

Perspektif Islam Mengenai Pengeditan Genom Manusia

NOOR MUNIRAH ISAⁱ, SAADAN MANⁱⁱ & NURUL ATIQA ZULKIFLIⁱ¹

ABSTRACT

CRISPR/Cas9 technology has been considered a ground-breaking technology that has revolutionized the field of genetic engineering. In theory it enables precise genome editing of living organisms including human, therefore it has great potentials in treating and preventing a wide range of diseases including AIDS, cancer and genetic diseases. Faulty gene in human embryo could be corrected before being transplanted into the womb, and a disease-free future generation could be produced. Despite its great benefits, recent researches about germline editing of nonviable human embryos have triggered hot debate among both scientists and the public. Even though such researches could pave the way towards treating and preventing genetic diseases, many fear that it would lead to the production of designer babies. Some scholars view that human genome is fundamental for human dignity and human rights, therefore they regard modifying human genome as a 'crime against humanity'. There have been calls for moratorium on human germline editing so that ethics about the use of the technology can be carefully discussed before it is applied on humans. Calls have also been made for discussions about ethics of the technology from multiple perspectives so that proper policies or guidelines about responsible research and use of the technology could be formulated. This paper explores Islamic perspective on human germline editing mediated by the CRISPR/Cas9 technology. Preventing disease and seeking treatment for disease are highly encouraged in Islam. Several genetic technologies such as preimplantation genetic diagnosis have been considered lawful to meet such purposes. Several conditions have been underlined by Muslim scholars with regard to human genetic modification. One of the main conditions is that it is allowed only to achieve benefits that are compliant with shariah, therefore genetic modification for non-medical purpose is prohibited. The technology used should also be declared as safe and efficient, whereby no harm or greater harm would be inflicted upon the parents as well as their lineage. Nevertheless, more discussions are necessary to formulate a comprehensive guideline from Islamic perspective.

Keywords: human germline editing, CRISPR/Cas9, ethical issues, Islam, maqasid al-shariah, fatwa

Pendahuluan

Pembangunan teknologi pengeditan genom pada hari ini membuka ruang kepada penyelidikan asas serta rawatan kepada pelbagai penyakit yang serius termasuk kanser, HIV, talasemia dan *muscular dystrophy* (Wang et al. 2015; Maeder dan Gersbach 2016). Salah satu teknologi yang pesat dibangunkan ialah CRISPR/Cas9 iaitu kombinasi *clustered regularly interspaced short palindromic repeat* (CRISPR) dan Cas9 (sejenis protein nuklease yang dipandu oleh RNA) yang diadaptasi daripada sistem imun bakteria. Teknologi ini mempunyai kelebihan berbanding teknologi pengeditan genom yang lain, antaranya ialah lebih efisien dan berupaya untuk mengedit lebih daripada satu tempat secara serentak (Ran et al. 2013; Doudna dan Charpentier 2014). Melihat kepada kelebihan ini, para saintis telah mula mengaplikasikan teknologi CRISPR/Cas9 ke atas sel soma dan juga embrio manusia yang tidak berdaya hidup (*non-viable embryos*) untuk membetulkan mutasi gen yang boleh menyebabkan penyakit. Kajian awal oleh

ⁱ Jabatan Pengajian Sains dan Teknologi, Fakulti Sains Universiti Malaya; ⁱⁱ Jabatan Fiqh dan Usul, Akademi Pengajian Islam Universiti Malaya.

Liang et al. (2015) menggunakan zigot tripronuklear manusia menunjukkan bahawa CRISPR/Cas9 dapat membetulkan mutasi gen β -globin yang mengekodkan subunit kepada hemoglobin manusia. Kajian ini telah mendapat reaksi yang pelbagai daripada masyarakat dan mencetuskan debat mengenai penggunaan teknologi secara bertanggungjawab dan membangkitkan kembali persoalan etika sama ada pengeditan titisan germa (*germline*) manusia dibolehkan atau sebaliknya (Cyranoski & Reardon 2015). Oleh yang demikian kertas kerja ini memberi tumpuan kepada penggunaan CRISPR/Cas9 untuk pengeditan titisan germa kerana ia menimbulkan lebih banyak kontroversi berbanding aplikasi ke atas sel soma manusia.

Jika dilihat dari sudut kebaikan, pengeditan titisan germa menggunakan CRISPR/Cas9 boleh membetulkan mutasi gen dan mencegah pewarisan penyakit genetik. Ia dapat menghasilkan generasi yang lebih sihat yang akan menguntungkan bukan sahaja keluarga yang terlibat tetapi juga negara secara amnya. Para saintis berpendapat bahawa pengeditan menggunakan teknologi CRISPR/Cas9 lebih berpotensi mencegah pewarisan penyakit genetik berbanding kaedah pencegahan penyakit genetik sedia ada seperti *prenatal diagnosis* (PND). PND hanya dilakukan setelah kehamilan, oleh itu ibu bapa akan menghadapi dilema sama ada mahu menggugurkan kandungan yang dikenalpasti mewarisi penyakit atau tidak (Porteus dan Dann 2015).

Dari sudut etika pula, pengeditan titisan germa manusia menggunakan CRISPR/Cas9 membangkitkan kembali debat mengenai etika pengubahsuaian titisan germa yang telah bermula sejak tahun 1980-an (Baunmann 2016; Hildt 2016). Jika dahulu perbincangan adalah bersifat spekulatif, tetapi pada hari ini pengeditan tersebut sudah hampir menjadi realiti. Antara isu etika yang dibangkitkan ialah mengenai isu keselamatan teknologi iaitu para saintis belum lagi dapat mengatasi beberapa cabaran teknikal dalam memastikan pengeditan tidak menyebabkan bahaya (Ishii 2015; Baker 2016). Memandangkan CRISPR/Cas9 merupakan teknologi yang murah dan mudah digunakan, para saintis dan masyarakat awam bimbang mengenai bahaya yang mungkin terjadi jika ia tidak dikawal oleh peraturan dan undang-undang yang ketat. Mereka juga bimbang akan kemungkinan penghasilan *designer baby* yang boleh menyebabkan ketidaksamaan dan diskriminasi dalam masyarakat, seperti yang digambarkan dalam filem-filem fiksyen sains seperti GATTACA (Gross 2015).

Oleh yang demikian terdapat cadangan untuk mengadakan moratorium ke atas penyelidikan klinikal pengeditan titisan germa manusia supaya penelitian ke atas potensi risiko dan lain-lain dapat dijalankan daripada pelbagai perspektif (Lanphier et al. 2015). American Society for Gene and Cell Therapy (ASGCT) dan Japan Society of Gene Therapy (JSGT) mencadangkan supaya pengeditan titisan germa manusia tidak diteruskan sehingga kesemua isu teknikal dan etika diselesaikan, dibincangkan secara meluas dan persetujuan masyarakat diperoleh (Friedmann et al. 2015). Dalam satu persidangan kemuncak mengenai pengeditan gen pada 2015, para ilmuan daripada pelbagai bidang termasuk sains, etika, undang-undang dan sosiologi juga telah bersetuju supaya kajian pengeditan ke atas titisan germa manusia hanya boleh diteruskan setelah isu keselamatan dan keberkesanan dapat diatasi dan mendapat persetujuan masyarakat (LaBarbera 2016). Oleh itu, pendapat masyarakat adalah sangat penting dalam hal ini terutama dalam menggariskan nilai-nilai yang perlu dipelihara dalam penggunaan aplikasi CRISPR/Cas9 (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2017).

Agama merupakan salah satu sumber moraliti yang dapat memperkayakan perbincangan dan membantu menyelesaikan persoalan etika dalam sains dan teknologi termasuk pengeditan titisan germa manusia (Cole-Turner 2008). Oleh itu, dengan menggunakan kaedah kepustakaan, kertas kerja ini menghuraikan isu-isu etika mengenai pengeditan titisan germa manusia daripada perspektif Islam. Memandangkan fatwa khusus mengenai penggunaan teknologi CRISPR/Cas9 masih belum dikeluarkan, kami berharap kertas kerja ini dapat memberi maklumat mengenai perbincangan semasa tentang topik ini dan menarik lebih ramai para ilmuan untuk membincangkannya daripada perspektif Islam. Tujuan utama pengeditan titisan germa manusia adalah untuk perubatan, oleh itu subtopik berikut menjelaskan secara ringkas perspektif Islam terhadap pencegahan penyakit genetik.

Islam dan Pencegahan Pewarisan Penyakit Genetik

Penjagaan kesihatan dan pemeliharaan nyawa sangat diutamakan dalam Islam. Umat Islam dituntut untuk memastikan diri mereka sihat dan mengelakkan diri daripada terlibat dengan perkara-perkara yang boleh membahayakan nyawa mereka. Jika jatuh sakit, mereka sangat digalakkan untuk berubat (al-Jauziyyah, n.d). Rawatan perubatan yang dibenarkan ialah rawatan yang selari dengan prinsip Syariah dan tidak mendatangkan mudarat atau mudarat yang lebih besar (Dar al-Ifta'2014).

Mengenai hal mendapatkan zuriat pula, umat Islam disaran untuk berusaha mendapatkan anak yang sihat. Antara usaha yang paling asas ialah berdoa secara berterusan kepada Allah supaya dikurniakan anak yang sihat walaupun pada masa sebelum berkahwin. Hal ini adalah selaras dengan ajaran Islam bahawa Allah adalah Pencipta manusia yang menjadikan sesuatu berdasarkan ilmu dan kehendak-Nya. Oleh itu seorang Muslim perlu memohon perlindungan dan rahmat-Nya (al-Yabis 2012). Berdoa supaya dikurniakan *al-zurriyyah al-tayyibah* merupakan sunnah para nabi. *Al-zurriyyah al-tayyibah* biasanya diterjemahkan sebagai zuriat yang boleh membawa kebahagiaan kepada ibu bapanya di dunia dan akhirat, namun ia juga boleh membawa maksud zuriat yang sihat yang bebas daripada penyakit (al-Yabis 2012, Albar 2002).

Para ilmuan Islam berselisih pandangan mengenai sama ada perkahwinan dengan kerabat yang dekat (yang bukan muhrim) lebih digalakkan berbanding yang jauh atau sebaliknya dalam Islam (al-Yabis 2012). Mengahwini pasangan dari kerabat yang jauh atau tiada hubungan kerabat, pada pandangan sesetengah ilmuan, lebih digalakkan berbanding dengan kerabat yang dekat dan ia boleh dilihat sebagai langkah pencegahan pewarisan penyakit genetik (Albar 2002). Walau bagaimanapun, pendapat yang rajih ialah kedua-dua perkahwinan tersebut mempunyai dalil dalam Islam dan perkahwinan dengan yang jauh atau tiada hubungan kerabat tidak mempunyai kelebihan berbanding dengan kerabat yang dekat. Walau bagaimanapun, jika diketahui keluarga bakal pasangan mempunyai penyakit genetik yang boleh diwarisi, seseorang individu boleh menjalankan ujian saringan sebelum berkahwin dan boleh memilih untuk tidak berkahwin dengan pasangan tersebut. Jika telah diketahui bakal suami atau isteri merupakan pembawa penyakit genetik, Islam tidak menegah tetapi adalah lebih baik jika ia dapat dielakkan. Ini adalah bertepatan dengan prinsip Islam 'mencegah kemudaratan adalah lebih diutamakan berbanding memperoleh manfaat' (al-Yabis 2012).

Para ilmuan Islam turut membincangkan isu etika dan hukum berkaitan teknologi genetik. Antara teknologi yang paling hangat diperdebatkan ialah pengklonan manusia. Walaupun ia berpotensi untuk menghasilkan anak yang bebas penyakit, majoriti ilmuan Islam berpendapat bahawa pengklonan manusia untuk tujuan reproduktif tidak dibenarkan dalam Islam kerana bertentangan dengan prinsip-prinsip syariah. Pengklonan manusia tidak memerlukan benih bapa dan melibatkan pihak ketiga sebagai penyumbang sel atau ibu tumpang. Oleh itu ia bertentangan dengan asas pembiakan manusia yang dibenarkan dalam Islam iaitu anak yang lahir mestilah dari benih ibu dan bapa yang mempunyai ikatan perkahwinan yang sah tanpa melibatkan pihak ketiga. Ini adalah penting bagi menjaga keturunan manusia supaya jelas dan terpelihara, dan memastikan kebajikan anak yang lahir terjaga (Majma' Al-Fiqh Al-Islami Al-Duwali 1997). Tegahan ke atas pengklonan manusia bagi tujuan pembiakan menunjukkan bahawa pemeliharaan keturunan manusia adalah lebih diutamakan dalam Islam berbanding memenuhi kemahuan seseorang untuk mendapatkan anak yang sihat.

Pada tahun 2013 Majma' al-Fiqh al-Islami al-Duwali telah mengeluarkan sebuah fatwa mengenai kejuruteraan genetik dan genom manusia. Fatwa tersebut antara lain menyentuh tentang kaunseling genetik, ujian saringan genetik sebelum berkahwin, *preimplantation genetic diagnosis* (PGD), *prenatal diagnosis* (PND), ujian saringan bayi yang baru lahir serta terapi gen. Kesemua prosedur ini dibenarkan dengan syarat ia menepati prinsip-prinsip syariah Islam dan tidak mendatangkan mudarat atau mudarat yang lebih besar. PGD dibenarkan dengan syarat sampel embrio diuruskan dengan cermat dengan tiada percampuran dengan benih pasangan lain (Majma' al-Fiqh al-Islami al-Duwali 2013). Walaupun embrio yang mempunyai penyakit akan dibuang, ia dibenarkan dalam Islam kerana embrio pada tempoh tersebut dianggap tidak mempunyai kehormatan (Fadel 2007). PND juga dibenarkan dan hukum pengguguran

kandungan tertakluk kepada beberapa syarat. Pengguguran kandungan berusia kurang dari 40 hari yang dikenal pasti berpenyakit adalah makruh dengan syarat mendapat persetujuan suami dan isteri. Kandungan yang berusia kurang 120 hari boleh digugurkan jika dikenal pasti berpenyakit dan boleh membahayakan nyawa ibu. Kandungan berusia lebih 120 hari pula tidak boleh digugurkan kecuali untuk menyelamatkan nyawa ibu (Jabatan Kemajuan Islam Malaysia 2015). Berkenaan terapi gen, pihak Majma' menyatakan bahawa terapi gen somatik dibenarkan jika bertujuan untuk merawat penyakit dengan syarat ia tidak mendatangkan mudarat yang lebih besar, mempunyai potensi yang tinggi untuk merawat atau mengurangkan penyakit dan tiada rawatan alternatif. Terapi gen somatik yang bertujuan untuk memperbaiki ciri-ciri tertentu (kosmetik) tidak dibenarkan kerana ianya dikira sebagai mengubah ciptaan Tuhan, dan dianggap sesuatu yang sia-sia dan merendahkan martabat manusia kerana melakukannya tanpa ada keperluan yang mendesak. Bagi terapi gen titisan germa, fatwa tersebut menyatakan bahawa terapi yang bertentangan dengan syariah khususnya yang menyebabkan kekeliruan nasab adalah ditegah. Disebutkan juga bahawa pengubahsuaian genetik manusia bagi tujuan menambah baik ciri-ciri sesuatu bangsa juga tidak dibenarkan (Majma' al-Fiqh al-Islami al-Duwali 2013).

Kajian ini mendapati bahawa prinsip mencegah kemudaratan dan memelihara nyawa dan keturunan ditekankan dalam fatwa-fatwa berkenaan teknologi genetik. Setiap teknologi genetik membangkitkan isu yang berbeza yang memerlukan perbincangan yang teliti. Subtopik berikut membincangkan perspektif Islam mengenai isu-isu etika berkaitan pengeditan gen titisan germa manusia khususnya menggunakan CRISPR/ Cas9.

Isu-Isu Etika Berkaitan Pengeditan Titisan Germa Daripada Perspektif Islam

Isu keselamatan dan keberkesanan teknologi

Isu keselamatan dan keberkesanan adalah salah satu isu etika utama yang dibincangkan dalam perbincangan mengenai pengeditan titisan germa termasuk yang menggunakan teknologi CRISPR/Cas9. Memandangkan teknologi ini masih baru, terdapat beberapa isu teknikal yang belum dapat diatasi. Salah satu isu tersebut ialah *mosaicism* iaitu embrio yang terhasil mungkin mengandungi sel yang diedit dan yang tidak diedit. Ia mungkin tidak dapat dikesan melalui ujian saringan, oleh itu anak yang dilahirkan masih berpotensi mewarisi gen bermasalah selepas pengeditan. CRISPR/Cas9 mungkin juga mengubah gen bukan sasaran dan ini boleh menimbulkan bahaya yang tidak diketahui (Le Page 2017). Dalam satu kajian terbaru oleh Ma et al (2017), pendekatan yang mereka gunakan dilaporkan berpotensi menyelesaikan isu-isu ini, dan dapat menghasilkan embrio homozigot yang membawa gen yang tidak termutasi. Ia boleh digunakan bersama kaedah PGD untuk membetulkan mutasi dalam embrio. Walau bagaimanapun, mereka berpendapat bahawa kajian perlu dilakukan dengan lebih lanjut sebelum aplikasi klinikal dijalankan.

Isu ketidakpastian mengenai faedah atau keburukan teknologi CRISPR/Cas9 timbul kerana para saintis belum memahami sepenuhnya mengenai fungsi gen dan interaksinya dengan gen yang lain (Guttinger 2017). Gen sasaran mungkin mempunyai lebih dari satu fungsi, oleh itu pengeditannya mungkin boleh menyebabkan kesan yang lain yang mungkin tak dapat dikesan walaupun selepas beberapa generasi (Zaret 2015). Hal ini mungkin memerlukan penilaian dalam tempoh masa yang panjang bagi memantau isu keselamatan dan kejayaan pengeditan (Cwik 2017).

Melihat kepada isu-isu ini, para ilmuan berbeza pendapat mengenai kewajaran untuk mengaplikasikan teknologi ini ke atas manusia. Committee on Human Gene Editing: Scientific, Medical, and Ethical Considerations mencadangkan bahawa teknologi ini perlu diteliti dengan cermat, tetapi tidak menegahinya secara mutlak. Mereka berpendapat bahawa ujian klinikal boleh diteruskan jika memenuhi piawaian risiko atau kebaikan, tetapi hanya untuk merawat atau mencegah penyakit dan dikawal dengan peraturan yang ketat. Manakala International Bioethics Committee pula hanya membenarkan pengubahsuaian titisan germa untuk rawatan perubatan dengan syarat perubahan yang terhasil tidak diwarisi oleh generasi seterusnya (International Bioethics Committee 2015).

Kemudahan yang mungkin timbul dan ketidakpastian tentang sesuatu teknologi boleh menjadi justifikasi kenapa ia tidak dibenarkan dari perspektif Islam. Keputusan sama ada ia dibenarkan atau sebaliknya diadakan selepas perbincangan dengan pakar dalam bidang tersebut dan mempertimbangkan kebaikan dan keburukan teknologi daripada perspektif Islam. Perlu dinyatakan di sini bahawa keburukan atau mudarat dalam Islam bukan bermaksud kesakitan atau penderitaan tetapi juga termasuk apa-apa yang melanggar syaria. Syaria secara umumnya diturunkan bertujuan untuk memelihara agama, nyawa, akal, harta dan keturunan manusia. Sebarang perbuatan yang bertentangan dengan tujuan ini akan mendatangkan kemudahan kepada manusia di dunia dan akhirat (Isa dan Man 2014).

Seperti yang dijelaskan dalam subtopik sebelum ini, mencegah pewarisan penyakit genetik sangat digalakkan di dalam Islam kerana ia selari dengan prinsip pemeliharaan nyawa dan keturunan. Walau bagaimanapun ia tidak boleh dicapai menggunakan teknologi yang boleh mendatangkan bahaya kepada pesakit, masyarakat serta generasi akan datang. Memandangkan aplikasi CRISPR/Cas9 dalam pengeditan titisan germa masih lagi di peringkat kajian dan belum diisytiharkan sebagai selamat dan berkesan, kami berpandangan bahawa ia belum boleh digunakan ke atas manusia. Para ibu bapa boleh menggunakan rawatan alternatif lain seperti PGD. Menggunakan teknologi yang belum disahkan selamat boleh dilihat sebagai tidak menghormati martabat manusia (al-Lud'ami 2011). Isu ini dibincang dengan lebih lanjut dalam subtopik berikutnya.

Martabat dan Hak Manusia

Penyelidikan mengenai kejuruteraan genetik manusia menimbulkan kebimbangan bahawa tanpa peraturan yang ketat manusia akan dilayan seperti objek dalam eksperimen, sama seperti organisma lain (Chan 2015). Komodifikasi manusia boleh berlaku terutama apabila penghasilan anak yang diubahsuai secara genetik menjadi aktiviti komersial yang menguntungkan institusi penyelidikan dan perubatan. Anak tersebut akan dianggap sebagai 'produk' dan bukannya manusia (Kass 2000). Manusia mungkin akan dinilai berdasarkan genetik masing-masing dan individu yang mempunyai mutasi akan terpinggir (Chan 2015). Selain itu, genom manusia bagi pendapat sesetengah ilmuwan merupakan asas kepada martabat dan integriti spesies manusia, serta memberi makna kemanusiaan dan kesamaan di kalangan manusia (Knoppers 1991, Annas et al. 2002). Oleh itu pengeditan akan mencemarkan martabat manusia dan menafikan hak manusia untuk mewarisi genom yang tidak diubahsuai (Knoppers 1991) serta boleh dianggap sebagai 'jenayah kemanusiaan' (Annas et al. 2002). Ia menjadi hujah bagi sesetengah pihak seperti Majlis Eropah untuk mengharamkan pengubahsuaian genetik kecuali bagi tujuan perubatan dengan syarat ia tidak diwarisi oleh generasi akan datang (Convention for the Protection of Human Rights and Dignity of the Human Being with regard to the Application of Biology and Medicine: Convention on Human Rights and Biomedicine 1997).

Para ilmuwan berbeza pendapat sama ada wajar untuk mengharamkan pengeditan titisan germa berdasarkan prinsip pemeliharaan martabat manusia. Konflik boleh timbul antara memelihara martabat manusia dengan memelihara kesejahteraan manusia, iaitu jika pengeditan dilakukan bagi memastikan seseorang yang lahir bebas dari penyakit dan seterusnya mempunyai keyakinan diri dan tidak disisihkan dalam masyarakat (Beyleveld dan Brownsword 1998). Perkara ini juga boleh dilihat dari aspek tanggungjawab iaitu manusia dikehendaki menggunakan rawatan yang terbaik untuk merawat penyakit dan meningkatkan kualiti kesihatan terutama apabila teknologi sudah wujud dan disahkan selamat (Frankel and Chapman 2000). Dari sudut hak manusia pula, teknologi pengeditan membolehkan ibu bapa memenuhi haknya untuk mendapatkan anak yang sihat dan kebebasan untuk mempengaruhi arah tuju kehidupan anaknya iaitu dengan memilih ciri genetik yang dikehendaki (Agar 2008).

Selain itu isu status moral embrio yang digunakan dalam pengeditan titisan germa manusia juga turut timbul. Embrio mungkin dihasilkan semata-mata untuk kajian dan embrio yang tidak berjaya akan dibuang. Hal ini mungkin bertentangan dengan pegangan sesetengah pihak yang percaya bahawa embrio mempunyai status moral yang sama seperti manusia biasa (Kirtley 2016). Peraturan di kebanyakan negara hanya membenarkan lebihan embrio digunakan

dalam kajian dengan syarat mendapat persetujuan dari ibu bapa. Para saintis melihat isu ini sebagai suatu cabaran teknikal kerana lebihan embrio kurang efisien berbanding embrio yang dihasilkan untuk kajian. Oleh itu saintis seperti di Korea Selatan memohon supaya peraturan tersebut disemak semula (Zastrow 2017).

Islam mengiktiraf semua manusia mempunyai martabat dan kemuliaan tanpa mengira bangsa, agama atau status sosial, seperti yang dinyatakan dalam ayat 70 surah al-Isra'. Setiap manusia wajar dihormati walaupun selepas meninggal dunia. Perbincangan mengenai isu-isu etika dalam biologi di kalangan para ilmuwan Islam turut mempertimbangkan prinsip memelihara martabat manusia. Walau bagaimanapun ia tidak semestinya menjadi prinsip yang menentukan hukum sesuatu aplikasi. Jika prinsip pemeliharaan martabat manusia bertembung dengan pemeliharaan nyawa, prinsip pemeliharaan nyawa biasanya akan diutamakan. Sebagai contoh, pemindahan organ dibenarkan bagi mengembalikan fungsi badan atau menyelamatkan nyawa pesakit, walaupun prosedurnya mungkin dilihat bertentangan dengan prinsip memelihara martabat manusia (al-Lud'ami 2011). Walau bagaimanapun rawatan yang digunakan mesti disahkan selamat dan efisien dan ia hanya boleh dilakukan setelah mendapat kebenaran daripada pesakit (al-Qaradaghi dan al-Muhammadi 2006).

Melihat kepada potensi kebaikan dan keburukan pengeditan titisan germa manusia, kami berpendapat bahawa pemeliharaan martabat manusia sangat penting dalam aspek ini. Walau bagaimanapun pemeliharaan tersebut tidak bermaksud untuk mengharamkan teknologi tetapi mengehadkan penggunaannya hanya setelah disahkan selamat dan efisien dan mengadakan peraturan yang ketat bagi mengawal penggunaan.

Dalam kajian ini kami mendapati bahawa para ilmuwan Islam tidak begitu memberi perhatian kepada isu hak ibu bapa atau anak yang dilahirkan. Hal ini mungkin kerana ajaran Islam lebih menekankan aspek memenuhi tanggungjawab. Hak manusia secara tidak langsung akan tertunai dan dipelihara jika mereka melakukan suruhan dan meninggalkan larangan dalam agama. Muslim percaya bahawa seorang individu tidak memiliki badannya secara mutlak tetapi ia adalah satu amanah dan akan dipertanggungjawabkan ke atasnya (Ilkic dan Ertin 2010). Oleh itu para ilmuwan lebih menekankan kepada tuntutan untuk memelihara kesihatan, mendapatkan rawatan perubatan serta mengelak daripada melakukan tindakan yang boleh membahayakan diri, keluarga dan masyarakat.

Para ilmuwan Islam telah membincangkan tentang penggunaan embrio manusia di dalam kajian daripada perspektif Islam. Majoriti ilmuwan membenarkan penggunaan lebihan embrio. Hal ini adalah kerana embrio manusia pada peringkat sebelum ditiupkan roh tidak dikira sebagai sama seperti manusia (Saniei 2012). Oleh itu lebihan embrio boleh dibuang atau digunakan bagi tujuan penyelidikan terapeutik dengan syarat mendapat keizinan daripada ibu dan bapa (IMANA Ethics Committee 2005; Jabatan Kemajuan Islam Malaysia 2015). Penghasilan embrio semata-mata untuk digunakan dalam kajian adalah tidak dibenarkan (Fadel 2012).

Mengubahsuai Ciptaan Tuhan

Umat Islam meyakini bahawa manusia dicipta oleh Allah yang maha berkuasa dan maha mengetahui. Allah mencipta manusia daripada tiada kepada ada, sebagai sebaik-baik kejadian. Manusia dikurniakan kebolehan berfikir, ilmu, kemahiran dan panduan mengenai cara hidup yang boleh mendatangkan kebahagiaan di dunia dan akhirat. Walau bagaimanapun ilmu manusia adalah terbatas dan mereka sangat bergantung kepada apa yang Allah ajarkan. Perkembangan sains dan teknologi pada hari ini terutama dalam bidang genetik dan kepintaran buatan menyebabkan sesetengah pihak berpendapat bahawa manusia mempunyai lebih banyak ilmu dan semakin kurang bergantung kepada Tuhan. Hal ini menyebabkan mereka berasa bimbang yang saintis akan melanggar batas dan berbuat sesuka hati dan Tuhan dianggap tidak lagi diperlukan dalam tamadun manusia. Keadaan sebegini boleh mendatangkan bahaya dan menghancurkan tamadun manusia (Shannon 1997).

Memandangkan teknologi genetik seperti CRISPR/ Cas9 membolehkan saintis mengedit genom manusia, sesetengah pihak bimbang bahawa saintis akan bertindak seperti Tuhan dan cuba untuk mengawal manusia (Peters 2017). Mereka juga berpendapat bahawa tabii manusia

perlu dipelihara seperti yang telah dicipta oleh Tuhan, oleh itu pengeditan genom tidak dibenarkan (Kass 2004). Manusia secara tabiinya diciptakan mempunyai kelemahan tertentu, sebarang perubahan akan mendatangkan masalah kepada masyarakat seperti ketaksamaan dan diskriminasi terhadap golongan berkelainan upaya (Frankel dan Chapman 2000; Zaret 2015; Conti 2017). Walau bagaimanapun, terdapat pihak yang berhujah bahawa pengeditan gen bagi tujuan perubatan tidak dianggap sebagai mengambil alih kuasa Tuhan. Bahkan ia perlu dilihat sebagai usaha saintis untuk memenuhi tanggungjawab mereka untuk menggunakan ilmu mereka untuk meningkatkan kesihatan dan kesejahteraan manusia (Walter 2008).

Umat Islam meyakini bahawa Allah dan manusia berada dalam dua order kewujudan yang berbeza (al-Faruqi 1992). Allah adalah Pencipta manakala manusia adalah ciptaan Tuhan yang tidak akan dapat menjadi Tuhan. Ilmu yang diperolehi melalui kajian saintifik tidak sepatutnya manusia angkuh kerana ilmu tersebut sangat sedikit berbanding ilmu Tuhan. Bahkan ia akan membuatkan manusia memperakui kekuasaan dan keluasan ilmu Tuhan. Para ilmuan Islam turut membincangkan isu mengambil alih kuasa Tuhan terutama apabila membincangkan isu berkaitan pengklonan manusia dan organisma yang diubahsuai secara genetik. Antara kesimpulan yang dibuat ialah para saintis tidak dianggap sebagai mengambil alih kuasa Tuhan kerana saintis tidak mencipta manusia daripada tiada kepada ada, apa yang saintis lakukan ialah cuma memanipulasi proses dan ciptaan (Bouzenita 2010). Walau bagaimanapun persoalan etika yang boleh timbul ialah bolehkah atau sejauh manakah manusia boleh mengubahsuai ciptaan Tuhan?

Dalam hal ini, para ilmuan Islam biasanya merujuk kepada dua ayat al-Quran yang menyentuh secara langsung mengenai pengubahsuaian ciptaan seperti yang berikut:

Dan demi sesungguhnya, aku akan menyesatkan mereka (dari kebenaran), dan demi sesungguhnya aku akan memperdayakan mereka dengan angan-angan kosong, dan demi sesungguhnya aku akan menyuruh mereka (mencacatkan binatang-binatang ternak), lalu mereka membelah telinga binatang-binatang itu; dan aku akan menyuruh mereka mengubah ciptaan Allah... (an-Nisa': 119)

(Setelah jelas kesesatan syirik itu) maka hadapkanlah dirimu (engkau dan pengikut-pengikutmu, wahai Muhammad) ke arah agama yang jauh dari kesesatan; turutlah terus) agama Allah – iaitu agama yang Allah menciptakan manusia (dengan keadaan bersedia dari semulajadinya) untuk menerimanya; tidaklah patut ada sebarang perubahan pada ciptaan Allah itu; itulah agama yang betul lurus, tetapi kebanyakan manusia tidak mengetahui. (al-Rum: 30)

Para ilmuwan berbeza pendapat mengenai maksud istilah '*khalqillah*' dalam kedua-dua ayat ini. Maksud istilah tersebut dalam ayat surah al-Rum yang lebih rajih ialah agama yang Tuhan telah jadikan sebagai fitrah kepada manusia, manakala dalam ayat surah an-Nisa' boleh mempunyai dua maksud. Maksud pertama ialah fitrah penciptaan makhluk seperti matahari adalah untuk tujuan kegunaan manusia. Oleh itu manusia tidak dibenarkan untuk mengubah fitrah ini dan menjadikan makhluk tersebut sebagai Tuhan. Maksud yang kedua pula ialah tabii makhluk iaitu secara spesifiknya berkaitan pemandulan haiwan ternakan. Pengubahan tabii tersebut tidak dibenarkan kecuali jika ia boleh mendatangkan manfaat seperti menjadikan ternakan lebih banyak daging berbanding yang lain. Oleh itu Ibnu Atiyah (2001) merumuskan bahawa pengubahan tabii makhluk yang membawa manfaat adalah dibenarkan dan sebaliknya. Melihat daripada tafsiran ini, pengeditan titisan germa bagi tujuan perubatan boleh dibenarkan dengan beberapa syarat tertentu (al-Qaradaghi dan al-Muhammadi 2006).

Penambahbaikan Ciri Genetik Manusia (Human Genetic Enhancement)

Kemajuan bidang kejuruteraan genetik manusia menimbulkan kebimbangan bahawa ia akan digunakan tujuan bukan perubatan iaitu untuk mempertingkatkan ciri-ciri manusia. Teknologi genetik mungkin pada awalnya digunakan untuk merawat atau mencegah penyakit tetapi ramai yang bimbang yang ia akhirnya akan membawa kepada penghasilan *designer baby*. Ibu bapa boleh

memilih untuk mendapatkan anak yang mempunyai ciri-ciri yang dikehendaki seperti daya intelek dan daya tahan penyakit yang lebih tinggi berbanding manusia biasa (Buchanan 2011). Kebimbangan juga timbul di kalangan masyarakat iaitu pada masa hadapan masyarakat mungkin secara keseluruhannya akan berusaha ke arah keingin-semburnaan genetik, dan pemilihan ciri genetik yang dikehendaki akan menjadi satu keperluan bagi memastikan kesejahteraan bersama tercapai (Knoppers 1991; Frankel dan Chapman 2000; Melillo 2017). Oleh itu adakah teknologi genetik seperti CRISPR/Cas9 perlu diharamkan kerana ia berpotensi membuka ruang kepada penambahbaikan ciri manusia? Adakah penambahbaikan ciri manusia wajar?

Para ilmuan mempunyai pandangan yang berbeza mengenai jawapan kepada persoalan-persoalan di atas. Terdapat ilmuan yang mencadangkan supaya teknologi CRISPR/Cas9 diharamkan kerana berpotensi untuk membuka ruang kepada penambahbaikan ciri dan keupayaan manusia (Melillo 2017). Walau bagaimanapun sesetengah ilmuan seperti Savulescu (2005) berpendapat bahawa, dalam konteks terapi gen, ia tidak boleh dihadkan kepada merawat atau mencegah penyakit sahaja, tetapi juga untuk mempertingkatkan ciri-ciri seperti kebijaksanaan yang boleh membawa kepada kesejahteraan manusia. Beliau berpendapat bahawa ibu bapa bertanggungjawab mengubahsuaikan genom anak mengikut yang dikehendaki untuk memberikan yang terbaik untuk anak-anak mereka. Ia juga merupakan sebahagian daripada tabii manusia yang sentiasa berusaha untuk menjadi lebih baik dan mengimpikan masa depan yang bukan hanya bebas penyakit. Namun begitu sekumpulan saintis, ahli etika, ahli agama, dan penganalisis polisi yang mengkaji aspek etika, sosial dan undang-undang berkenaan pengubahsuaian genetik yang pada tahun 2000 telah membuat kesimpulan bahawa walaupun ramai bersetuju bahawa ibu bapa mempunyai hak untuk mendapat anak dan memilih kaedah terbaik untuk mendapat anak yang sihat, mereka tidak berhak untuk menggunakan teknologi genetik untuk mengubahsuaikan anak mereka. Perlindungan kepentingan anak yang terhasil serta nilai-nilai masyarakat adalah penting dalam hal ini dan ini boleh dicapai melalui mewujudkan peraturan mengenai penggunaan teknologi berkaitan (Frankel dan Chapman 2000).

Adakah Islam membenarkan penambahbaikan ciri genetik manusia? Terdapat pendapat minoriti seperti al-Lud'ami (2011) yang menyatakan bahawa penambahbaikan ciri genetik manusia dibenarkan kerana Islam menggalakkan supaya melahirkan keturunan yang baik. Beliau merujuk kepada sebuah hadis yang diriwayatkan oleh Imam Muslim rahimahullah yang menyatakan bahawa seorang mukmin yang kuat lebih baik dan dicintai Allah berbanding mukmin yang lemah. Hujah ini boleh dianggap lemah kerana terjemahan yang lebih tepat bagi maksud 'kuat' dalam hadis tersebut ialah keazaman yang kuat dan motivasi yang tinggi yang mendorong seseorang melakukan perkara kebaikan [lihat hadis no. 2664 dalam al-Nawawi (1996)]. Umat Islam meyakini bahawa manusia diciptakan dengan pelbagai ciri dan kebolehan yang menunjukkan kekuasaan Allah sebagai Pencipta. Kepelbagaian ini adalah penting bagi membentuk populasi manusia yang seimbang (al-Qaradaghi dan al-Muhammadi 2006). Berusaha untuk mencapai takwa dan kesempurnaan spiritual berbanding fizikal menjadi keutamaan dalam hidup seorang Muslim. Bahkan bila memilih pasangan hidup, Muslim digalakkan memilih pasangan berdasarkan agamanya berbanding rupa paras, keturunan dan kekayaan [lihat hadis no. 1466 dalam al-Nawawi (1996)].

Islam telah meletakkan satu batas yang jelas di antara aspek perubatan dan penambahbaikan ciri manusia. Pengubahsuaian ciri fizikal manusia hanya dibenarkan untuk mencegah atau merawat penyakit, membaiki kecacatan dan mengembalikan fungsi organ. Mengubah wajah bagi tujuan kosmetik adalah dilarang, seperti yang dinyatakan dalam hadis yang diriwayatkan oleh Imam Bukhari dan Muslim rahimahumullah yang bermaksud "Allah melaknat perempuan-perempuan yang membuat tatu atau yang meminta dirinya untuk ditatu, yang meminta bulu keningnya dibuang, dan yang menjarakkan giginya untuk kelihatan cantik..." [lihat hadis no. 2125 dalam al-Nawawi (1996)]. Larangan yang sama juga terpakai kepada pembedahan kosmetik seperti rinoplasti. Larangan tersebut bukan hanya kerana ia dianggap sebagai mengubah ciptaan Tuhan dan prosedurnya yang menyeksakan tetapi juga kerana Islam tidak mengajar umatnya terlalu memberi tumpuan kepada penampilan fizikal (al-Qaradawi 1980).

Fatwa mengenai kejuruteraan genetik juga turut menyentuh tentang penambahbaikan ciri genetik. Penggunaan teknologi untuk menambah baik keupayaan individu atau kualiti

sesuatu bangsa adalah dilarang (Al-Majma' Al-Fiqhi Al-Islami 1998, Majma' Al-Fiqh Al-Islami Al-Duwali 2013). Fatwa mengenai rawatan sel stem yang dikeluarkan oleh Jawatankuasa Fatwa Majlis Kebangsaan Hal Ehwal Agama Islam turut menyatakan pandangan yang sama (Jabatan Kemajuan Islam Malaysia 2015).

Penutup

Kertas kerja ini mengupas empat isu etika utama berkaitan pengeditan titisan germa manusia daripada perspektif Islam. Isu-isu tersebut ialah isu keselamatan dan keberkesanan teknologi, isu martabat dan hak manusia, isu mengubahsuai ciptaan Tuhan, dan isu penambahbaikan ciri genetik manusia. Kesemua isu ini bukanlah isu yang baru dan terhad kepada teknologi pengeditan titisan germa sahaja, bahkan ia telah lama ditimbulkan dalam perbincangan mengenai kejuruteraan genetik manusia. Daripada kajian ke atas fatwa-fatwa serta penulisan ilmiah terdahulu, kami boleh simpulkan bahawa pengeditan titisan germa dibenarkan dalam Islam tetapi dengan beberapa syarat iaitu a) hanya untuk tujuan perubatan; b) prosedur dan teknologi yang digunakan tidak mendatangkan mudarat atau mudarat yang lebih besar kepada ibu bapa, keturunan mereka serta masyarakat; c) Teknologi yang digunakan mestilah diyakini berkesan dan dijalankan atas saranan pakar. Memandangkan teknologi CRISPR/Cas9 masih belum disahkan sebagai selamat dan berkesan, kami berpendapat bahawa ia belum boleh diaplikasikan ke atas manusia. Walau bagaimanapun peraturan yang ketat perlu diwujudkan bagi memastikan kajian dijalankan secara beretika dan mencegah penggunaan pra-matang dan penyalahgunaan teknologi. Peraturan tersebut adalah penting bagi memelihara martabat manusia dan memastikan kajian dan penggunaan hanyalah untuk tujuan perubatan. Memandangkan pengeditan titisan germa adalah aplikasi yang kontroversi, dialog yang berterusan perlu diadakan dengan pihak berkepentingan termasuk masyarakat awam. Hal ini adalah penting supaya nilai-nilai dan prinsip-prinsip etika yang dipegang oleh masyarakat dapat dikenal pasti dan diintegrasikan ke dalam polisi dan garis panduan etika yang berkaitan.

Penghargaan

Kajian ini dijalankan di bawah Skim Geran Penyelidikan Fundamental (FRGS) (No. geran: FP032-2016).

Rujukan

- Agar, N. (2008). How to defend genetic enhancement. Dlm B. Gordijn & R Chadwick (Eds.), *Medical enhancement and posthumanity* (pp. 55-67). Dordrecht: Springer.
- Albar, M. A. (2002). Ethical considerations in the prevention and management of genetic disorders with special emphasis on religious considerations. *Saudi Medical Journal*, 23(6), 627-632.
- al-Faruqi, I. R. (1992). *al-Tawhid: Its implications for thought and life*. Herndon: International Institute of Islamic Thought.
- al-Jauziyyah, I. Q. (n. d). *al-Tibb al-nabawi*. Beirut: Dar al-Fikr.
- al-Lud'ami, T. M. (2011). *al-Finat al-bashariyyah wa tatbiquha: Dirasah fihiyyah muqaranah*. Herndon: International Institute of Islamic Thought.
- al-Majma' al-Fiqhi al-Islami. (1998). *al-Qarar al-awwal bi sha'ni istifadah al-muslimin min 'ilm al-handasah al-wirathiyyah*. <http://www.themwl.org/Fatwa/default.aspx?d=1&cid=143&1=AR&cid=12>. Dilawati pada Mac 3, 2009.
- al-Nawawi, M. A. Z. (1996). *al-Minhaj fi sharh sahih Muslim bin al-Hajjaj: Sharh al-Nawawi ala Muslim*. Beirut: Dar al-Khayr.
- al-Qaradawi, Y. (1980). *al-Halal wa al-haram fi al-Islam*. Kaherah: Maktabah Wahbah.

- al-Qaradaghi, A. M., & Al-Muhammadi, A. Y. (2006). *Fiqh al-qaḍaya al-ṭibbiyyah al-muaṣirah: Dirasah fihiyyah muqaranah muzawwadah bi qararat al-majami' al-fiqhiyyah wa al-nadawat al-ilmiyyah*. Beirut: Dar al-Bashair al-Islamiyyah.
- al-Yabis, H. A. R. (2012). *al-Amrad al-warithiyah: Haqiqatuha, wa ahkamuha fi al-fiqh al-Islami*. Riyadh: Dar Kunuz Ishbilya.
- Annas, G. J., Andrews, L. B., & Isasi, R. M. (2002). Protecting the endangered human: Toward an international treaty prohibiting cloning and inheritable alterations. *American Journal of Law & Medicine*, 28, 151-178.
- Baker, B. (2016). The ethics of changing the human genome. *BioScience*, 66(4), 267-273.
- Baumann, M. (2016). CRISPR/Cas9 genome editing—new and old ethical issues arising from a revolutionary technology. *Nanoethics*, 10(2), 139-159.
- Beyleveld, D., & Brownsword, R. (1998). Human dignity, human rights, and human genetics. *The Modern Law Review*, 61(5), 661-680.
- Bouzenita, A. I. (2010). Islamic legal perspectives on genetically modified food. *The American Journal of Islamic Social Sciences*, 27 (1), 1-30.
- Buchanan, A. (2011). *Better than human: The promise and perils of enhancing ourselves*. New York: Oxford University Press.
- Chan, D. K. (2015). The concept of human dignity in the ethics of genetic research. *Bioethics*, 29(4), 274-282.
- Conti, A. (2017). Drawing the line: Disability, genetic intervention and bioethics. *Laws*, <https://doi.org/10.3390/laws6030009>
- Council of Europe. (1997). *Convention for the Protection of Human Rights and Dignity of the Human Being with regard to the Application of Biology and Medicine: Convention on Human Rights and Biomedicine*. <https://rm.coe.int/168007cf98>. Dilawati pada Nov 20, 2017.
- Cole-Turner, R. (Ed.). (2008). *Design and destiny: Jewish and Christian perspectives on human germline modification*. Massachusetts: MIT Press.
- Cwik, B. (2017). Designing ethical trials of germline gene editing. *New England Journal of Medicine*, 377(20), 1911-1913.
- Cyranoski, D., & Reardon, S. (2015). Embryo editing sparks epic debate. *Nature News*, 520(7549), 593.
- Dar al-Ifta'. (2014). *al-Handasah al-wirathiyah fi majal al-'ilaj*. <http://dar-alifta.org/Ar/ViewResearch.aspx?ID=210>. Dilawati pada Mei 31, 2017.
- Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2014). The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. *Science*, 346(6213), 1258096.
- Fadel, H. E. (2007). Preimplantation genetic diagnosis: rationale and ethics, an Islamic perspective. *Journal of the Islamic Medical Association of North America*, 39(4), 150-157.
- Fadel 2012. Developments in stem cell research and therapeutic cloning: Islamic ethical positions, A review. *Bioethics*, 26 (3), 128-135.
- Frankel, M. S., & Chapman, A. R. (2000). *Human inheritable genetic modifications: assessing scientific, ethical, religious, and policy issues*. <https://www.aaas.org/sites/default/files/migrate/uploads/germline1.pdf>. Dilawati pada Nov 24, 2017.
- Friedmann, T., Jonlin, E. C., King, N. M., Torbett, B. E., Wivel, N. A., Kaneda, Y., & Sadelain, M. (2015). ASGCT and JSGT joint position statement on human genomic editing. *Molecular Therapy*, 23(8), 1282.
- Gross, M. (2015). Bacterial scissors to edit human embryos?. *Current Biology*, 25(11), R439-R442.
- Guttinger, S. (2017). Trust in science: CRISPR-Cas9 and the ban on human germline editing. *Science and Engineering Ethics*, <https://doi.org/10.1007/s11948-017-9931-1>.
- Hildt, E. (2016). Human germline interventions—think first. *Frontiers in Genetics*, <https://doi.org/10.3389/fgene.2016.00081>.
- Ibn Atiyah, A. H. (2001). *al-Muharrar al-wajiz fi tafsir al-kitab al-aziz*. Beirut: Dar al-Kutub al-Ilmiyah.
- Ilklic, I., & Ertin, H. (2010). Ethical aspects of human embryonic stem cell research in the Islamic world: Positions and reflections. *Stem Cell Reviews and Reports*, 6(2), 151-161.

- IMANA Ethics Committee. (2005). Islamic medical ethics: The IMANA perspective. *Journal of the Islamic Medical Association of North America*, 37(1), 33-42.
- International Bioethics Committee. (2015). *Report of the IBC on updating its reflection on the human genome and human rights*. United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization, Paris. <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002332/233258E.pdf>. Dilawati Ogos 1, 2017.
- Isa, N. M., & Man, S. (2014). "First Things First": Application of Islamic principles of priority in the ethical assessment of genetically modified foods. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 27(5), 857-870.
- Ishii, T. (2015). Germline genome-editing research and its socioethical implications. *Trends in Molecular Medicine*, 21(8), 473-481.
- Jabatan Kemajuan Islam Malaysia (JAKIM). (2015). *Kompilasi pandangan hukum Muzakarah Jawatankuasa Fatwa Majlis Kebangsaan bagi Hal Ehwal Ugama Islam Malaysia*. Putrajaya: Jabatan Kemajuan Islam Malaysia.
- Kass, L. R. (2000). Triumph or tragedy: The moral meaning of genetic technology. *American Journal of Jurisprudence*, 45, 1-16.
- Kass, L. R. (2004). *Life, liberty and the defense of dignity: The challenge for bioethics*. San Francisco: Encounter books.
- Knoppers, B. M. (1991). *Human dignity and genetic heritage*. Ottawa: Law Reform Commission of Canada.
- Kirtley, M. (2016). CRISPR update: Considerations for a rapidly evolving and transformative technology, *Dignitas*, 23 (1). <https://cbhd.org/content/crispr-update-considerations-rapidly-evolving-and-transformative-technology>. Dilawati pada Nov, 24 2017.
- LaBarbera, A. R. (2016). Proceedings of the International Summit on Human Gene Editing: A global discussion—Washington, DC, December 1–3, 2015. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 33(9), 1123-1127.
- Lanphier, E., Urnov, F., Haecker, S. E., Werner, M., & Smolenski, J. (2015). Don't edit the human germ line. *Nature News*, 519(7544), 410-411.
- Le Page, M. (2017). Mosaic problem stands in the way of gene editing embryos. *New Scientist*, 3117, <https://www.newscientist.com/article/mg23331174-400-mosaic-problem-stands-in-the-way-of-gene-editing-embryos>. Dilawati pada Sep 26, 2017.
- Liang, P., Xu, Y., Zhang, X., Ding, C., Huang, R., Zhang, Z., ... & Sun, Y. (2015). CRISPR/Cas9-mediated gene editing in human trippronuclear zygotes. *Protein & Cell*, 6(5), 363-372.
- Ma, H., Marti-Gutierrez, N., Park, S. W., Wu, J., Lee, Y., Suzuki, K., ... & Darby, H. (2017). Correction of a pathogenic gene mutation in human embryos. *Nature*, 548(7668), 413-419.
- Maeder, M. L., & Gersbach, C. A. (2016). Genome-editing technologies for gene and cell therapy. *Molecular Therapy*, 24(3), 430-446.
- Majma' al-Fiqh al-Islami al-Duwali. 1997. *Qarar bi sha'ni al-istinsakh al-bashari*. <http://www.iifa-aifi.org/2013.html>. Dilawati pada Mei 31, 2017.
- Majma' al-Fiqh al-Islami al-Duwali. 2013. *Qarar bi sha'ni al-wirathah al-handasah al-wirathiyyah wa al-jinom al-bashari*. <http://www.iifa-aifi.org/2416.html>. Dilawati pada Mei 31, 2017.
- Melillo, T. R. (2017). Gene editing and the rise of designer babies. *Vanderbilt Journal of Transnational Law*, 50, 757-790.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2017). *Human genome editing: Science, ethics, and governance*. Washington: National Academies Press.
- Peters, T. (2017). Should CRISPR Scientists Play God?. *Religions*, <https://doi.org/10.3390/rel8040061>.
- Porteus, M. H., & Dann, C. T. (2015). Genome editing of the germline: broadening the discussion. *Molecular Therapy*, 23(6), 980-982.
- Ran, F. A., Hsu, P. D., Wright, J., Agarwala, V., Scott, D. A., & Zhang, F. (2013). Genome engineering using the CRISPR-Cas9 system. *Nature Protocols*, 8(11), 2281-2308.
- Saniei, M. (2012). Human embryo research and Islamic bioethics: A view from Iran. dlm. J. Schildmann, V. Sandow, O. Rauprich, J. Vollmann (Eds.), *Human Medical Research* (pp. 29-41). Basel: Springer.

- Savulescu, J. (2005). New breeds of humans: the moral obligation to enhance. *Reproductive BioMedicine Online*, 10, 36-39.
- Shannon, T. A. (1997). Human cloning: Religious and ethical issues. *Valparaiso University Law Review*, 32, 773-792.
- Walter, J. J. (2008). Human germline therapy: Proper human responsibility or playing God?. Dlm. R.Cole-Turner (Ed.), *Design and destiny: Jewish and Christian perspectives on human germline modification*. Cambridge and London: MIT Press.
- Wang, S., Yi, F., & Qu, J. (2015). Eliminate mitochondrial diseases by gene editing in germ-line cells and embryos. *Protein & Cell*, 6(7), 472-475.
- Zaret, A. (2015). Editing embryos: Considering restriction on genetically engineering humans. *Hastings Law Journal*, 67, 1805-1839.
- Zastrow, M. (2017). Scientists target embryo limits. *Nature*, 549, 141.