stem cell</i>) yang disimpan dalam bank <i>stem cell</i> darah tali pusat adalah sebagai benda, karena memenuhi unsur-unsur benda sebagai hak milik sebagaimana tercantum dalam Pasal 570 KUH Perdata.	
		Penggunaan <i>stem cell</i> embrionik sebagai metode pengobatan untuk penyembuhan dan pemulihan penyakit bersifat dilarang. Sedangkan, penggunaan <i>stem cell</i> dewasa sebagai metode pengobatan diperbolehkan	Rahmadana dan Azman (2024)

		karena diambil langsung dari tubuh pasien. Di Indonesia, ketentuan ini diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 833 Tahun 2009, Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 834 Tahun 2009, Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 84 Tahun 2012, serta Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2012.	
2	Pandangan Sains	Dalam perspektif sains, resiko medis yang terjadi apabila terapi <i>stem cell</i> tidak terbukti secara klinis dapat muncul dalam bentuk infeksi, penolakan oleh tubuh, tumorigenesis, hingga kerusakan saraf. Walaupun memiliki potensi besar, namun penelitian panjang perlu dilakukan dengan standar keamanan yang ketat.	Lyons <i>et al.</i> , (2022)
		<i>Stem cell tourism</i> menjadi salah satu pilihan pasien ketika kekurangan pilihan pengobatan di negaranya, putus asa, atau pengaruh testimoni daring yang berlebihan. Praktik tersebut biasanya belum terkonfirmasi secara klinis.	Langford dan Foong, (2024)
3	Pandangan Agama	Hukum Islam berupaya menyeimbangkan kewajiban medis dengan tuntutan etis melalui penerapan prinsip-prinsip dasar seperti <i>dharurat</i> (kebutuhan mendesak), <i>la darar</i> (tidak menimbulkan mudarat), <i>ihtiyat</i> (kehati-hatian), <i>hifz al-nasl</i> (perlindungan keturunan), dan <i>maslahah</i> (kemaslahatan umum). Prinsip-prinsip ini menjadi landasan yang memungkinkan pemanfaatan <i>stem cell</i> , terutama ketika tindakan tersebut dinilai penting untuk menyelamatkan nyawa atau meningkatkan kualitas hidup pasien.	Mukhbitha dan Shafa (2024)
		Pelaksanaan terapi transplantasi <i>stem cell</i> harus menjaga kepentingan hidup serta memelihara kemaslahatan manusia. Meskipun belum terdapat fatwa yang secara rinci mengatur mengenai transplantasi <i>stem cell</i> , hasil ijtihad melalui metode penalaran hukum islam berbasis <i>istishlah</i> membolehkan penggunaan terapi tersebut. Penggunaan <i>stem cell</i> non-embriionik diperbolehkan selama memenuhi standar, pedoman, dan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Sementara itu, penggunaan <i>stem cell</i> embriionik yang bersifat <i>pluripotent</i> dan <i>totipotent</i> dilarang karena dianggap dapat mengganggu martabat manusia.	Tursina (2019)
		Berdasarkan hukum Islam, penggunaan <i>stem cell</i> embriionik berada pada tingkat <i>dharuri</i> dan memunculkan dua pendapat hukum. Pertama, <i>stem cell</i> embriionik dinilai tidak mencapai tujuan <i>hifz an-nafs</i> (memelihara jiwa) karena penggunaannya melibatkan embrio manusia yang masih memiliki potensi hidup yang sama dengan pasien. Oleh karena itu, untuk menghindari mudharat yang lebih besar, penggunaan <i>stem cell</i> embriionik sebagai metode pemulihan kesehatan sebaiknya dihindari. Kedua, penggunaan <i>stem</i>	Rahmadana dan Azman (2024)

	<p><i>cell</i> embrionik dapat diperbolehkan apabila tidak tersedia metode pengobatan lain, sepanjang dilakukan atas rekomendasi dokter dan didasarkan pada penelitian yang memadai.</p>	
	<p>Penerimaan Buddhisme terhadap ESCR (<i>Embryonic Stem Cell Research</i>) sangat ditentukan oleh asal-usul embrio serta niat yang mendasari penggunaannya. Embrio surplus hasil IVF umumnya diterima untuk digunakan dalam penelitian karena dianggap belum memiliki kesadaran, tidak melanggar sila pertama, dan pemanfaatannya untuk kesejahteraan, serta kontribusi moral untuk mengurangi penderitaan manusia. Sebaliknya, penggunaan embrio yang sengaja diciptakan untuk tujuan penelitian cenderung tidak diterima, karena dianggap mengurangi penghormatan terhadap kehidupan dan berpotensi bertentangan dengan prinsip etika Buddhis.</p>	Sivaraman dan Noor (2014)
	<p>Pandangan Hindu mengenai penelitian <i>stem cell</i> embrionik cukup beragam. Sebagian pemuka agama menilai penelitian ini dapat diterima selama memakai embrio surplus dan dilakukan pada tahap perkembangan awal, ketika embrio belum dianggap bernyawa. Sikap ini didukung oleh ajaran tentang hukum karma, Dharma, serta nilai belas kasih yang menempatkan penyelamatan nyawa sebagai tujuan yang layak diutamakan. Di sisi lain, ada juga pandangan yang menolak ESCR karena menganggap kehidupan sudah dimulai sejak pembuahan, sehingga penghancuran embrio tetap dipandang melanggar ahimsa. Dengan perbedaan itu, posisi Hindu secara umum dapat dilihat sebagai penerimaan bersyarat. Penelitian diperbolehkan jika manfaatnya jelas, menggunakan embrio yang memang tidak akan dipakai lagi, dan dilakukan dengan kerusakan sekecil mungkin.</p>	Sivaraman dan Noor (2014)
	<p>Agama Katolik memiliki sikap yang tegas dan konsisten menolak ESCR dalam bentuk apa pun. Gereja Katolik berpegang pada posisi moral resmi yang dikeluarkan oleh Vatikan, dan seluruh gereja Katolik di dunia mengikuti pandangan yang sama tanpa pengecualian. Gereja memegang ajaran bahwa kehidupan manusia dimulai sejak pembuahan, sehingga embrio dipandang memiliki martabat yang sama dengan manusia pada tahap mana pun. Karena itu, penggunaan embrio yang tersisa dari IVF maupun yang dibuat untuk penelitian dianggap tidak dapat dibenarkan secara moral. Dokumen Gereja seperti <i>Donum Vitae</i>, <i>Dignitas Personae</i>, serta deklarasi Kepausan lainnya menegaskan bahwa embrio tidak boleh diperlakukan sebagai bahan biologis sekali pakai. Prinsip “tujuan tidak menghalalkan cara” juga membuat upaya mencapai manfaat medis tidak dapat dijadikan alasan untuk</p>	Sivaraman dan Noor (2014)

		menghancurkan kehidupan.	
4	Pandangan Etika/Moral	Dari perspektif etika, penggunaan sel embrio (hESC) kerap menimbulkan perdebatan terkait status moralnya. Penggunaan <i>embryonic stem cell</i> dari proses pengguguran kandungan adalah tindakan yang bertentangan dengan nilai kehidupan. Meskipun embrio tersebut baru berusia 4 sampai 5 hari setelah fertilisasi, ia tetap dipandang sebagai calon manusia yang dianggap memiliki hak-hak dasar sebagai individu.	Erawati dan Sutarno, (2024)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kajian mengenai terapi dan penelitian stem cell menunjukkan bahwa teknologi membawa peluang besar dalam dunia kesehatan. Namun, penerapan tetap perlu dilihat dari berbagai pandangan. Pandangan hukum di Indonesia menempatkan embrio sebagai calon manusia yang martabatnya harus dijaga, sehingga stem cell embrionik tidak diperbolehkan untuk terapi. Sementara itu, stem cell yang telah dipisahkan dan disimpan di bank darah tali pusat dipandang sebagai benda dalam hukum perdata, dan penggunaan stem cell dewasa diperbolehkan untuk pengobatan selama mengikuti aturan kesehatan yang berlaku. Pandangan sains, terapi stem cell menjanjikan tetapi berisiko jika belum terbukti, dan banyak pasien tetap mencari stem cell tourism. Pandangan agama menunjukkan bahwa sikap terhadap penelitian dan terapi stem cell tidak sama. Umumnya, penggunaan stem cell non-embrionik dipandang lebih dapat diterima, sedangkan pemanfaatan stem cell embrionik menimbulkan keberatan moral dan dalam beberapa ajaran bahkan ditolak. Penerimaan atau penolakannya sangat bergantung pada ajaran masing-masing agama. Secara moral dan nilai kemanusiaan, penggunaan stem cell tanpa pengawasan dan uji klinis yang ketat sangat merugikan pasien, baik dari segi ekonomi maupun kesehatan. Oleh karena itu, pedoman dan regulasi stem cell yang mengintegrasikan hukum, sains, agama, dan nilai sosial-moral penting untuk terapi yang aman dan etis.

DAFTAR PUSTAKA

1. BPOM RI. 2022. Pedoman uji klinik terapi sel punca di Indonesia. Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.
2. Creswell, J. W. 2018. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications.
3. Erawati, L., & Sutarno. 2024. Layanan terapi sel punca ditinjau dari perspektif bioetika di Indonesia. *Jurnal Hukum dan Etika Kesehatan*, 4(1): 1-15. <https://doi.org/10.30649/jhek.v4i1.132>
4. Innaka, T. A., Sastrowijoto, S., & Jenie, S. I. 2019. *Kajian Bioetika dan Yuridis Mengenai Sel Punca (Stem Cell) Menurut Hukum Perdata di Indonesia (Disertasi)*. Universitas Gadjah Mada. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

5. Langford, L., & Foong, P. 2024. Unproven stem cell therapies: An evaluation of patients' capacity to give informed consent. *Griffith Law Review*, 33(1): 58-88. <https://doi.org/10.1080/10383441.2024.2422138>
6. Lyons, S., Salgaonkar, S., & Flaherty, G. T. 2022. International stem cell tourism: a critical literature review and evidence-based recommendations. *International Health*, 14(2): 132-141. <https://doi.org/10.1093/inthealth/ihab050>
7. Mukhbita, F. A., & Ramadhani, S. A. 2024. Penggunaan Stem Cell dalam Kedokteran: Perspektif Etika dan Hukum Islam. *Islamologi: Jurnal Ilmiah Keagamaan*, 1(2): 193-209. <http://doi.org/10.1016/j.cell.2006.07.024>
8. Rahmadana, N., & Azman. 2024. Pengobatan stem cell embrionik: analisis perbandingan hukum positif dan hukum Islam. *SHAUTUNA: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Perbandingan Mazhab*, 4: 373-391.
9. Rojas, Yenni. 2017. The History of Stem Cell Treatment. <https://www.nationalstemcellcenters.com/2017/12/29/history-stem-cell-treatment/>
10. Sagita, sylvia (2020). Kontroversi Penelitian dan Terapi Sel Induk (Stem Cells) dalam Pandangan Etika Sains. *Jurnal filsafat Indonesia*, 3(2): 54-62.
11. Setyowati, Temi. 2023. Menelusik kompromi teologis dan etis atas polemik penelitian dan terapi stem cell embrionik. *Aradha*, 3(3): 253-273.
12. Sivaraman, M. A. F., & Noor, S. N. M. (2014). Ethics of embryonic stem cell research according to Buddhist, Hindu, Catholic, and Islamic religions: perspective from Malaysia. *Asian Biomedicine*, 8(1): 43-52.
13. Smith, A. M., & Revel, M. 2001. The use of embryonic stem cells in therapeutic research: Report of the IBC on the ethical aspects of human embryonic stem cell research. International Bioethics Committee, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
14. Sung, J. H., Jang, Y. E., & Lee, S. Y. 2021. Stem cell therapy: Current approaches and future directions. *Biomaterials Research*, 25(8): 1-12.
15. Takahashi, K., & Yamanaka, S. 2006. Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors. *Cell*, 126(4): 663-676.
16. Takahashi, K., & Yamanaka, S. 2016. Induced pluripotent stem cells in medicine and biology. *Development*, 143(13): 1641-1650.
17. Tursina, A. 2019. Terapi Transplantasi Sel Punca Sebagai Upaya Pelayanan Kesehatan Di Indonesia Dalam Perspektif Hukum Kesehatan Dan Hukum Islam. *Aktualita: Jurnal Hukum*, 2(1): 59-86.
18. Zakrzewski, W., Dobrzyński, M., Szymonowicz, M., & Rybak, Z. 2019. Stem cells: Past, present, and future. *Stem Cell Research & Therapy*, 10(68): 1-22.