



# Bioetika dan Rekayasa Bioteknologi



Win Darmanto  
Sri Puji Astuti Wahyuningsih  
Odi Yoshitaka Anggarda  
Aulia Umi Rohmatika

# **Bioetika dan Rekayasa Bioteknologi**

Pasal 113 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta:

- (1) Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
- (2) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
- (3) Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

# Bioetika dan Rekayasa Bioteknologi

Win Darmanto  
Sri Puji Astuti Wahyuningsih  
Odi Yoshitaka Anggarda  
Aulia Umi Rohmatika



## **BIOETIKA DAN REKAYASA BIOTEKNOLOGI**

Win Darmanto... [dkk]

ISBN 978-602-70215-5-6 (PDF)

© 2024 Penerbit **Airlangga University Press**

Anggota IKAPI dan APPTI Jawa Timur  
Kampus C Unair, Mulyorejo Surabaya 60115  
Telp. (031) 5992246, 5992247  
E-mail: adm@aup.unair.ac.id

Redaktur (Anas Abadi)  
Layout (Djaiful Eko Suharto)  
Cover (Erie Febrianto)  
AUP (1457/08.24)

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang.  
Dilarang mengutip dan/atau memperbanyak tanpa izin tertulis  
dari Penerbit sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apa pun.

# Prakata

**A**lhamdulillah robbil 'alamin, segala puji dan rasa syukur kita panjatkan hanya ke Hadirat Allah Swt., yang telah melimpahkan rahmat, kasih sayang, dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyusun Buku Etika dan Rekayasa Bioteknologi. Buku ini direkomendasikan bagi mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Embriologi, Pengantar Embriologi, Dasar-Dasar Mikrobiologi, dan Genetika Molekuler dengan harapan telah mempunyai dan memahami dasar-dasar rekayasa genetika, mengetahui fungsi, dan perkembangan jaringan. Buku ini diharapkan dapat memberikan wawasan kepada semua yang menekuni bidang bioteknologi agar paham mengenai dampak moral dan etika akibat kemajuan bioteknologi dan medis.

Buku ini fokus berkaitan dengan disiplin ilmu bioteknologi dan bidang kedokteran yang sedang populer tentang legalitas dan aspek etika moralnya apabila teknologi tersebut diperuntukkan untuk kepentingan manusia. Topik materi tersebut di antaranya 1) Wawasan perlunya etika dalam aplikasi bioteknologi untuk kemaslahatan kehidupan manusia; 2) Regulasi dan aspek etika pada beberapa produk makanan *Genetically Modified Organism* (GMO); 3) Aspek etika dalam penggunaan hewan dan manusia sebagai subjek penelitian; 4) Aplikasi teknologi transeksual, legalitas euthanasia, rekayasa karakter pada anak (*designer baby*); 5) Transplantasi organ dan xenotransplantasi; 5) Metode kreonika untuk pengawetan organ atau tubuh manusia, dan beberapa persyaratan uji

klinis obat baru. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Muhammad Sujoko yang telah melukis beberapa gambar yang ada pada buku ini.

Semoga dengan hadirnya buku ini akan memudahkan pembaca dalam memandang kemajuan bioteknologi dari aspek etika dan moral agama secara menyeluruh.

Surabaya, 2024.

Penulis.

# Daftar Isi

Prakata.....	v
Daftar Gambar.....	xi
<b>1 WAWASAN ETIKA BIOTEKNOLOGI.....</b>	<b>1</b>
Definisi dan Ruang Lingkup Etika Bioteknologi.....	1
Perkembangan Etika Bioteknologi dan Bioetika .....	4
<b>2 ETIKA PADA GENETICALLY MODIFIED ORGANISM (GMO) .....</b>	<b>11</b>
Wawasan <i>Genetically Modified Organism</i> (GMO).....	11
Metode Pembuatan <i>Genetically Modified Organism</i> (GMO) .....	12
Regulasi dan Pengaturan Produk GMO .....	18
Regulasi Pengaturan GMO sebelum Diedarkan ke Konsumen .....	20
Tingkat Keamanan Produk GMO.....	21
Etika dalam Penggunaan GMO di Bidang Pertanian .....	22
Organisme sebagai “Mesin” yang Terus Dimodifikasi.....	24
Pertimbangan GMO pada Sosio-Ekonomi.....	28
Apresiasi Konsumen pada Tanaman Transgenik.....	28



<b>3</b>	<b>ETIKA BIDANG BIOTEKNOLOGI HEWAN DAN MANUSIA .....</b>	<b>33</b>
	Wawasan Bioetika pada Hewan.....	33
	Teknik Kloning Hewan yang Sudah Berhasil yaitu Melalui Metode Transfer Inti.....	40
	Kloning Manusia (Kloning Reproduksi).....	43
	Contoh Kloning Hewan Domba Dolly .....	43
	Kloning Manusia Bernama Eve.....	44
	Masalah Etika pada Kloning Manusia .....	45
	Tinjauan Etika Kloning Manusia di Indonesia .....	46
	Etika Penelitian dengan Menggunakan Subjek Hewan Percobaan Komisi Etik di Indonesia .....	49
	Penelitian dengan Menggunakan Bahan Biologi Tersimpan (BBT) .....	60
<b>4</b>	<b>ETIKA BIOTEKNOLOGI FERTILISASI IN VITRO DAN INSEMINASI BUATAN PADA MANUSIA .....</b>	<b>65</b>
	Perkembangan Inseminasi Buatan pada Hewan dan Manusia..	65
	Metode Pengambilan Sperma .....	67
	Uji Kualitas Sperma untuk Inseminasi Buatan .....	68
	Peran Bioetika dalam Inseminasi Buatan.....	68
	Keberadaan Bank Sperma .....	70
	Bagaimana Inseminasi Buatan di Indonesia? .....	71
<b>5</b>	<b>TEKNOLOGI TRANSEKSUAL PADA MANUSIA.....</b>	<b>73</b>
	Perkembangan Jenis Kelamin pada Hewan .....	73
	Beberapa Gen yang Berperan dalam Defereniasi Seks .....	75
	Operasi Transgender di Bidang Medis .....	77
<b>6</b>	<b>EUTHANASIA PADA MANUSIA.....</b>	<b>81</b>
	Pengertian Euthanasia .....	81
	Jenis Euthanasia .....	81
	Segi Hukum Euthanasia.....	85
	Pandangan Euthanasia dari Aspek Agama.....	88

<b>7</b>	<b>REKAYASA KARAKTER ANAK (<i>DESIGNER BABY</i>)</b> .....	<b>93</b>
	Persiapan Metode <i>Designer Baby</i> .....	93
	Fertilisasi.....	96
	<i>Preimplantation Genetic Diagnosis</i> (PGD) .....	96
	Pandangan Masyarakat Moral dan Etika pada <i>Designer Baby</i> ..	97
	Hukum yang Berlaku di Indonesia .....	100
	Contoh Kasus .....	101
<b>8</b>	<b>TRANSPLANTASI ORGAN</b> .....	<b>105</b>
	Pengertian Definisi Organ.....	105
	Golongan Darah .....	106
	<i>Human Leukocyte Antigens</i> (HLAs) .....	107
	Sejarah dan Perkembangan Transplantasi Organ .....	108
	Kebutuhan Organ Transplantasi .....	109
	Pandangan Masyarakat terhadap Transplantasi Organ.....	112
	Kloning Organ .....	119
<b>9</b>	<b>XENOTRANSPLANTASI</b> .....	<b>123</b>
	Perkembangan Xenotransplantasi .....	123
	Beberapa Hewan yang telah Digunakan Xenotransplantasi ....	127
	Kebijakan Berapa Negara terhadap Xenotransplantasi.....	137
	Hasil Survei di Australia.....	138
	Hasil Survei di Kanada .....	138
	Prancis .....	138
	Survei di Jerman.....	139
	Inggris .....	139
	Swedia .....	140
	Amerika Serikat .....	140
	Pro Kontra dalam Xenotransplantasi.....	141
<b>10</b>	<b>KRIONIKA</b> .....	<b>143</b>
	Pengertian Krionika .....	143
	Proses Fisiologis Tubuh pada Krionika.....	144
	<i>Penggunaan Metode Neuropreservation</i> untuk Pengawetan	
	Bagian atau Seluruh Organ Manusia .....	146
	Proses Fisiologis Tubuh pada Krionika.....	147

<b>11</b>	<b>UJI KLINIS OBAT BARU .....</b>	<b>151</b>
	Pentingnya Uji Klinis .....	151
	Kriteria Obat yang Memenuhi Persyaratan untuk Dikonsumsi Pasien .....	154
	Beberapa Tahapan Uji Klinis .....	155
	Komponen <i>Clinical Trial</i> .....	157
	Rancangan Uji Klinis.....	157
	Perlakuan Pengobatan dalam Uji Klinis .....	158
	Protokol Uji Klinis .....	159
	Etika Uji Klinis yang Harus Ditaati .....	160
	Beberapa Contoh Kasus <i>Clinical Trial</i> .....	161
	Peraturan dan Undang-Undang Terkait dengan Uji Klinis Obat Baru .....	162
	<i>International Ethical Guidelines for Biomedical Research Involving     Human Subjects</i> .....	162
	Daftar Pustaka .....	165

# Daftar Gambar

<b>Gambar 2.1</b>	Skema proses pembuatan tanaman transgenik pada jagung.....	13
<b>Gambar 2.2</b>	Alat <i>gen gun</i> yang dapat digunakan untuk menembakkan DNA donor agar masuk dalam sel inang.....	14
<b>Gambar 2.3</b>	Skema proses pembuatan tanaman transgenik dengan metode <i>gen gun</i> maupun bantuan <i>agrobacterium</i> sebagai vektor .....	18
<b>Gambar 2.4</b>	Diagram mekanisme toksin Bt dalam merusak epitel usus ulat pemakan batang jagung .....	26
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram tahapan proses kloning pada manusia.....	37
<b>Gambar 3.2</b>	Perkembangan Sel Punca ( <i>stem cell</i> ) .....	42
<b>Gambar 3.3</b>	Domba Dolly hasil kloning.....	47
<b>Gambar 3.4</b>	Ilustrasi seorang anak yang perlu kasih sayang.....	48
<b>Gambar 6.1</b>	Ilustrasi bagaimana seorang anak yang tidak berdaya diberi <i>treatment</i> . .....	82
<b>Gambar 6.2</b>	Ilustrasi bagaimana seseorang diinjeksi untuk proses eutanasia. ....	87
<b>Gambar 6.3</b>	Foto Li Xiu Feng (95 tahun), sewaktu masih sehat, telah mengalami kematian cukup lama akhirnya sehat kembali .....	91
<b>Gambar 7.1</b>	Skema pengambilan oosit dari ovarium dan fertilisasi <i>in vitro</i> .....	95

<b>Gambar 7.2</b>	Ilustrasi bagaimana genetik manusia bisa diubah dengan metode CRISPR/Cas9.....	98
<b>Gambar 8.1</b>	Skema kerja kloning terapeutik .....	120
<b>Gambar 9.1</b>	Baby Fae.....	125
<b>Gambar 9.2</b>	Reaksi penolakan tubuh terhadap organ xenotransplant	129
<b>Gambar 9.3</b>	Penangkaran babi spesies bebas patogen yang digunakan sebagai sumber organ dalam xenotransplantasi .....	130
<b>Gambar 9.4</b>	Skema proses pembuatan babi transgenik yang mengandung gen hDAF.....	131
<b>Gambar 9.5</b>	Reaksi imunitas tubuh setelah transplantasi organ transgenik yang mengandung gen hDAF .....	131
<b>Gambar 9.6</b>	Proses pengambilan organ dari primata .....	134
<b>Gambar 9.7</b>	Contoh pertentangan xenotransplantasi oleh aktivis penyayang hewan .....	135
<b>Gambar 9.8</b>	Imajinasi ketakutan masyarakat terhadap xenotransplantasi.....	141
<b>Gambar 10.1</b>	Proses cryopreservation organ dan alat yang digunakan.....	144
<b>Gambar 11.1</b>	Foto saat uji klinis tahap III vaksin Covid-19 di Universitas Padjadjaran Bandung.....	152