

Pembingkajian Sebagai Sikap Etis terhadap Tiga Problem Yang Ditimbulkan Bioteknologi

Yeremias Jena

Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta

yeremias.jena@atmajaya.ac.id

Abstract: *Biotechnology is the biological child of science and technology. As an important part of the application of technology in the area of biology, a wide area of biotechnology extends from various living systems to organisms. As an applied field of science and technology, it emerges as a discipline that seeks to develop or produce various outcomes or applications by utilizing various biological systems, living organisms and their derivatives, creating and / or modifying things for specific purposes. The latter mentioned refers to the efforts of scientists and technology developers to create a better and more prosperous human life. Since its rapid and aggressive development in the 1970s, biotechnology has been positioned as a discipline capable of overcoming various human problems, whether it is food limitations, fighting various diseases, manipulating population growth, or creating applications to detect crime. Biotechnology brings many benefits to human life, but skepticism and ethical criticism are still needed. Instead of naively rejecting the progress of science and technology, one way to submit criticism that can be accepted by scientists is to examine the progress of biotechnology itself before showing its weaknesses. This is done by a group of ethicists in science and technology who are members of the Nuffield Council on Bioethics (NCB). They found - among other things - that the development of biotechnology turned out to leave problems that were difficult to solve even by the scientists themselves. Three main problems are shown in this paper, namely the problem of uncertainty, ambiguity, and the potential for transformation. The disclosure of these three problems does make us aware of not accepting biotechnology naively. But more than that, we are made aware of having certain ethical attitudes towards the development of biotechnology. The framing offered in this paper can be seen as a contribution to ethical and bioethical studies in dealing with the three problems that biotechnology poses.*

Keywords: *biotechnology, uncertainty, ambiguity, transformative potential, ethics.*

Abstrak: *Bioteknologi adalah anak kandung ilmu pengetahuan dan teknologi. Sebagai bagian penting dari penerapan teknologi dalam area biologi, bioteknologi melingkupi area luas mulai dari berbagai sistem kehidupan sampai organisme. Sebagai bidang terapan dari ilmu pengetahuan dan teknologi, bioteknologi lahir sebagai disiplin yang berusaha mengembangkan atau menghasilkan produk atau aplikasi dengan memanfaatkan berbagai sistem biologi, organisme hidup dan derivatifnya, menciptakan atau memodifikasi sesuatu demi tujuan tertentu. Umumnya disepakati bahwa tujuan tertentu itu tidak semata-mata demi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, tetapi terutama demi kebaikan dan kesejahteraan manusia. Sejak dikembangkan secara pesat dan agresif di tahun 1970-an, bioteknologi diposisikan sebagai kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang mampu mengatasi berbagai problem manusia modern, terbentang dari keterbatasan pangan, memerangi berbagai penyakit, merekayasa pertumbuhan penduduk, sampai penciptaan aplikasi*

untuk mendeteksi tindak kejahatan. Meskipun bioteknologi membawa banyak manfaat bagi kehidupan manusia, sikap skeptis dan kritik etis tetap saja dibutuhkan. Alih-alih menolak secara membabi-butu terhadap kemajuan sains dan teknologi, salah satu cara mengkritik yang dapat diterima ilmuwan adalah dengan mengkaji kemajuan bioteknologi itu sendiri sebelum menunjukkan kelemahan-kelemahannya. Ini yang dilakukan oleh kelompok etikawan ilmu pengetahuan dan teknologi yang tergabung dalam Nuffield Council on Bioethics (NCB). Mereka menemukan –antara lain– bahwa pengembangan bioteknologi ternyata menyisakan problem yang sulit dipecahkan bahkan oleh ilmuwan itu sendiri. Tiga problem utama ditunjukkan dalam paper ini, yakni problem ketidakpastian (*uncertainty*), ambiguitas (*ambiguity*) dan potensi transformasi (*transformative potential*). Penyingkapan tiga problem ini memang menyadarkan kita untuk tidak menerima bioteknologi secara naif. Tetapi lebih dari itu, kita disadarkan untuk memiliki sikap etis tertentu terhadap pengembangan bioteknologi, Pembingkaihan (*framing*) yang ditawarkan dalam paper ini dapat dilihat sebagai sumbangan kajian etika dan bioetika dalam menghadapi tiga masalah yang ditimbulkan bioteknologi tersebut.

Kata Kunci: bioteknologi, ketidakpastian, ambiguitas, potensi transformatif, etika.

Pendahuluan

Abad 20 ditandai oleh perubahan besar-besaran di bidang bioteknologi. Aplikasi teknologi di bidang biologi secara nyaris tak terbatas membawa kita ke semacam optimisme bahwa sains dan teknologi dapat dikembangkan secara tak-terbatas. Optimisme semacam ini mengingatkan kita akan salah satu sifat sains yang sangat diagung-agungkan para ilmuwan: sains dengan rasionalitasnya yang dibangun di atas prinsip-prinsip logika simbolik, sains dengan elemen empiriknya, dan sains dengan penampang objektifnya ternyata mampu memprediksikan segala hal.¹Barangkali ini yang menjadi alasan di balik pernyataan Nigel M. De S. Cameron ketika dia menulis, “... the basic questions at stake here concern not what science can do, but whether it should do all it is able to do”.²

Demikianlah, abad 20 adalah abad revolusi bioteknologi yang tonggaknya umumnya dirujuk kepada kelahiran bayi pertama dari rahim teknologi In Vitro Fertilization (IVF) pada tahun 1978. Sejak saat itu pula pengembangan teknologi rekombinan DNA yang memungkinkan ilmuwan memanipulasi material genetik organisme bakteri bahkan manusia, pengembangan sel punca dan pengobatan regeneratif, kloning bahkan rekayasa genetik tampak sebagai praktik yang lazim di banyak laboratorium di dunia. Dan ketika ilmuwan terbuai dengan optimisme berlebihan bahwa bioteknologi mampu mengatasi berbagai persoalan yang dihadapi manusia (mulai dari kelangkaan pangan, polusi udara dan air, ledakan penduduk menipisnya lapisan ozon, sampai perubahan iklim), pertanyaan Nigel Cameron tampak menemukan relevansinya. Kalau pun sains dan pengembangan teknologi dapat menguasai hampir seluruh wilayah kehidupan, dan walaupun itu dilakukan dengan pertimbangan yang sangat mulia semisal “membuat hidup manusia menjadi

¹Ratzsch, Dal (2000). *Science and Its Limits*, InterVarsity Press: Illinois, 21-29.

²Dikutip dari Prentice, David A. (2004). “The Biotech Revolution”, dalam Colson, Charles W. dan Cameron, Nigel M. De S. (eds.). *Human Dignity in the Biotech Century*, InterVarsity Press, Illinois, 2004, 40.

lebih baik dan membahagiakan,”³apakah sains dan teknologi harus melakukan semuanya itu?

Filsuf seperti Michael L. Sandel pernah mengajukan pertanyaan yang kurang lebih sama, terutama ketika dia mengkritisi pengembangan teknologi pemberdayaan (*enhancement technology*) semisal peningkatan daya otot, memori, tinggi badan atau seleksi jenis kelamin dalam teknologi reproduksi. Dari perspektif yang lebih komunitaristik, Sandel bertanya, “Kalau teknologi telah mampu melahirkan manusia yang ‘super power’, lantas apakah jenis manusia yang demikian yang kita inginkan?”⁴

Para pemuja pengembangan teknologi tanpa batas menganggap kritik semacam itu sebagai penghambatan kerja ilmiah dan upaya menghalangi kemajuan ilmu pengetahuan. Tetapi apakah keberatan semacam ini dapat dipertanggungjawabkan secara etis dan meyakinkan? Telah ada banyak upaya yang bahkan dilakukan sendiri oleh para ilmuwan sendiri untuk menunjukkan adanya ancaman nyata terhadap kehidupan jika sains dan teknologi dikembangkan secara tak-terbatas. Buku *Human Dignity in the Biotech Century* (2004) hanyalah salah satu contoh kecil keresahan para ilmuwan itu sendiri.

Demikianlah, mengkritik pengembangan bioteknologi secara tak-terbatas sebagai yang berpotensi membahayakan kehidupan manusia dan alam harus dilakukan dengan memakai kosa kata dan cara berpikir yang dikenal para ilmuwan. Menurut saya, laporan mengenai revolusi teknologi dan kemungkinan bahaya jika dikembangkan secara gegabah yang diterbitkan *Nuffield Council on Bioethics* (NCB) adalah salah satu

dokumen yang dilengkapi dengan data, konstruksi, tafsir atas data, kritik dan rekomendasi yang dapat diterima para ilmuwan, meskipun dokumen itu sendiri adalah sebuah kajian etika dan bioetika. Salah satu argumen yang dibangun dalam dokumen setebal 208 halaman itu adalah upaya menunjukkan tiga tantangan utama yang harus dihadapi para ilmuwan dalam pengembangan bioteknologi, yakni problem ketidakpastian, ambiguitas, dan potensi transformatif. Alur berpikir yang dibangun di seputar ketiga tantangan ini dapat dirumuskan demikian: setiap kerja ilmiah dan pengembangan bioteknologi tidak bisa bersifat tak terbatas karena dalam dirinya sendiri terdapat elemen ketidakpastian, ambiguitas, dan potensi transformatif. Dengan kata lain, pengembangan bioteknologi yang meyakinkan tidak boleh mengabaikan ketiga elemen tersebut. Itulah tiga tantangan yang harus dihadapi dalam pengembangan bioteknologi yang menjadi fokus utama tulisan ini.

Tiga Tantangan Yang Harus Dihadapi

Teknologi, terutama bioteknologi, memang mengalami perkembangan pesat sejak Perang Dunia kedua. Sayangnya, perkembangan pesat itu berjalan berdampingan dengan berbagai masalah yang semula entah ingin diatasinya atau yang tidak dapat ia antisipasi. *Nuffield Council on Bioethics* (NCB) mendeteksi tiga problem besar dan mendasar yang umumnya menyertai pengembangan bioteknologi, yakni problem ketidakpastian (*uncertainty*), ambiguitas (*ambiguity*) dan potensi transformasi (*transformative potential*).⁵ Sebelum

³ Prentice, David A. (2004). “The Biotech Revolution”, 4.

⁴Jena, Yeremias (2013). Kritik Michael Sandel atas Teknologi, *Human Enhancement* 5: November 2013; 85-110.

⁵Lihat dokumen *Emerging Biotechnologies: Technology, Choice and the Public Good*, terutama bab 3. Lihat juga Cram 101 Textbook Reviews (2012). *E-*

dijelaskan secara rinci masing-masingnya, identifikasi ketiga problem itu dapat diringkas sebagai berikut.

Ketidakpastian sebenarnya merupakan kondisi dari pikiran manusia sendiri. Kita belajar dari kajian filsafat mengenai pengetahuan, bahwa bahkan subjek yang berpikir tidak bisa mengetahui sesuatu yang tidak menampakkan diri kepadanya (empirisme), bahwa kesadaran subjek pengetahuan bukanlah objek yang disadari itu sendiri (rasionalisme), atau bahwa benda pada dirinya sendiri tidak dapat diketahui kecuali melalui kategori-kategori pemikiran tertentu (Immanuel Kant). Ketidakpastian ini seharusnya juga menjadi semacam sikap dasar setiap ilmuwan, termasuk para pengembang bioteknologi, bahwa akan selalu dihasilkan luaran di luar prediksi ilmuwan. Ditempatkan dalam konteks demikian, ilmuwan sebenarnya tidak memiliki kontrol penuh atas sebuah pengembangan teknologi. Kesadaran semacam inilah yang pada akhirnya mendorong para ilmuwan untuk berusaha mengurangi kemungkinan terjadinya ketidakpastian ketika harus mengembangkan bioteknologi, baik itu ketidakpastian dalam proses penelitian maupun hasil yang dicapai.

Problem ambiguitas berkaitan dengan kurang atau tidak adanya kesepakatan bersama tentang bagaimana mengatur implikasi suatu pengembangan bioteknologi. Ambiguitas dalam pengembangan bioteknologi juga berhubungan dengan munculnya perbedaan dalam memahami atau memaknakan sebuah penelitian dan pengembangan bioteknologi. Berbeda dengan ketidakpastian yang merujuk kepada kemustahilan menentukan sebelumnya apa

yang akan dihasilkan oleh sebuah penelitian bioteknologi, kesulitan yang dimunculkan ambiguitas berhubungan dengan tidak tercapainya pemahaman yang koheren atau evaluasi atas prospek, praktik-praktik atau produk yang dihasilkan yang dapat berkontribusi dalam mendukung pengambilan keputusan.

Sementara itu, potensi transformatif (*transformative potential*) berhubungan dengan kapasitas yang secara potensial dimiliki bioteknologi dan yang dapat digunakan untuk mengubah atau menggantikan relasi sosial yang sekarang sudah ada, mentransformasi praktik-praktik dan cara memproduksi, atau menciptakan kapabilitas dan kesempatan baru yang sebelumnya tidak pernah ada, atau yang bahkan tak pernah terbayangkan.⁶

Ketiga problem yang harus dihadapi dalam pengembangan bioteknologi ini akan diuraikan secara lebih rinci dalam Paper ini. Selain itu, akan dijelaskan pula sikap yang seharusnya diadopsi para ilmuwan dan pengembang bioteknologi. Hal terakhir ini yang sekaligus mendeskripsikan hakikat dari bioteknologi itu sendiri sebagai (disiplin) ilmu dalam biologi.

1. Ketidakpastian (*Uncertainty*)

Sebagaimana ditegaskan dalam dokumen NCB, ketidakpastian merupakan suatu keadaan pikiran (*state of mind*) yang menunjukkan adanya kekurangan pengetahuan atas faktor-faktor penentu yang nyata mengenai suatu hal; dan itu dapat bersifat kompleks dan sulit dianalisis. Keadaan semacam ini dapat berakibat pada pengamatan atau pemahaman yang tidak

Study guide for: bioethics: principles, issues, and cases: philosophy, ethics, Cram 101 Textbook Reviews, USA: 1-17.

⁶Jotterand, Fabrice (ed). (2008). *Emerging conceptual, ethical and policy issues in bionanotechnology*. Vol. 101. Springer Science & Business Media.

sempurna dalam kerja ilmiah yang dalam kenyataannya dapat dipahami dari beberapa sudut pandang, salah satunya adalah terbatasnya pengetahuan itu sendiri. Kurang atau terbatasnya pengetahuan dapat dicegah dengan mengadopsi cara berpikir terstruktur dan filosofis. Menurut NCB, kurangnya pengetahuan empiris misalnya, akan menjadi tidak terlalu bermasalah jika tersedia teori yang dapat diandalkan dan terkonstruksi dengan baik supaya dapat membantu para ilmuwan dalam memahami suatu objek kajian. Masalah akan muncul ketika kurang atau terbatasnya pemahaman itu terjadi dalam konteks penelitian di mana tidak tersedianya sebuah model teori yang dapat diandalkan, misalnya karena munculnya faktor-faktor baru atau faktor-faktor lain yang tak-terprediksikan sebelumnya. Ketidakmampuan mengatasi hal ini akan memengaruhi juga elemen-elemen lain yang ikut dalam sebuah penelitian bioteknologi, entah itu bisnis, politik atau pun masyarakat secara keseluruhan.

Ketidakpastian dalam sebuah penelitian bioteknologi yang berhubungan dengan luaran praktis dan aplikasi sebenarnya telah ada sejak fase awal penelitian dan pada fase pengembangan teknik dengan berbagai kemungkinan ketidakpastian aplikasi. Aplikasi sintesis DNA dapat dirujuk sebagai contoh. Dalam aplikasi sintesis DNA yang dewasa ini dikembangkan dalam bidang kesehatan, produksi, dan bioremediasi, ternyata mengandung ketidakpastian dalam aplikasi teknologinya, selain juga keterbatasan kemampuan adaptasi pada aplikasi penggunaannya. Ternyata tidak semua teknologi dapat diaplikasikan dengan mudah dari prototipenya untuk menghasilkan produk dalam skala besar, selain tentu tidak semua produk dapat digunakan dengan mudah

oleh pengguna. Kesulitan timbul saat proses identifikasi ketika prospek teknologi yang pada tahap awal mengalami kegagalan, maka kita sebenarnya sedang berhadapan dengan kegagalan sebuah inovasi teknologi sejak awal. Penyebab kegagalan ini tidak hanya terkait dengan masalah teknis produk, tetapi juga beberapa atribut lainnya, misalnya keadaan ekonomi, kompetisi pengembang teknologi, keterbatasan biaya, bahkan situasi sosial-politik suatu negara.⁷

Ketidakpastian dalam sains dan teknologi tidak selamanya negatif, karena ia adalah bagian integral darinya. Dalam konteks bioteknologi, aplikasi teknologi sidik jari berbasis DNA sebagaimana digunakan dalam dunia forensik dapat dirujuk sebagai contoh. Teknologi forensik sebagaimana yang dikenal sekarang sebenarnya berkembang tidak mengikuti pakem umum yang lazim dalam penelitian ilmiah yang diawali oleh rencana penelitian dan kemudian proyeksi aplikasi atas hasil temuan. Meskipun demikian, ini tidak harus dilihat sebagai suatu kekurangan atau hal yang negatif. Pengembangan teknologi forensik telah berhasil menyumbangkan proses pencarian pelaku secara lebih akurat dengan menganalisis

⁷Profesor Mark Schankerman dalam penelitiannya menunjukkan bahwa faktor ketidakpastian dalam penelitian dan pengembangan bioteknologi berakibat pada rendah atau sedikitnya paten yang tersedia untuk bisa dikomersialisasikan. Dengan menganalisis data paten yang ada di bidang bioteknologi, ditemukan bahwa paten yang tidak memiliki nilai komersial berkisar antara 40-90 persen. Ini mempengaruhi tidak hanya kompetisi pengembangan bioteknologi, tetapi juga persaingan dagang, yang ujung-ujungnya mempengaruhi penelitian dan pengembangan bioteknologi itu sendiri. Jika masalah ini saja belum terselesaikan, bagaimana mungkin mengharapkan terselesaikannya problem ketidakpastian? Lihat Schankerman, Mark (1991) How valuable is patent protection? Estimates by technology field using patent renewal data. *The RAND Journal of Economics* 29: 77-110.

kesamaan gen mioglobin para korban atau tersangka. Ini sekaligus menegaskan peran besar teknologi yang meskipun masih diliputi ketidakpastian, pengembangannya tidak pernah boleh melupakan nilai-nilai objektif yang sangat dijunjung tinggi dalam sebuah penelitian. Kasus aplikasi teknologi forensik hanya mau menunjukkan bahwa penelitian dan aplikasinya dapat terjadi di luar rancangan penelitian, karena itu peneliti harus terbuka dan mendukung apa yang disebut NCB sebagai “... *fostering diversity in invention, and accepting uncertainty in the process rather than constraining it to the delivery of predefined objectives.*”⁸

Demikianlah, dapat dikatakan bahwa ketidakpastian telah menjadi kelaziman dalam penelitian dan pengembangan teknologi. Itu artinya setiap pengembangan teknologi baru selalu mengisakan kesulitan dalam memprediksi luaran dan konsekuensi yang mungkin timbul. Ketidakpastian semacam ini memang memberikan beban tambahan bagi para regulator dalam menangani atau menetapkan aturan-aturan pemakaian produk-produk pertanian dan obat-obatan. Ini nyata dalam produk asbestos dan chlorofluorocarbon (CFCs) di mana penelitian, pengembangan teknologi dan luarannya menimbulkan kesulitan tersendiri bagi regulator dalam mengevaluasi dan menentukan seberapa besar pengaruhnya bagi kesehatan masyarakat, apakah manifestasinya akan terjadi dalam jangka waktu yang lama atau cepat, dan regulasi seperti apa yang harus ditetapkan, dan seterusnya di hadapan tuntutan industri yang segera memproduksinya secara massal. Kesulitan yang sama juga tampak dalam pengembangan teknologi informasi seperti World Wide Web

(WWW) yang ternyata menyimpan dampak sosial yang tak pernah terbayangkan sebelumnya.

Selain menghasilkan luaran dan konsekuensi yang tak-terprediksikan, ketidakpastian pengembangan teknologi ternyata terjadi juga dalam pemanfaatannya yang sering juga bersifat tak-terkendali (*uncontrolled uses*). Nyatanya, penelitian dan pengembangan teknologi berimplikasi pada apa yang disebut NCB sebagai “manfaat ganda” (*dual use*), di mana di satu pihak aplikasi teknologi memang dapat mendatangkan kebaikan, tetapi di lain pihak juga kemudharatan. Misalnya, penggunaan obat *off-label* seperti ‘Avastin’[®] (*bevacizumab*) untuk menangani kanker serta obat ‘Botox’[®] untuk kepentingan kosmetik. Sebagai obat kanker, ‘Avastin’[®] telah mendapat persetujuan penggunaannya oleh FDA Amerika Serikat. Meskipun demikian, penelitian terhadap 10.217 pasien menunjukkan 2,5 persen tingkat *Fatal Adverse Events* (FAEs) penggunaan ‘Avastin’[®] yang mengarah ke kematian dibandingkan dengan kemoterapi yang hanya 1,5 persen.⁹ Hal yang sama juga tampak pada penggunaan ‘Botox’[®] yang ternyata dapat menyebabkan kematian.¹⁰ Contoh yang paling sering dirujuk untuk menunjukkan sisi “dual use” penelitian dan pengembangan bioteknologi adalah penelitian virus influenza H5N1 yang dilakukan baik di Belanda dan Amerika Serikat. Penelitian di Belanda menunjukkan betapa virus influenza H5N1 dapat menular dari binatang ke binatang melalui udara. Sementara penelitian di AS

⁹Lihat

<http://www.medicalnewstoday.com/articles/215528.php> Diakses: 6 Januari 2016.

¹⁰Lihat

http://www.emedicinehealth.com/botox_injections/page6_em.htm Diakses: 6 Januari 2016.

⁸*Emerging Biotechnologies: Technology, Choice and the Public Good*, 3.8, 42.

oleh US National Science Advisory Board for Biosecurity (NSABB) yang menaruh perhatian khusus pada kemungkinan “dual use”, menunjukkan bahwa data seputar penelitian virus ini dapat digunakan oleh para teroris untuk memproduksi senjata kimia. Ini yang menjadi alasan mengapa NSABB kemudian merekomendasikan penundaan publikasi penelitian virus H5N1 di jurnal-jurnal ilmiah. Perhatikan bahwa meskipun rekomendasi ini bersifat tidak mengikat, hasil penelitian virus H5N1 tetap ditunda penerbitannya di jurnal ilmiah *Science* dan *Nature*.¹¹

Demikianlah, aspek ketidakpastian dalam penelitian dan pengembangan bioteknologi meliputi ketidakpastian tentang luaran dan konsekuensi yang tak-terprediksikan serta kemungkinan pemanfaatannya yang tak-terkendali (*uncontrolled uses*). Berhadapan dengan kemungkinan risiko, langkah apa yang harus dilakukan sebagai diantisipasi?

Menjawab pertanyaan ini, dua kemungkinan mengenai ketidakpastian tampaknya harus dijelaskan. Di satu pihak, ketidakpastian dalam hal hasil akhir yang tidak dapat ditentukan secara pasti. Di lain pihak, keadaan di mana hasil akhir dan dampak yang mungkin terjadi dapat dikarakterisasi dengan pasti. Agak sulit menemukan jalan keluar atas bentuk ketidakpastian pertama. Sementara ketidakpastian kedua dapat disiasati dengan menerapkan mekanisme analisis risiko (*risk*

analysis) dalam setiap pengambilan keputusan. Analisis risiko yang telah menjadi bagian integral dalam etika penelitian diharapkan dalam menentukan langkah-langkah antisipatif yang harus diambil menghadapi ketidakpastian dalam sains dan teknologi. Mengingat analisis risiko sulit dilakukan pada keadaan ketidakpastian yang pertama, pemaksaan hanya akan menghasilkan kesalahpahaman yang dapat berujung pada bahaya. Analisis risiko yang dijalankan secara benar akan menghasilkan pilihan-pilihan yang rasional. Demikianlah, pendekatan “analisis risiko” atas ketidakpastian dilakukan sebagai cara untuk mengantisipasi dampak atau kerugian yang lebih besar dari sebuah penelitian dan pengembangan bioteknologi.

2. Ambiguitas

Ambiguitas telah menjadi masalah dan tantangan lain yang harus dihadapi bioteknologi. Ambiguitas terjadi ketika suatu peristiwa memunculkan dua macam arti dan pengertian yang berbeda. Secara sosiologis, ambiguitas adalah salah satu penanda masyarakat plural yang masing-masing kelompoknya memiliki rujukan nilai dan pandangan dunia yang berbeda dalam memahami suatu fenomena. Masalah yang disodorkan ambiguitas dan cara pemecahannya memiliki tingkat kesulitan yang berbeda dibandingkan dengan problem ketidakpastian. Tantangan utama yang dihadapi para ilmuwan dan pengembang teknologi dalam menghadapi ambiguitas adalah bagaimana menyatukan pengertian atau hasil evaluasi, latihan, dan produk yang dihasilkan bioteknologi sehingga dapat digunakan untuk mengambil keputusan secara tepat. Komisi Bioetik Nasional Amerika Serikat, misalnya, memberikan contoh

¹¹Enserink, M (2012). Public at last, H5N1 study offers insight into virus's possible path to pandemic. *Science* 336: 1494-1497. Pada akhirnya hasil penelitian virus H5N1 tetap diterbitkan di jurnal ilmiah sebagai sebuah langkah yang oleh sebagian kalangan dalam komunitas ilmiah dianggap sebagai kontroversial. Lihat misalnya Tu, M. (2012). Between Publishing and Perishing? H5N1 Research Unleashes Unprecedented Dual-Use Research Controversy. *Nuclear Threat Initiative*.

pemanfaatan teknologi untuk mengendalikan ledakan penduduk, mengatasi kelangkaan makanan, dan pengendalian kriminalitas. Dalam hal yang disebutkan ini, ambiguitas tampak dalam beragamnya perspektif, kepentingan, cara berpikir, kepentingan agama, kepentingan ideologis dan semacamnya yang ikut berperan dalam pengambilan keputusan mengenai aplikasi bioteknologi.

Harus diakui, dalam kehidupan sehari-hari sering ditemukan kelompok sosial dengan sudut pandang yang berbeda-beda mengenai sebuah nilai dan kepentingan mereka. Hal yang sama juga menjadi bagian tak terpisahkan dalam muncul dan berkembangnya bioteknologi. Berhadapan dengan problem ambiguitas, pertanyaannya adalah apakah pengembangan bioteknologi itu memang menguntungkan sehingga harus tetap dilanjutkan, atau justru menjadi sebuah ancaman? Alih-alih menjawab pertanyaan dikotomi semacam ini, upaya menakar dan mengelola ambiguitas tersebut tampaknya dilihat sebagai langkah yang sebaiknya diambil.

Selain pertanyaan mendasar itu, pertanyaan lain yang juga tidak boleh diabaikan adalah soal seberapa lama dampak yang ditimbulkan bioteknologi, cakupan risiko berbahaya seperti apa dan sebagainya. Dan ini juga menimbulkan ambiguitas tersendiri. Contoh tipikal untuk menggambarkan watak ambiguitas ini adalah problem bibit atau benih yang dimodifikasi secara (*genetically modified crops*). Terkait dengan contoh ini, selalu saja muncul ambiguitas soal keamanan makanan yang akan diproduksi, keselamatan lingkungan, hak kekayaan intelektual, politik dan ekonomi pangan, relasi antara manusia dengan alam, dan sebagainya. Dalam konteks ini,

kebijakan-kebijakan yang bertanggungjawab secara sosial dapat menjadi rujukan dalam setiap pengambilan keputusan, selain regulasi yang menaruh titik perhatian dan pertimbangan utama pada keamanan pangan itu sendiri.¹²

Selain itu, ambiguitas juga berhubungan dengan kesetaraan akses terhadap bioteknologi, apakah dapat diakses oleh seluruh lapisan masyarakat atau hanya oleh kelompok sosial tertentu. Jika pemerintah tidak menyediakan subsidi akses, bagaimana kebijakan pendistribusiannya? Apakah ada kelompok sosial tertentu yang harus dikorbankan? Bagaimana visi dan cara pandang yang berbeda dalam komunitas ilmiah dan dalam hal ekspektasi masyarakat dapat dipertimbangkan secara serius demi sebuah keputusan yang benar-benar adil?

Meskipun kelahiran bioteknologi memang memberikan sumbangan yang signifikan bagi perbaikan kehidupan manusia, aspek spekulatifnya tidak bisa diabaikan begitu saja. Hampir semua penemuan bioteknologi memunculkan pertanyaan perihal apakah hasil tersebut merupakan penyempurnaan dari hasil-hasil yang telah dicapai sebelumnya atau secara kualitatif dilakukan dengan metode yang berbeda (contohnya teknologi DNA dengan mutasi alami). Ketidakjelasan menjawab pertanyaan ini justru menimbulkan tidak hanya kebingungan tetapi penolakan terhadap bioteknologi itu sendiri. Alasan klasik penolakan didasarkan pada apa yang disebut sebagai “playing God”.¹³Salah satu contohnya

¹²Jotterand, F. (ed.). (2008). *Emerging conceptual, ethical and policy issues in bionanotechnology* (Vol. 101). Springer Science & Business Media.

¹³Meskipun sulit ditelusuri penggunaan awalnya dalam khazanah teologi, ungkapan “bermain Tuhan” (*playing God*) tampak sangat populer dalam

adalah ketika J. Craig Venter Institute berhasil membuat genom *Mycoplasma mycoides* yang disisipkan ke dalam *Mycoplasma capricolum* sebagai resipien sehingga didapat *Mycoplasma mycoides* yang baru. Tuduhan 'Playing God' ini dikarenakan adanya kemajuan yang tidak terkendali dari penerapan teknik di bioteknologi. Beberapa ahli berpendapat bahwa para peneliti ini telah melangkahi Tuhan dalam membuat sebuah kehidupan. Sementara bagi para ilmuwan sendiri, "playing God" merupakan salah satu cara untuk memenuhi kepuasan atau hasrat demi memajukan teknologi dan mendapatkan apa yang diinginkan secara intelektual.¹⁴

Penelitian dan pengembangan bioteknologi juga berurusan dengan objek-objek tertentu dalam penelitian. Objek-objek tersebut pun menimbulkan ambiguitas tertentu. Misalnya, pemanfaatan hewan untuk penelitian tetapi yang dihasilkan oleh chimrism atau transgenik yang *de facto* mengandung materi genetik manusia, embrio manusia, atau embrio yang direkonstruksi melalui transfer mitokondria, protosel dengan biokimia sintesis yang sebelumnya tidak terdapat di dalamnya. Keikutsertaan objek-objek ini dalam penelitian dan pengembangan bioteknologi menimbulkan ambiguitas karena menentang cara konvensional dalam memahami nilai dan norma-norma moral

mengenai bagaimana memperlakukan manusia.¹⁵

Pertanyaannya, bagaimana seharusnya menyikapi ambiguitas dalam penelitian dan pengembangan bioteknologi? Pertanyaan ini menyiratkan pentingnya mengambil sikap tertentu yang kurang lebih tegas dalam menghadapi ambiguitas. *Pertama*, pentingnya keadilan dalam prosedur atau proses, di mana persyaratan yang bertentangan dengan pandangan etis seharusnya disertai berikut uraian dan alasan-alasannya. Memang diakui bahwa standar nilai yang berbeda dalam masyarakat akan memberikan kesulitan tersendiri dalam pengambilan keputusan yang rasional, tetapi itu tidak berarti bahwa keputusan tidak bisa diambil. Sementara itu, pertimbangan serius pada aspek keadilan proses dan prosedural diharapkan dapat mengatasi kesulitan ini. *Kedua*, kegagalan mempertimbangkan secara serius implikasi yang mungkin dihasilkan oleh bioteknologi justru dapat memperburuk konsekuensi ambiguitas itu sendiri. Kalau tidak hati-hati, sikap gegabah justru akan memengaruhi trajektori pengembangan bioteknologi itu sendiri sekaligus memperburuk citranya di masyarakat.¹⁶

3. Potensi Transformatif

Potensi transformasi berhubungan dengan bagaimana invensi bioteknologi

penggunaan kontemporer, terutama dalam dunia penelitian dan pengembangan bioteknologi, termasuk juga teknologi-teknologi reproduksi. Istilah ini merujuk kepada kekuatan yang diberikan ilmu pengetahuan, teknik, dan teknologi pada manusia untuk memahami dan mengendalikan dunia alami. Lihat "Playing God ." *Encyclopedia of Science, Technology, and Ethics*; Retrieved February 02, 2020 from Encyclopedia.com: <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/playing-god>, akses 6 Januari 2016.

¹⁴Mark, Cherry (2013). *Religious perspectives on bioethics*. Taylor & Francis.

¹⁵Hanford, J. T., & Koenig, H. G. (2013). *Bioethics from a faith perspective: Ethics in health care for the twenty-first century*. Routledge.

¹⁶Barangkali contoh yang paling tepat menjelaskan hal ini adalah pengalaman menghadapi tanaman genetik (*GM crops*) di Eropa selama lebih dari 20 tahun. Alasan mengapa tanaman transgenik susah diterima masyarakat Eropa adalah karena kampanye hitam karena peran yang berlebihan yang dimainkan oleh sains dalam bidang politik dan teknologi yang dikembangkan pemerintah. Lihat Mayer S dan Stirling A (2004). *GM Crops: good or bad? EMBO Reports* 5: 1021.

memiliki kemampuan mengganti teknologi-teknologi sebelumnya tidak mampu memecahkan persoalan-persoalan dalam masyarakat. Kehadiran teknologi baru dengan kemampuan transformatif sering dianggap sebagai teknologi pengganggu (*disruptive technology*),¹⁷ padahal dalam dirinya memiliki kemampuan mengubah sesuatu demi kebaikan manusia. Dalam arti itu, kelahiran bioteknologi dan teknologi lainnya seperti teknologi komunikasi, diharapkan memiliki potensi atau kekuatan tertentu dalam memengaruhi dan mentransformasi dunia ekonomi, sosial, dan bisnis. Demikianlah, potensi transformatif teknologi sebenarnya adalah kapabilitas yang dimiliki bioteknologi yang sedang berkembang saat ini dalam mengubah atau menggantikan relasi sosial, praktik sosial, bahkan tren dalam produksi. Potensi transformatif bioteknologi ini juga memungkinkan tersedianya kesempatan baru yang tidak pernah ada atau terbayangkan sebelumnya, dengan hasil yang tidak dapat diprediksi. Demikianlah, kemunculan teknologi baru biasanya membawa dua perubahan sekaligus. Di satu pihak adalah kemampuan menjalankan fungsi yang sudah dilakukan oleh teknologi sebelumnya dengan cara yang lebih efisien. Sementara di lain pihak, teknologi baru menjalankan fungsi yang belum pernah ada sebelumnya.¹⁸

¹⁷Apa yang sekarang disebut sebagai teknologi yang merusak (*disruptive technology*) sebenarnya merujuk kepada teknologi baru yang dianggap sebagai pengganggu, padahal dalam dirinya terkandung kemampuan mengubah keadaan, misalnya mampu menghasilkan produk yang menembus pasar dan lebih murah, lebih sederhana dan lebih nyaman digunakan, dan sebagainya. Lihat Christensen CM (1997) *The Innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail* (Cambridge, Massachusetts: Harvard Business School Press).

¹⁸Seperti ditunjukkan oleh fakta bahwa butuh lebih dari seratus tahun untuk memperkenalkan dan mengembangkan mesin uap - salah satu teknologi

Uraian mengenai potensi transformatif bioteknologi difokuskan pada peran teknologi baru yang bersifat fungsional yang keuntungan (dalam hal kecepatan, biaya dan efektivitas) dalam mencapai tujuan tertentu serta memperluas tujuan yang sudah dicapai sejauh ini. Meskipun demikian, potensi transformatif bioteknologi tidak berarti kelahiran sebuah bioteknologi harus diterima tanpa syarat. Masalahnya, apakah produk bioteknologi yang sekarang telah memiliki standar yang jelas, mudah diakses dan informasi mengenainya tidak bersifat tertutup? Pertanyaan ini di satu menyoal kemungkinan sekelompok orang menggunakan bioteknologi untuk kepentingan diri dan kelompoknya. Di lain pihak, menegaskan pentingnya standar yang jelas yang mengatur aplikasi bioteknologi. Standar dimaksud hanya bisa dilihat secara kasat mata jika semua pihak yang berkecimpung di dalamnya juga bersifat terbuka. Akses publik terhadap bioteknologi atau dihormatinya prinsip-prinsip etika tertentu yang memungkinkan teknologi digunakan untuk kemakmuran rakyat merupakan sebagian kecil dari pertimbangan etis yang harus diperhatikan. Sementara itu, supaya bioteknologi tidak diterima begitu saja – meskipun memiliki potensi transformatif –

transformatif yang muncul pada abad 17 - manfaat transformatif teknologi mungkin membutuhkan beberapa waktu untuk menjadi mapan. Mungkin contoh yang paling jelas dari perubahan teknologi revolusioner (teknologi baru menjadi luas dalam waktu singkat) adalah teknologi berbasis semikonduktor. Namun, kita tidak dapat berasumsi bahwa bioteknologi juga akan mengalami hal yang serupa dengan yang dialami oleh teknologi semikonduktor. Kontinuitas inovasi dari bioteknologi penting karena memiliki implikasi bagi kebijakan dan profil alokasi sumber daya dari waktu ke waktu. Lihat Marianne, Talbot (2012). *Bioethics: an introduction*. Cambridge University Press.

dibutuhkan apa yang dikenal dalam filsafat sebagai sikap skeptis.¹⁹

Meskipun beberapa pertimbangan etis sudah dikemukakan mengikuti pembahasan atas ketiga tantangan yang dihadapi bioteknologi, masalahnya belum menjadi jelas dengan sendirinya. Ketidakpastian dan ambiguitas justru merusak dasar rasionalitas dalam pengambilan keputusan. Bagaimana kita dapat membuat suatu keputusan mengenai suatu teknologi, khususnya bioteknologi jika manfaat yang dicari dalam teknologi belum jelas atau bahkan tidak bermanfaat sama sekali? Sejauh mana tingkat keyakinan kita terhadap potensi transformatif yang dibawa oleh bioteknologi?²⁰ Pertanyaan-pertanyaan ini mendesak kita untuk memiliki cara berpikir kritis tertentu dalam menyikapi perkembangan bioteknologi sebelum memutuskan apakah menerima atau menolaknya. Menanggapi pertanyaan ini, kita bisa mengadopsi apa yang diusulkan Komisi Bioetika Nasional Amerika Serikat sebagai “framing” dalam memahami perkembangan bioteknologi. Gagasan “framing” diuraikan secara singkat di bawah ini.

Membingkai Bioteknologi

Aspek-aspek bioteknologi yang telah dibahas membuat kita bersikap skeptis terhadapnya. Ketidakpastian dan ambiguitas menyulitkan kita dalam memutuskan sesuatu secara rasional. Menyadari hal ini, bagaimana kemudian suatu kemajuan dapat dicapai sementara kita menghadapi suatu kelahiran bioteknologi tetapi dalam wataknya yang penuh ketidakpastian dan ambigu? Apakah

sebaiknya kita hanya memusatkan perhatian pada aspek kemajuannya saja tanpa mempertimbangkan dampak-dampaknya? Cara berpikir “framing”²¹ kiranya dapat membantu kita memahami perkembangan bioteknologi secara lebih baik.

Suatu keputusan yang memengaruhi arah atau kondisi suatu teknologi akan ikut berpengaruh juga pada inovasi, arah penelitian dan perkembangannya. Dalam proses pengambilan keputusan itu sendiri, tampaknya para pihak yang terlibat di dalamnya memiliki latar belakang pengetahuan, kepercayaan dan nilai yang berbeda-beda tetapi yang dapat memberikan kontribusi secara signifikan dalam menentukan pilihan tersebut. Proses pengambilan keputusannya dapat terjadi secara sangat alot karena bervariasinya aspek-aspek tersebut.

Sebuah contoh dapat dikemukakan untuk menjelaskan hal ini. Taruhlah sebuah perusahaan menyiapkan dana sebesar seratus juta miliar Rupiah karena pertimbangan

²¹Konsep “framing” atau “pembingkai” adalah konsep yang dipinjam dari ilmu sosial, khususnya sosiologi. Dalam ilmu sosial, konsep ini terdiri dari rangkaian konsep dan perspektif teoretis tentang bagaimana individu, kelompok dan masyarakat mengelola pemahaman mengenai dan mengkomunikasikan realitas. Proses “framing” melibatkan konstruksi sosial atas fenomena sosial, berdasarkan sumber-sumber media massa, gerakan-gerakan politik dan sosial, para pemimpin politik, dan pelaku-pelaku lain serta berbagai organisasi. Tak terhindarkan, “framing” sebenarnya merupakan sebuah proses mempengaruhi secara selektif atas persepsi individu mengenai makna yang diatributkan kepada kata atau kelompok kata. Proses “framing” umumnya terjadi dalam dua cara, yakni (1) membingkai pemikiran, yang merupakan proses membingkai representasi mental, menginterpretasi, dan menyederhanakan realitas. (2) “Framing” dalam komunikasi, terdiri dari komunikasi pembingkaiandi antara para pelaku yang berbeda. Lihat Druckman, J.N. (2001). "The Implications of Framing Effects for Citizen Competence". *Political Behavior* 23 (3): 225–256.

¹⁹*Emerging Biotechnologies: Technology, Choice and the Public Good*, 3.27, 50.

²⁰Sebenarnya pertanyaan-pertanyaan mendasar semacam ini adalah bagian dari sikap kritis dalam studi bioetika mengenai aplikasi teknologi. Lihat Cram 101 Textbook Reviews (*op.cit.*)

bahwa pengembangan produk baru menggunakan kloning DNA dapat melipatgandakan keuntungan. Sudut pandang bisnis semacam ini pasti tidak berlaku bagi mereka yang tidak berhubungan dengan pasar yang menjual komoditi produk kebutuhan sehari-hari. Produk yang dihasilkan oleh bioteknologi mungkin saja menjadi sesuatu yang istimewa bagi konsumen tertentu tetapi di sisi lain justru dapat merugikan sebagian konsumen lainnya. Cara berpikir ini menegaskan pentingnya mempertimbangkan suatu produk dari berbagai faktor.

Konsep “framing” menegaskan bahwa setiap individu sebenarnya dapat mengambil keputusan mengenai bioteknologi, dan bahwa entah dia sadar atau tidak, keputusannya itu sangat dipengaruhi oleh lingkungannya, nilai dan norma yang dia anut, pandangan politiknya, dan sebagainya, selain tentu pengalaman subjektif yang selama ini menyertai hidupnya. Individu lain pun melakukan proses “framing” yang sama dengan seluruh elemen yang ikut di dalamnya. Apakah dengan begitu, sebuah keputusan bersama tidak mungkin akan tercapai? Di sinilah dibutuhkan apa yang disebut sebagai “diskursus publik” (*public discourse*). Melalui diskursus publik diharapkan akan tercapai semacam kesepakatan bersama mengenai apakah sebuah teknologi dibutuhkan atau tidak. Kesepakatan bersama ini pada gilirannya diharapkan melampaui berbagai kepentingan yang menyertai seluruh proses “framing” tadi.

Dalam konteks penelitian dan pengembangan bioteknologi, “framing” dan diskursus publik sangat dibutuhkan untuk memahami makna sosial bioteknologi, termasuk juga memahami setiap fenomena sosial dari perkembangan bioteknologi itu sendiri. Ini berarti ilmuwan dan seluruh

anggota masyarakat diharapkan aktif menggeluti kompleksitas fakta dan nilai yang ikut “bermain” dalam pengembangan teknologi dengan mengambil langkah tertentu yang sifatnya skeptis, misalnya menyaring berbagai informasi yang berkembang di seputar teknologi sebelum menanggapi. Dalam hal ini harus diingat bahwa pertama, “framing” selalu sangat dibutuhkan untuk memberi makna pada setiap fenomena. Kedua, setiap proses “framing” tidak pernah bersifat universal atau mutlak, dan dalam arti itu menegaskan adanya semacam relativisme moral dalam bioteknologi. Di sini aspek yang seharusnya diberi penekanan bukan relativisme moral dari pengembangan bioteknologi, tetapi bagaimana setiap proses “framing” yang berbeda saling melengkapi dalam sebuah diskursus publik dalam memilih dan menyikapi pengembangan bioteknologi.²²

Tidak bisa dipungkiri, keanekaragaman “framing” dapat menyulitkan pengambilan keputusan. Menyadari hal ini, para ilmuwan dan masyarakat pemerhati bioteknologi perlu mempertimbangkan juga kehadiran bingkai alternatif yang kebutuhan akannya semakin meningkat sejalan dengan sulitnya mencapai kesepakatan dalam sebuah diskursus publik ketika setiap orang mempertahankan bingkainya sendiri. Meskipun demikian, kehadiran bingkai baru ini tidak lantas menghilangkan atau menolak sama sekali bingkai yang lama. Keduanya bahkan bisa digunakan secara bersama-sama. Hal yang terpenting pada akhirnya adalah bagaimana proses “framing” membantu kita mengambil keputusan menerima atau menolak pengembangan teknologi yang paling rendah

²²Scully, J. L., Baldwin-Ragaven, L., & Fitzpatrick, P. (2010). *Feminist bioethics: At the center, on the margins*. John Hopkins University Press.

risikonya bagi kehidupan manusia dan alam. Tampaknya upaya penerapan “framing” mengikutsertakan secara sadar pendekatan reflektif dan skeptis, dan dengan begitu, proses “framing” dan diskursus publik sebenarnya juga adalah sebuah proses refleksi filosofis.²³

Masih tentang keanekaan bingkai dalam memahami bioteknologi, penting juga diperhatikan cara memilih frame berdasarkan preferensi rasional.²⁴ Dengan begitu, setiap keputusan akan dipandu oleh suatu keyakinan berdasarkan pertimbangan akan adanya bukti dasar, fakta, metodologi manajemen risiko, dan kuantifikasi data. Meskipun begitu, tidak ada jaminan bahwa bingkai yang diusung telah melepaskan diri sepenuhnya dari aspek ketidakpastian dan ambiguitas, karena lagi-lagi yang terlibat di dalam proses “framing” dan diskursus publik adalah manusia yang dapat memanipulasi bahasa dan kata hanya untuk mempengaruhi publik. Ini didukung oleh penelitian bidang psikologi yang mengatakan bahwa berhadapan dengan faktor risiko, manusia umumnya membuat pilihan yang tidak konsisten dan tidak rasional, sehingga bingkai yang digunakan dalam mengevaluasi bioteknologi mau tidak mau ikut dipengaruhi oleh kondisi yang sedang dihadapinya tersebut.²⁵ Di sini tampak bahwa pemilihan sudut pandang dan proses “framing” seharusnya menonjolkan rasionalitas dan bukan aspek-aspek yang sifatnya subjektif belaka.

Aspek terakhir dari proses “framing” adalah upaya mengurangi ambiguitas dalam proses mengevaluasi pengembangan

bioteknologi. Dan ini dapat dilakukan, misalnya dengan cara memberi batasan pada cakupan dari berbagai macam pertimbangan yang relevan. Demikianlah, dalam proses “framing” dan diskursus publik, misalnya, jika sebuah pertanyaan dianggap sebagai murni masalah teknis, maka pilihan akan difokuskan pada cara menemukan standar teknis daripada menemukan standar normatif. Dengan begitu, pertimbangan-pertimbangan yang dibutuhkan dalam proses pengambilan keputusan pun lebih mudah dicapai karena tidak terjadinya pencampuran masalah teknis, masalah moral, masalah sosial, ekonomi, budaya dan sebagainya. Standar normatif diharapkan mampu mendeteksi dan memilah-milah berbagai masalah tersebut, mengklarifikasinya secara tepat sebelum sebuah keputusan penting mengenai pengembangan bioteknologi diambil.

Simpulan

Ketidakpastian dan ambiguitas di bidang bioteknologi berkembang beriringan dengan perkembangan bioteknologi itu sendiri. Hal ini akan berdampak positif dan negatif tergantung pada cara berpikir dan menilai. Ada kebutuhan untuk pendekatan yang lebih skeptis dan reflektif melalui “framing”. Berhadapan dengan rencana penelitian dan pengembangan bioteknologi, setiap individu (ilmuwan maupun masyarakat awam) seharusnya bersikap rasional dan kritis terhadap bioteknologi. Tantangan ketidakpastian dan ambiguitas yang harus dihadapi dalam proses pengembangan bioteknologi mengafirmasi pentingnya pembedaan pilihan yang lebih baik dari yang buruk. Dalam arti itu, membingkai setiap keputusan tidak hanya penting dalam bioteknologi, tetapi juga menjadi cara efektif

²³Petersen, A. (2011). *The politics of bioethics*. Routledge.

²⁴*Emerging Biotechnologies: Technology, Choice and the Public Good*, 3.30-3.36, 51- 52.

²⁵*Emerging Biotechnologies: Technology, Choice and the Public Good*, 3.30-3.36, 51- 52.

untuk mengelola munculnya ketidakpastian dan ambiguitas dalam bioteknologi itu sendiri.

Ilmuwan yang bergerak dalam bidang bioteknologi maupun para pihak yang berkepentingan seharusnya menyadari bahwa bioteknologi bukanlah ilmu pasti yang mampu memprediksi masa depan atau yang aplikasi metodologinya mampu menghasilkan luaran yang bisa diprediksikan sebelumnya. Ada berbagai faktor yang harus diperhatikan, yang dalam paper ini diwakili oleh ketidakpastian, ambiguitas, dan potensi transformatif. Kajian ini memang menegaskan sikap yang tepat terhadap pengembangan bioteknologi, tetapi secara tidak langsung juga dapat digunakan untuk menegaskan sifat khas dari bioteknologi sebagai (disiplin) ilmu. Bioteknologi sebenarnya adalah teknologisasi atas kehidupan. Dan karena menyangkut kehidupan (*bios*), tidak hanya luaran yang diperhatikan secara cermat, tetapi juga proses serta berbagai elemen yang menyertainya. Proses “framing” sebagaimana ditawarkan dalam Paper ini dapat menjadi alat untuk menegaskan posisi moral tertentu berhadapan dengan penelitian dan pengembangan bioteknologi.

Dengan uraian ini tampaknya pertanyaan yang diajukan Nigel M. De S. Cameron sebagaimana penulis sitir di bagian awal Paper ini – “... *the basic questions at stake here concern not what science can do, but whether it should do all it is able to do* – dapat dijawab secara kurang lebih meyakinkan. Sejauh pertimbangan moral masih diikuti dalam rencana, penelitian dan pengembangan bioteknologi, seorang ilmuwan tidak harus meneliti dan mengembangkan semua bioteknologi tanpa alasan dan pertimbangan yang dapat dipertanggungjawabkan.

Pustaka Acuan

- Cram 101 Textbook Reviews. *E-Study guide for: bioethics: principles, issues, and cases: philosophy, ethics*, Cram 101 Textbook Reviews, USA, 2012.
- Christensen CM, *The Innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail* (Cambridge, Massachusetts: Harvard Business School Press, 1997.
- Druckman, J.N. "The Implications of Framing Effects for Citizen Competence". *Political Behavior* 23 (3), 2001.
- Enserink, M. Public at last, H5N1 study offers insight into virus's possible path to pandemic. *Science* 336, 2012.
- Hanford, J. T., & Koenig, H. G. *Bioethics from a faith perspective: Ethics in health care for the twenty-first century*. Routledge, 2013.
- Jena, Yeremias. Kritik Michael Sandel atas Teknologi, *Human Enhancement* 5: November 2013.
- Jotterand, Fabrice (ed), *Emerging conceptual, ethical and policy issues in bionanotechnology*. Vol. 101. Springer Science & Business Media, 2008.
- Marianne, Talbot, *Bioethics: an introduction*. Cambridge University Press, 2012.
- Mark, Cherry, *Religious perspectives on bioethics*. Taylor & Francis, 2013.
- Mayer S dan Stirling A, GM Crops: good or bad? *EMBO Reports* 5, 2004.
- Nuffield Council on Bioethics, *Emerging Biotechnologies: Technology, Choice and the Public Good*. Nuffield Council on Bioethics: UK, 2012.
- Petersen, A. *The politics of bioethics*. Routledge, 2011.
- Prentice, David A. "The Biotech Revolution", dalam Colson, Charles W. dan Cameron, Nigel M. De S. (eds.). *Human Dignity in the Biotech Century*, InterVarsity Press, Illinois, 2004.
- Ratzsch, Dal, *Science and Its Limits*, InterVarsity Press: Illinois, 2000.
- Scully, J. L., Baldwin-Ragaven, L., & Fitzpatrick, P. *Feminist bioethics: At the*

center, on the margins. John Hopkins University Press, 2010.

Kraft, Sy (2011). *Danger: Avastin in Combo with Chemo Increases Cancer Death Risk*, Medical News Today; available from <http://www.medicalnewstoday.com/articles/215528.php>, diakses 6 Januari 2016.

Schlessinger, Joel (2019). Botox Injections. Emedicinehealth. Available from http://www.emedicinehealth.com/botox_injections/page6_em.htm Diakses: 6 Januari 2016.

Schankerman, Mark. "How valuable is patent protection? Estimates by technology field using patent renewal data", *The RAND Journal of Economics* 29, 1991.

Tu, M. Between Publishing and Perishing? H5N1 Research Unleashes Unprecedented Dual-Use Research Controversy. *Nuclear Threat Initiative*, 2012.