

Infertilitas, Teknologi Reproduksi Berbantu, dan Penggunaan Kecerdasan Buatan: Suatu Tinjauan Etika Kedokteran

Ridwan Abdullah Putra^{1,2,3}, Alfarsi Syukron Lillah³, Asiyah Taqiyya Fakhrur Razi³,
Muhammad Alamsyah Aziz¹

¹Departemen Obstetri dan Ginekologi, Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran, Bandung, Jawa Barat

²Dinas Kesehatan Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat

³Rumah Sakit Ibu dan Anak Graha Medika Padalarang, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat

Kata Kunci

dilema etik, infertilitas, kecerdasan buatan, teknologi reproduksi berbantu

Korespondensi

alfarisisyukron173@gmail.com

Publikasi

© 2025 JEKI/ilmiah.id

DOI

10.26880/jeki.v9i1.87

Tanggal masuk: 7 September 2024

Tanggal ditelaah: 8 Januari 2025

Tanggal diterima: 24 Januari 2025

Tanggal publikasi: 30 Januari 2025

Abstrak Infertilitas merupakan masalah kesehatan global yang berdampak signifikan pada aspek psikologis, sosial, dan kesehatan pasangan. Teknologi reproduksi berbantu (TRB), termasuk in vitro fertilization (IVF), menjadi salah satu solusi utama untuk mengatasi infertilitas. Inovasi teknologi dengan kecerdasan buatan atau artificial intelligence (AI) dapat meningkatkan keberhasilan TRB dalam hal mempercepat diagnosis, analisis kualitas embrio, serta memperbaiki proses laboratorium secara keseluruhan. Penggunaan AI juga bermanfaat dalam pengambilan keputusan berbasis data pasien, meningkatkan efisiensi terapi, dan meminimalisasi bias manusia. Meski demikian, penerapan TRB dan AI memunculkan dilema etik, hukum, norma agama, dan sosial. Pemanfaatan AI berpotensi menambah dimensi baru dalam dilema etik, terutama terkait privasi data, keamanan, dan pengambilan keputusan yang transparan. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan regulasi yang jelas, pendidikan kesehatan reproduksi, dan promosi gaya hidup sehat guna mencegah infertilitas. Kolaborasi multisektor diperlukan untuk memastikan implementasi TRB dan AI dilakukan secara bertanggung jawab, sesuai norma masyarakat, dan sejalan dengan prinsip etik kedokteran.

Abstract Infertility is a global health challenge that has a significant impact on the psychological, social, and health aspects. Assisted reproductive technology (ART), including in vitro fertilization (IVF), is one of the main accomplishments to overcome infertility. Innovation in technology with artificial intelligence (AI) can increase the success of ART in terms of accelerating diagnosis, analyzing embryo quality, and improving the overall laboratory process. AI is also useful in making decisions based on patient data, increasing therapy efficiency, and minimizing human bias. However, ART and AI applications raise ethical, legal, religious, and social dilemmas. AI may add a potential new dimension to ethical dilemmas, especially regarding data privacy, security, and transparent decision-making. Better regulations, reproductive health education, and the promotion of a healthy lifestyle are mandatory to prevent infertility. Multi-sector collaboration is highly needed to ensure the implementation of ART and AI is carried out responsibly, following community norms, and in line with the principles of medical ethics.

Infertilitas merupakan masalah kesehatan global yang memengaruhi jutaan pasangan di seluruh dunia. Menurut WHO, infertilitas merupakan kondisi yang ditandai kegagalan untuk mencapai kehamilan setelah dua belas bulan atau lebih melakukan hubungan seksual secara teratur tanpa pengaman atau kontrasepsi. Kondisi itu disebut juga infertilitas primer. Adapun infertilitas sekunder didefinisikan

sebagai ketidakmampuan seseorang untuk memiliki anak atau mempertahankan kehamilan setelah sebelumnya melahirkan anak hidup.¹

Infertilitas diperkirakan terjadi pada sekitar satu dari enam orang atau 17,6% populasi orang dewasa di seluruh dunia. Prevalensi infertilitas dilaporkan semakin meningkat, dengan angka bervariasi menurut

negara dan wilayah. Diperkirakan sekitar 70–80 juta pasangan mengalami infertilitas, sebagian besar berada di negara berkembang. Menurut data Perkumpulan Obstetri dan Ginekologi Indonesia (POGI), infertilitas diperkirakan mempengaruhi sekitar 10-15% pasangan usia subur di Indonesia.^{1,3}

Infertilitas dapat disebabkan oleh sejumlah faktor, baik pada sistem reproduksi laki-laki maupun perempuan, atau sebab lain yang tidak dapat dijelaskan. Infeksi menular seksual, aborsi yang tidak aman, dan komplikasi persalinan merupakan penyebab kehamilan yang sering dilaporkan di negara berkembang. Infertilitas dapat menyebabkan dampak psikologis dan sosial serius terhadap kehidupan pasangan, khususnya perempuan, yang sering mengalami kekerasan, perceraian, stigma sosial, stres emosional, depresi, kecemasan, harga diri yang rendah, bahkan bunuh diri.^{2,4}

Teknologi Reproduksi Berbantu (TRB)

Terapi infertilitas yang dianggap efektif adalah teknologi reproduksi berbantu (TRB) atau *assisted reproductive technology*. Teknologi tersebut merupakan prosedur medis untuk mendapatkan kehamilan dengan melakukan manipulasi pada oosit (sel telur) dan sperma. Beberapa prosedur TRB antara lain: *in vitro fertilization* (IVF) atau bayi tabung, *gamete intrafallopian transfer* (GIFT), dan *zygote intrafallopian transfer* (ZIFT). Dalam perkembangan selanjutnya, IVF dilengkapi dengan teknologi baru berupa teknik *intracytoplasmic sperm injection* (ICSI), kriopreservasi, *preimplantation genetic diagnosis* (PGD), *preimplantation genetic screening* (PGS), dll. Ketika pasangan tidak berhasil hamil melalui TRB tradisional, maka terdapat metode TRB yang dibantu pihak ketiga. Bantuan tersebut dapat berupa: donasi sperma, ovum (sel telur), atau embrio, ibu pengganti dan pembawa kehamilan (*surrogates and gestational carriers*).^{4,5}

Prosedur IVF dapat dilakukan pada kasus dengan indikasi berikut: faktor sperma yang tidak dapat diperbaiki dengan pembedahan atau pengobatan, gangguan sistem reproduksi perempuan yang tidak dapat diperbaiki (misalnya oklusi atau tertutupnya tuba bilateral), 6 bulan setelah koreksi tuba tetapi tidak

hamil tidak hamil setelah 3 - 4 kali inseminasi intrauterus, endometriosis sedang-berat (derajat minimal-ringan setelah inseminasi intrauterus tidak terjadi kehamilan), infertilitas idiopatik yaitu setelah tiga tahun tidak hamil (setelah inseminasi atau pengobatan), serta gangguan ovulasi, penurunan cadangan sel telur (setelah induksi/inseminasi ovulasi 3 - 6 siklus), keguguran berulang, dan penyakit bawaan.⁶

Masalah infertilitas dan TRB belum dianggap prioritas di beberapa negara berkembang. Hal itu dikaitkan dengan jumlah penduduk yang banyak, anggaran terbatas, fasilitas tidak memadai, serta prioritas masalah kesehatan lain, misalnya vaksinasi, malaria, HIV, kanker, dll. Pelayanan TRB, termasuk bayi tabung, masih belum mudah diakses semua lapisan masyarakat karena biaya yang mahal. Kendala biaya yang mahal berkaitan dengan biaya pemeriksaan penapisan awal, obat-obat stimulasi ovarium, dan peralatan laboratorium IVF yang mahal dan canggih.^{1,5} Program bayi tabung pertama kali di Indonesia dilakukan di RSAB Harapan Kita, Jakarta pada tahun 1987. Program tersebut melahirkan bayi tabung pertama di Indonesia, yaitu Nugroho Karyanto pada tahun 1988. Dalam perkembangan selanjutnya, kelahiran bayi tabung semakin berkembang di Indonesia.⁷

Penggunaan Kecerdasan Buatan dalam Teknologi Reproduksi Berbantu

Tingkat keberhasilan TRB hampir konstan pada angka 30% dalam dekade terakhir. Penggunaan kecerdasan buatan atau *artificial intelligence* (AI) diharapkan dapat meningkatkan tingkat keberhasilan IVF. Kecerdasan buatan berpotensi meniru kecerdasan manusia dalam bidang kedokteran, antara lain: mengelola catatan medis, menyediakan konseling digital, perencanaan obat, memanfaatkan terapi presisi, analisis sistem perawatan kesehatan, dll. Penggunaan AI dalam TRB berpotensi membantu dokter dalam menganalisis diagnosis dan prognosis penyakit lebih cepat, tepat, dan efektif.^{8,9}

Penerapan AI dapat mempersingkat waktu dalam diagnosis dan terapi infertilitas. Penggunaan AI dalam prosedur IVF mencakup

penilaian kesuburan pasangan hingga tingkat keberhasilan siklus IVF. Analisis kualitas sperma, oosit, dan embrio dapat dipertajam dengan pencitraan beresolusi tinggi, termasuk untuk penilaian dan pemilihan embrio terbaik. Potensi implantasi, kehamilan yang berkelanjutan, dan penerimaan endometrium juga dapat diprediksi lebih baik. Pemanfaatan AI berpotensi mempercepat prosedur di laboratorium embriologi dan meningkatkan keamanan gamet, embrio, serta pasien secara umum. Tata laksana infertilitas dapat dilaksanakan secara terstandar dengan memangkas proses manual yang panjang dan membosankan, serta meminimalkan bias atau variasi antar pengamat. Sistem kultur embrio, analisis sperma, kriopreservasi embrio dan oosit, serta penjagaan mutu dapat dioptimalkan.⁸⁻¹⁰

Pemanfaatan AI juga dapat memprediksi kondisi pasien yang menjalani IVF berdasarkan data pasien, termasuk riwayat medis, informasi demografi, dan berbagai parameter laboratorium. Hal itu dapat membantu dokter dan pasien dalam membuat keputusan yang tepat dan memilih jenis perawatan yang paling sesuai. Penggunaan AI dapat diperluas untuk mengoptimalkan penilaian karakteristik pasangan infertil, termasuk cadangan ovarium, status spermatogenesis dan parameter sperma, usia, status endokrin, dll. Pemanfaatan AI dapat meningkatkan efisiensi dan kecepatan diagnosis, serta perawatan untuk berbagai gangguan reproduksi. Pelatihan embriolog baru dan staf muda menjadi lebih berpengalaman juga dapat ditingkatkan dengan pemanfaatan AI. Penggunaan AI diharapkan dapat mereformasi dan mengoptimalkan tata laksana masalah reproduksi. Salah satu tantangan dalam penggunaan AI adalah metode dan algoritma yang berbeda pada platform yang berbeda. Penerapan algoritma AI masih terbatas pada populasi atau klinik tempat platform tersebut dirancang. Untuk itu perlu diupayakan penetapan standar minimum untuk penerapan AI secara luas bagi seluruh layanan kesehatan.⁸⁻¹⁰

Dilema Etik Teknologi Reproduksi Berbantu dan Penggunaan Kecerdasan Buatan

Perkembangan TRB ternyata menimbulkan banyak tantangan etika, hukum, norma agama, dan sosiologis dalam masyarakat. Berbagai aturan dan pedoman pelaksanaan TRB telah diberlakukan untuk memastikan keamanan prosedur medis dan etika reproduksi. Beberapa dilema etik dan kontroversi, misalnya: penggunaan donor oosit, donor sperma, *surrogate mother* (ibu pengganti), penyimpanan embrio, seleksi jenis kelamin, penggunaan embrio simpan beku, kloning rekayasa genetik, riset embrio, dan sebagainya. Pelaksanaan TRB hendaknya mengikuti peraturan hukum dan norma masyarakat yang berlaku, serta selalu berpegang teguh pada prinsip etik *beneficence* (*do good*), *nonmaleficence* (*do no harm*), *autonomy* (*respect for persons*), dan *justice* (*fairness*).^{7,11}

Faktor sosiokultural memiliki peran penting dalam keputusan penggunaan dan akses terhadap TRB. Tekanan sosial dalam masyarakat untuk memiliki anak membuat pasien yang mengalami infertilitas terstigmatisasi dan merasa malu akan kondisinya. Hal itu ditambah dengan pandangan masyarakat bahwa tidak memiliki anak dianggap sebagai sebuah bentuk kegagalan, sehingga infertilitas menjadi hal tabu untuk dibicarakan. Stigma sosial ini menjadi penghalang untuk mengakses TRB, termasuk dalam menginisiasi maupun melanjutkan terapi TRB. Sebagian pasangan yang ragu menerima donor gamet, lebih memilih anak non-biologis daripada tidak memiliki anak. Penelitian lain melaporkan bahwa sebagian pasangan lebih memilih tidak memiliki anak daripada melanggar larangan agama.^{11,12}

Pengambilan sampel sperma suami untuk IVF merupakan isu agama yang menjadi perdebatan karena berkaitan dengan praktik masturbasi. Adanya larangan agama Islam maupun Kristiani terhadap praktik masturbasi untuk memperoleh sampel semen menjadi penghalang bagi pasien untuk mengakses TRB. Selain metode TRB yang digunakan, status hubungan suami-istri juga penting dalam norma agama. Pernikahan merupakan syarat mutlak diperbolehkannya TRB. Prosedur TRB hanya diperbolehkan untuk pasangan

heteroseksual yang sudah dan masih menikah secara sah. Adapun wanita maupun lelaki lajang dan pasangan homoseksual yang ingin memiliki anak tidak diperbolehkan dalam ajaran agama Islam maupun Kristiani untuk menggunakan TRB.^{11,13}

Penggunaan TRB tidak lepas dari norma agama yang berperan dalam membangun perspektif masyarakat. Surat Keputusan Majelis Ulama Indonesia Nomor: Kep-952/MUI/ XI/1990 tentang Inseminasi Buatan/ Bayi Tabung, tertanggal 26 November 1990 menyebutkan bahwa: inseminasi buatan/ bayi tabung dengan sperma dan ovum yang diambil dari pasangan suami-istri yang sah secara *muhtaram*, dibenarkan oleh Islam, selama mereka dalam ikatan perkawinan yang sah. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan mengatur bahwa program bayi tabung dan upaya kehamilan di luar cara alamiah lainnya hanya dapat dijalani oleh pasangan suami istri yang sah. Selain itu, ada beberapa ketentuan yang harus dipenuhi, yaitu: hasil pembuahan sperma dan ovum dari suami-istri yang bersangkutan ditanamkan dalam rahim istri dari mana ovum berasal, dilakukan oleh tenaga kesehatan yang mempunyai keahlian dan kewenangan untuk itu, serta dilakukan pada fasilitas pelayanan kesehatan tertentu.^{14,15}

Metode TRB dengan bantuan pihak ketiga, termasuk donor sperma, sel telur, atau pun embrio menjadi persoalan moral dan tidak dibenarkan dalam norma agama. TRB dengan bantuan donor dari pihak ketiga ini menimbulkan pertanyaan mendasar mengenai makna keluarga, garis keturunan, privasi keluarga, kesejahteraan keturunan, dan nilai moral yang berlaku dalam masyarakat. Penggunaan pihak ketiga juga dianggap menyerupai perzinahan. Teknik TRB tidak dapat dilakukan pada mantan istri atau janda dengan menggunakan sperma dari suami yang bercerai atau meninggal. Tindakan surogasi atau menyewa rahim ibu pengganti untuk mengandung embrio pasangan lain juga tidak dibenarkan. Hal itu dianggap bertentangan dengan norma agama dan sosial karena berkaitan dengan eksploitasi perempuan,

komodifikasi reproduksi, dan hak-hak anak yang dilahirkan.^{11,13,14}

Kriopreservasi atau pembekuan embrio berlebih, serta sperma dan sel telur dimungkinkan untuk digunakan kemudian oleh pasangan yang menikah secara sah. Kehamilan pascamenopause menggunakan embrio atau oosit kriopreservasi milik istri sendiri, dikombinasikan dengan sperma suaminya. Bank sperma untuk tujuan donasi sperma dilarang. Sperma hanya boleh dikriopreservasi sebelum perawatan kanker dan digunakan di kemudian hari oleh individu yang sama. Masalah pengurangan kehamilan multi-janin dan pembuangan embrio berlebih secara *in vitro* menjadi dilema etik dan hukum yang perlu ditangani dengan bijak. Pertimbangannya adalah pengurangan kehamilan multi-janin bukan sebagai aborsi yang mengakhiri kehamilan, tetapi sebagai upaya untuk menjaga kehamilan dari bahaya aborsi spontan semua embrio atau janin.^{4,12}

Pemilihan jenis kelamin pada prosedur IVF atau bayi tabung melalui metode *pre-implantation genetic diagnosis* (PIGD) dengan menyingkirkan embrio yang lain tidak dibenarkan secara etika. Pemilihan jenis kelamin memunculkan kontroversi tentang diskriminasi gender dan nilai-nilai kemanusiaan. Demikian juga dengan pengembangan teknologi genetik untuk melakukan seleksi embrio berdasarkan sifat-sifat tertentu, menimbulkan kekhawatiran akan penciptaan “manusia super” dan implikasi sosialnya. Diagnosis genetik pra-implantasi untuk pasangan yang berisiko tinggi mengalami kelainan genetik pada keturunannya masih dimungkinkan. Namun demikian, perubahan genetik embrio dilarang.^{7,11,14}

Sementara itu, beberapa dilema etik dan hukum yang perlu dipertimbangkan dalam penggunaan AI untuk TRB, antara lain: memastikan privasi pasien, keamanan data, pengambilan keputusan yang transparan. Hal itu harus diselaraskan dengan undang-undang terkait, serta integrasi pengalaman manusia dalam keputusan klinis. Pada akhirnya, kecerdasan manusia sejatinya tak boleh dan tak dapat digantikan sepenuhnya oleh kemajuan AI. Dengan demikian upaya

yang harus dioptimalkan adalah mengarahkan kemampuan terbaik untuk meningkatkan kecerdasan manusia daripada AI.⁸⁻¹⁰

Solusi yang Dapat Dipertimbangkan

Prosedur TRB adalah bidang yang dinamis dan terus berubah. Dokter berkewajiban memastikan bahwa TRB dilaksanakan secara bijak dengan mengoptimalkan upaya terbaik. Hal itu mengingat undang-undang sering kali tidak selalu dapat mengimbangi dan mengatasi masalah etika dan hukum yang muncul terkait perkembangan TRB. Untuk mengatasi isu etika yang kompleks ini, diperlukan pendekatan komprehensif yang melibatkan berbagai pihak, termasuk para ahli, Pemerintah, dan masyarakat. Pemerintah perlu membuat regulasi yang jelas dan komprehensif untuk mengatur praktik PRB, melindungi hak-hak pasien, dan memastikan keselamatan serta kesejahteraan anak yang lahir melalui teknologi ini.^{3,6}

Selain itu upaya untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan infertilitas harus ditingkatkan. Pendidikan kesehatan reproduksi yang komprehensif, mempromosikan gaya hidup sehat untuk mengurangi risiko perilaku infeksi menular seksual (IMS) juga penting dilakukan. Hal itu mencakup pencegahan, diagnosis, dan pengobatan dini IMS, mencegah komplikasi aborsi yang tidak aman, sepsis pasca persalinan, dll.^{4,6,12}

KESIMPULAN

Infertilitas merupakan masalah kesehatan global yang berdampak signifikan pada aspek psikologis, sosial, dan kesehatan pasangan. Salah satu solusi utama dalam mengatasi infertilitas adalah penggunaan TRB. Inovasi teknologi dengan kecerdasan buatan (AI) berpotensi meningkatkan keberhasilan TRB. Penerapan TRB dan AI berpotensi memunculkan dilema etika, hukum, norma agama, dan sosial. Kolaborasi multisektor diperlukan untuk memastikan penerapan TRB dan AI dilakukan secara bertanggung jawab, sesuai norma masyarakat dan sejalan dengan prinsip etik kedokteran.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan

REFERENSI

1. World Health Organization. Infertility prevalence estimates, 1990–2021. World Health Organization. 2023. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/366700/9789240068315-eng.pdf?sequence=1>
2. Boivin J, Bunting L, Collins JA, Nygren KG. International estimates of infertility prevalence and treatment-seeking: potential need and demand for infertility medical care [published correction appears in Hum Reprod. 2007;22(6):1506-12.
3. Wiweko B, Mansyur E, Yuningsih T, Sini I, Silvana V, MaidTRBi M, Harzif AK, Pratama G, Sumapraja K, Muharam R, Hestiantoro A. Ten years of in vitro fertilization in Indonesia: Access to infertility care in a developing country. Int J Gynecol Obst. 2024;165(3):1144-50.
4. Tendai M Chiware, Nathalie Vermeulen, Karel Blondeel, Roy Farquharson, James Kiarie, Kersti Lundin, Thabo Christopher Matsaseng, Willem Ombelet, Igor Toskin. IVF and other TRB in low- and middle-income countries: a systematic landscape analysis, Human Reprod Update. 2021; 27(2): 213-28.
5. Adamson GD, Zegers-Hochschild F, Dyer S. Global fertility care with assisted reproductive technology. Fertil Steril. 2023; 120(3): 473-82
6. Wiweko B, Harzif AK. Penanganan Konsensus Infertilitas. Jakarta: Himpunan Endokrinologi Reproduksi dan Fertilitas - Perkumpulan Obstetri dan Ginekologi Indonesia (HIFERI-POGI), 2019. 117 p.79-84.
7. Hendarto H. Bayi tabung: teknologi reproduksi terkini untuk mengatasi infertilitas. Surabaya: Penerbitan dan Percetakan UNAIR (AUP); 2019
8. Sadeghi MR. Will artificial intelligence change the future of IVF? J Reprod Infert. 2022; 23(3): 139-40.
9. Wang R, Pan W, Jin L, Li Y, Geng Y, Gao Ch, et al. Artificial intelligence in reproductive medicine. Reproduction. 2019;158(4):R139-R54.
10. Zaninovic N, Rosenwaks Z. Artificial intelligence in human in vitro fertilization and embryology. Fertil Steril. 2020; 114(5):914-20.
11. Hammond K, Hamidi N. Exploring muslim communities' experiences and barriers while

accessing assisted reproductive technologies: a scoping review of international literature. *J Relig Health*. 2024; 1-36.

12. Mackay A, Taylor S, Glass B. Inequity of access: scoping the barriers to assisted reproductive technologies. *Pharmacy* (Basel, Switzerland). 2023; 11(1): 1- 7.
13. Negrut P, Pop T. Moral considerations on infertility and TRB official reproductive technics. *J Ethics in Entrepreneur Technol*. 2022; 2(1): 2-22.
14. Raimundo JM, Cabrita P. Artificial intelligence at assisted reproductive technology. *Procedia Computer Science*; 2021; 181: 442-7.