Sri Wigati M. Mulyani
Erma Safitri

Mesenchymal Stem Cells

Pendekatan Regeneratif pada Kerusakan Kelenjar Saliva akibat Radiasi Ionisasi



Airlangga University Press

Mesenchymal Stem Cells

Pendekatan Regeneratif pada Kerusakan
Kelenjar Saliva akibat Radiasi Ionisasi

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).

Mesenchymal Stem Cells

Pendekatan Regeneratif pada Kerusakan Kelenjar Saliva akibat Radiasi Ionisasi

Sri Wigati M. Mulyani
Erma Safitri

Airlangga University Press

MESENCHYMAL STEM CELLS:
Pendekatan Regeneratif pada Kerusakan Kelenjar Saliva akibat Radiasi Ionisasi
Sri Wigati M. Mulyani dan Erma Safitri

ISBN 978-634-7497-95-6(PDF)

© 2026 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 (Achmad Tohir S.)
Cover (Roy Wahyudi)
AUP (1690/09.26)

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

Prakata

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, karunia, dan kesempatan yang diberikan-Nya sehingga buku referensi berjudul "*Mesenchymal stem cells:* Pendekatan Regeneratif pada Kerusakan Kelenjar Saliva akibat Radiasi Ionisasi" ini dapat disusun dengan baik. Buku ini hadir sebagai salah satu upaya untuk memperkaya literatur ilmiah mengenai peran *mesenchymal stem cells* dalam bidang kedokteran regeneratif, khususnya pada kerusakan kelenjar saliva akibat paparan radiasi ionisasi.

Secara umum, buku ini membahas hubungan antara radiasi ionisasi, kerusakan jaringan kelenjar saliva, serta potensi pendekatan regeneratif berbasis *mesenchymal stem cells*. Uraian dalam buku ini diawali dengan pembahasan mengenai aplikasi radiasi ionisasi dalam bidang kedokteran gigi dan onkologi kepala-leher, dampak biologis radiasi terhadap jaringan sehat, serta kelenjar saliva sebagai salah satu organ yang bersifat radiosensitif. Selanjutnya, buku ini menjelaskan anatomi, histologi, dan fisiologi kelenjar saliva, mekanisme patofisiologi kerusakan akibat radiasi, dasar biologi *mesenchymal stem cells*, hingga aplikasinya dalam regenerasi kelenjar saliva. Pada bagian akhir, buku ini juga menguraikan peran model hewan, pendekatan translasi, tantangan keamanan, regulasi, standardisasi, serta prospek masa depan terapi berbasis *mesenchymal stem cells*.

Tujuan penulisan buku ini adalah untuk menyediakan referensi ilmiah yang runtut, komprehensif, dan mudah dipahami mengenai potensi *mesenchymal stem cells* sebagai pendekatan regeneratif pada defek kelenjar saliva akibat radiasi ionisasi. Selain itu, buku ini diharapkan dapat menjadi jembatan keilmuan antara bidang radiologi kedokteran gigi, biologi kelenjar saliva, *stem cell,* kedokteran regeneratif, model hewan, biomedis veteriner, dan *translational medicine.*

Manfaat penyusunan buku ini adalah memberikan landasan teoretis dan konseptual bagi pengembangan penelitian, pendidikan, publikasi ilmiah,

serta inovasi terapi regeneratif berbasis bukti. Buku ini juga diharapkan dapat mendorong lahirnya kolaborasi multidisiplin dalam bidang kedokteran gigi, kedokteran hewan, biomedis, dan *stem cell,* khususnya dalam upaya mengembangkan terapi yang tidak hanya bersifat simptomatik, tetapi juga berorientasi pada perbaikan struktur dan fungsi jaringan.

Sasaran pembaca buku ini meliputi mahasiswa, dosen, peneliti, dokter gigi, dokter gigi spesialis radiologi kedokteran gigi, dokter hewan, akademisi biomedis, praktisi kedokteran regeneratif, serta pihak-pihak yang memiliki minat terhadap pengembangan terapi berbasis *stem cell*. Buku ini juga dapat digunakan sebagai bahan bacaan pendukung bagi mahasiswa program sarjana, profesi, magister, doktoral, maupun peneliti yang sedang mengembangkan kajian terkait radiasi, kelenjar saliva, *stem cell, secretome, exosome,* dan kedokteran regeneratif.

Penulis menyadari bahwa perkembangan ilmu pengetahuan mengenai *mesenchymal stem cells*, *secretome, extracellular vesicles, exosome,* dan terapi regeneratif berlangsung sangat cepat. Oleh karena itu, buku ini tidak dimaksudkan sebagai rujukan yang bersifat final, melainkan sebagai fondasi ilmiah yang dapat terus dikembangkan sesuai dengan kemajuan penelitian, teknologi, dan kebutuhan klinis di masa mendatang.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga dan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga atas dukungan, fasilitas akademik, lingkungan ilmiah, serta kesempatan kolaborasi yang telah diberikan dalam penyusunan buku ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh kolega, dosen, peneliti, mahasiswa, dan pihak-pihak terkait yang telah memberikan inspirasi, dukungan, serta kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penyusunan buku referensi ini.

Akhir kata, penulis berharap buku ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, pendidikan, penelitian, dan pelayanan kesehatan, khususnya dalam bidang regenerasi kelenjar saliva akibat radiasi ionisasi. Semoga buku ini juga dapat menjadi salah satu kontribusi akademik dalam memperkuat pengembangan ilmu kedokteran regeneratif dan *stem cell* di Indonesia.

Surabaya, 15 Mei 2026

Penulis



Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat, karunia, dan kesempatan yang diberikan-Nya, buku referensi berjudul "*Mesenchymal stem cells*: Pendekatan Regeneratif pada Kerusakan Kelenjar Saliva akibat Radiasi Ionisasi" ini dapat disusun dengan baik.

Buku ini disusun oleh Dr. Sri Wigati M. Mulyani, drg., M.Kes., Sp.RKG, dari bidang Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, bersama Prof. Dr. Erma Safitri, drh., M.Sc., dari bidang Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Kolaborasi kedua penulis ini menghadirkan pendekatan lintas disiplin yang mengintegrasikan keilmuan radiologi kedokteran gigi, biologi kelenjar saliva, *stem cell*, kedokteran regeneratif, model hewan, reproduksi veteriner, serta translational medicine.

Buku ini lahir dari kebutuhan akan referensi ilmiah yang membahas secara komprehensif potensi *mesenchymal stem cells* (MSC) dalam regenerasi kelenjar saliva yang mengalami kerusakan akibat radiasi ionisasi. Kerusakan kelenjar saliva merupakan salah satu komplikasi penting pada pasien yang menjalani radioterapi area kepala dan leher. Kondisi tersebut dapat menyebabkan hiposalivasi, xerostomia, gangguan pengecapan, kesulitan menelan, karies radiasi, kandidiasis oral, gangguan kenyamanan rongga mulut, hingga penurunan kualitas hidup pasien.

Pendekatan yang digunakan dalam buku ini tidak hanya menitikberatkan pada aspek klinis kedokteran gigi, tetapi juga memperluas pembahasan ke arah biologi sel, terapi regeneratif, model hewan, dan pengalaman penelitian *stem cell* dalam kedokteran hewan. Bidang kedokteran gigi, khususnya radiologi kedokteran gigi, memberikan landasan penting dalam memahami paparan radiasi, gambaran radiologis, manifestasi klinis oral, serta dampak kerusakan

kelenjar saliva pada pasien. Sementara itu, bidang kedokteran hewan memberikan kontribusi penting melalui pemahaman mengenai model hewan, kultur sel, platelet-derived factors, reproduksi ternak, *stem cell*, serta pendekatan translasi dari penelitian preklinis menuju aplikasi klinis.

Secara sistematis, buku ini membahas tujuh bab utama, dimulai dari pendahuluan mengenai radiasi ionisasi dan tantangan kerusakan kelenjar saliva, anatomi dan fisiologi kelenjar saliva, patofisiologi defek kelenjar saliva akibat radiasi, dasar biologi *mesenchymal stem cells*, aplikasi *mesenchymal stem cells* pada regenerasi kelenjar saliva, peran model hewan dan reproduksi ternak dalam pendekatan translasi, hingga prospek klinis, tantangan keamanan, regulasi, komersialisasi, dan masa depan terapi *mesenchymal stem cells*. Alur pembahasan tersebut diharapkan dapat memberikan pemahaman yang runtut, ilmiah, dan aplikatif bagi pembaca.

Kami berharap buku ini dapat menjadi referensi bagi mahasiswa, dosen, peneliti, dokter gigi, dokter gigi spesialis radiologi kedokteran gigi, dokter hewan, akademisi biomedis, praktisi kedokteran regeneratif, serta semua pihak yang memiliki minat terhadap pengembangan terapi inovatif berbasis *stem cell*. Selain itu, buku ini diharapkan dapat menjadi inspirasi untuk penelitian kolaboratif lintas disiplin, pengembangan publikasi ilmiah, proposal riset, inovasi produk biomedis, serta hilirisasi terapi regeneratif berbasis bukti.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, inspirasi, dan kontribusi dalam penyusunan buku ini. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, pendidikan, penelitian, dan pelayanan kesehatan, khususnya dalam bidang regenerasi kelenjar saliva akibat radiasi ionisasi.

Surabaya, 15 Mei 2026

Prof. Dr. Muhammad Luthfi, drg., M.Kes., PBO.
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Airlangga

Daftar Isi

v Prakata

vii Kata Pengantar

Daftar Gambar

Daftar Tabel

1 **Bab 1**
Radiasi Ionisasi dan Kerusakan Kelenjar Saliva: Tantangan Terapi Regeneratif dalam Dunia Kedokteran

1.1 Aplikasi Klinis Radiasi Ionisasi dalam Bidang Kedokteran Gigi dan Onkologi Kepala-Leher (Orofasial), 3
1.2 Dampak Biologis Radiasi Ionisasi terhadap Jaringan Sehat, 8
1.3 Kelenjar saliva sebagai organ radiosensitif, 11
1.4 Xerostomia, hiposalivasi, dan penurunan kualitas hidup pasien, 15
1.5 Keterbatasan Terapi Konvensional pada Defek Kelenjar Saliva, 17
1.6 Urgensi Pendekatan Regeneratif Berbasis *Stem cell*, 22
1.7 Kontribusi Lintas Bidang: Radiologi Kedokteran Gigi, Stem cell, dan Biomedis Veteriner, 25

29 **Bab 2**
Anatomi, Histologi, dan Fisiologi Kelenjar Saliva

2.1 Anatomi Kelenjar Saliva Mayor dan Minor, 30
2.2 Struktur Histologis Asinus, Duktus, dan Jaringan Penunjang, 33
2.3 Mekanisme Produksi dan Sekresi Saliva, 36
2.4 Komposisi Saliva dan Fungsi Biologisnya, 38
2.5 Peran Saliva dalam Kesehatan Rongga Mulut, 40
2.6 Regulasi Neural dan Hormonal Sekresi Saliva, 42
2.7 Perubahan Morfofungsional Kelenjar Saliva Akibat Cedera Jaringan, 45

47 **Bab 3**
Patofisiologi Defek Kelenjar Saliva Akibat Radiasi Ionisasi

3.1 Prinsip Dasar Radiasi Ionisasi, 49
3.2 Interaksi Radiasi dengan Jaringan Biologis, 50
3.3 Pembentukan Reactive Oxygen Species dan Stres Oksidatif, 53
3.4 Kerusakan DNA, Apoptosis, dan Nekrosis Sel Kelenjar Saliva, 55
3.5 Inflamasi Kronis dan Fibrosis Jaringan Kelenjar, 57
3.6 Gangguan Vaskularisasi dan Mikro Lingkungan Jaringan, 60
3.7 Biomarker Kerusakan Kelenjar Saliva Pasca Radiasi, 62
3.8 Gambaran Radiologis dan Klinis Kerusakan Kelenjar Saliva, 64

67 **Bab 4**
***Mesenchymal Stem Cells*: Dasar Biologi dan Potensi Regeneratif**

4.1 Definisi dan karakteristik *mesenchymal stem cells*, 69
4.2 Sumber *Mesenchymal stem cells*: Sumsum Tulang, Adiposa, Dental Tissue, Umbilical Cord, dan Jaringan Hewan, 71
4.3 Karakterisasi *Mesenchymal stem cells*: Marker Permukaan dan Kemampuan Diferensiasi, 73
4.4 Mekanisme *Parakrin Mesenchymal stem cells* dalam Perbaikan Jaringan, 76
4.5 Efek Imunomodulator, Antiinflamasi, dan Antiapoptosis *Mesenchymal Stem Cells,* 79
4.6 Peran *Extracellular Vesicles* dan *Exosome* dari *Mesenchymal Stem Cells,* 81
4.7 Potensi *Mesenchymal Stem Cells* dalam Regenerasi Jaringan Rongga Mulut, 83
4.8 Keunggulan dan Keterbatasan *Mesenchymal stem cells* sebagai Terapi Regeneratif, 86

89 **Bab 5**
Aplikasi *Mesenchymal Stem Cells* pada Regenerasi Kelenjar Saliva Akibat Radiasi

5.1 Rasional Penggunaan *Mesenchymal stem cells* pada Kerusakan Kelenjar Saliva, 91
5.2 Mekanisme *Mesenchymal stem cells* dalam Memperbaiki Jaringan Kelenjar Saliva, 94
5.3 Stimulasi Angiogenesis dan Perbaikan Mikro Lingkungan Jaringan, 97
5.4 Reduksi Stres Oksidatif, Inflamasi, dan Fibrosis, 100
5.5 Potensi Diferensiasi *Mesenchymal stem cells* Menjadi Sel Mirip Asinar dan Duktal, 102
5.6 Peran *Secretome, Conditioned Medium*, dan *Exosome Mesenchymal Stem Cells,* 105

5.7 Strategi Pemberian *Mesenchymal stem cells*: Lokal, Intraglandular, Intravena, dan *Scaffold-Based Delivery,* 107
5.8 Evaluasi Keberhasilan Terapi: Volume Saliva, Histologi, Biomarker, dan Pencitraan, 110

113 **Bab 6**
Model Hewan, Reproduksi Ternak, dan Pendekatan Translasi *Stem Cell*

6.1 Peran Model Hewan dalam Penelitian Regenerasi Kelenjar Saliva, 115
6.2 Hewan Coba Dalam Studi Radiasi dan Terapi *Mesenchymal stem cells,* 118
6.3 Prinsip Etik Penggunaan Hewan dalam Penelitian Biomedis, 120
6.4 Isolasi dan Kultur *Mesenchymal stem cells* dari Jaringan Hewan, 123
6.5 Pengalaman *Stem cell* dalam Kedokteran Hewan dan Reproduksi Ternak, 126
6.6 *Mesenchymal stem cells*, *Platelet-Derived Factors*, dan Regenerasi Jaringan Reproduksi, 129
6.7 Relevansi Ilmu Reproduksi Veteriner terhadap Biologi *Stem cell,* 132
6.8 Dari Laboratorium Hewan Menuju Aplikasi Klinis Manusia: Konsep *Translational Medicine,* 135
6.9 Peluang Kolaborasi Kedokteran Gigi dan Kedokteran Hewan dalam Riset *Mesenchymal Stem Cells,* 136

141 **Bab 7**
Prospek Klinis, Tantangan, Regulasi, dan Masa Depan Terapi *Mesenchymal Stem Cells*

7.1 Perkembangan Terapi *Mesenchymal stem cells* dalam Kedokteran Regeneratif, 143
7.2 Tantangan Keamanan: Tumorigenisitas, Imunogenisitas, dan Stabilitas Sel, 144
7.3 Standardisasi Isolasi, Ekspansi, Karakterisasi, dan Penyimpanan *Mesenchymal stem cells,* 146
7.4 *Good Manufacturing Practice* dalam Produksi *Mesenchymal stem cells,* 150
7.5 Regulasi Terapi *Stem cell* di Indonesia dan Dunia, 152
7.6 Tantangan Translasi dari Penelitian Preklinis ke Uji Klinis, 154
7.7 Peluang Komersialisasi Produk Berbasis *Mesenchymal stem cells*, *Secretome*, dan *Exosome,* 155
7.8 Integrasi Radiologi, Biomarker, dan Kecerdasan Buatan untuk Monitoring Terapi, 157
7.9 Arah Masa Depan: *Personalized Regenerative Therapy* untuk Defek Kelenjar Saliva, 159
7.10 Kesimpulan Umum dan Rekomendasi Pengembangan Riset Kolaboratif, 162

163 Daftar Pustaka
175 Glosarium
195 Indeks
201 Profil Penulis

Daftar Gambar

6 **Gambar 1.1**
Skema perbedaan penggunaan radiasi ionisasi pada radiologi diagnostik dental dan radioterapi kepala-leher.

10 **Gambar 1.2**
Fibrosis Kelenjar Saliva sebagai Dampak Cedera Jaringan Kronis Pascaradiasi. Panel A menunjukkan kelenjar saliva sehat dengan sel asinar sekretori, sel duktal, fibroblas, dan matriks ekstraseluler/ECM yang tersusun normal sehingga mendukung produksi dan aliran saliva.

13 **Gambar 1.3**
Struktur Anatomi dan Unit Fungsional Kelenjar Saliva sebagai Organ Radiosensitif

19 **Gambar 1.4**
Terapi Konvensional pada Defek Kelenjar Saliva dan Target Kerjanya.

24 **Gambar 1.5**
Mekanisme terapi *extracellular vesicles* yang berasal dari *Mesenchymal stem cells* (Msc-Evs) dalam memperbaiki kerusakan jaringan akibat radiasi

32 **Gambar 2.**1
Anatomi Kelenjar Saliva Mayor dan Duktusnya pada Rongga Mulut

33 **Gambar 2.2**
Distribusi Kelenjar Saliva Minor pada Rongga Mulut dan Palatum

35 **Gambar 2.3**
Struktur Utama Kelenjar Saliva Mayor dan Unit Fungsionalnya

38 **Gambar 2.4**
Proses Morfogenesis Kelenjar Saliva Sejak Tahap Embrionik Hingga Dewasa

44 **Gambar 2.5**
Jalur Refleks Salivasi Melalui Regulasi Saraf Otonom

52 **Gambar 3.1**
Interaksi radiasi pengion dengan jaringan biologis melalui efek langsung dan tidak langsung

54 **Gambar 3.2**
Siklus Kerusakan ROS-Mitokondria-Ca^{2+} pada Kelenjar Saliva Pascaradiasi

57 **Gambar 3.3**
Skema Kerusakan DNA Akibat Radiasi dan Jalur Apoptosis pada Sel Asinar Kelenjar Saliva

59 **Gambar 3.4**
Skema Siklus Senescence–Inflamasi–Fibrosis pada Kelenjar Saliva Pascaradiasi

62 **Gambar 3.5**
Gambaran Histopatologi Fibrosis pada Penyakit Kelenjar Saliva. Panel A. Fibrosis pada sialadenitis kelenjar submandibular dengan pewarnaan hematoxylin–eosin/H&E.

64 **Gambar 3.6**
Jalur Sinyal Apoptosis, Autofagi, dan Proliferasi pada Atrofi Kelenjar Saliva akibat Ligasi Duktus

75 **Gambar 4.1**
Flowchart Karakterisasi *Mesenchymal Stem Cells* dari Isolasi hingga Uji Kualitas

78 **Gambar 4.2**
Mekanisme Regenerasi Kelenjar Saliva Setelah De-ligasi Duktus

80 **Gambar 4.3**
Aktivitas Imunomodulator dan Regeneratif *Mesenchymal Stem Cells* serta Vesikel Ekstraselulernya pada Penyakit Inflamasi dan Degeneratif

85 **Gambar 4.4**
Sumber dan Potensi Regeneratif *Stem Cell* Rongga Mulut dalam Perbaikan Jaringan Dental, Periodontal, dan Ekstraoral

93 **Gambar 5.1**
Paradigma klinis penggunaan *mesenchymal stem cells* autologus untuk regenerasi kelenjar saliva

96 **Gambar 5.2**
Plastisitas Seluler dan Fase Regenerasi Kelenjar Saliva Setelah Cedera Radiasi.

99 **Gambar 5.3**
Peran *Mesenchymal stem cells* secretome dalam stimulasi angiogenesis dan perbaikan mikro lingkungan jaringan

101 **Gambar 5.4**
Progresi Kerusakan Kelenjar Saliva Pascaradioterapi: Hubungan Kerusakan DNA, Inflamasi, Fibrosis, dan Hipofungsi Saliva

104 **Gambar 5.5**
Skema Diferensiasi *Mesenchymal stem cells* Menuju Fenotipe Mirip Asinar dan Duktal dalam Kultur 3D.

109 **Gambar 5.6**
Diagram Rute Pemberian *Mesenchymal stem cells* untuk Regenerasi Kelenjar Saliva

117 **Gambar 6.1**
Model Hewan Iradiasi untuk Evaluasi Terapi *Mesenchymal stem cells* pada Regenerasi Kelenjar Saliva

119 **Gambar 6.2**
Model Rodensia untuk Induksi Kerusakan Kelenjar Saliva melalui Radiasi dan Ligasi Duktus

122 **Gambar 6.3**
Alur etik penelitian hewan: desain studi → persetujuan etik → pelaksanaan → monitoring → pelaporan ARRIVE.

125 **Gambar 6.4**
Alur Isolasi, Kultur, Karakterisasi, dan Standardisasi *Mesenchymal Stem Cells* dari Jaringan Hewan

128 **Gambar 6.5**
Diagram Hubungan Pengalaman *Stem cell* Veteriner dengan Regenerasi Kelenjar Saliva Manusia

131 **Gambar 6.6**
Mekanisme PRP dan MSC *Secretome* dalam Regenerasi Ovarium

134 **Gambar 6.7**
Relevansi Ilmu Reproduksi Veteriner dalam Studi Pluripotent *Stem cells* dan Pembentukan Blastoid Mamalia

138 **Gambar 6.8**
Peluang kolaborasi kedokteran gigi dan kedokteran hewan dalam riset *mesenchymal stem cells* berbasis pendekatan one health

145 **Gambar 7.1**
Alur Isolasi dan Manufaktur *Mesenchymal stem cells* Tertutup–Otomatis untuk Menunjang Keamanan Produk Seluler

148 **Gambar 7.2**
Mekanisme Kriopreservasi Sel

149 **Gambar 7.3**
Alur Standardisasi Produk *Mesenchymal stem cells* dari Isolasi hingga Aplikasi Klinis

151 **Gambar 7.4**
Platform produksi *mesenchymal stem cells* klinis berbasis GMP dengan sistem tertutup dan otomatis

154 **Gambar 7.5**
Alur Regulasi Terapi *Mesenchymal Stem Cells* dari Pengembangan Preklinis hingga Izin Edar dan Pemantauan Pascapemasaran

158 **Gambar 7.6**
Skema AI dalam Prediksi Risiko Xerostomia dan Respons Terapi *Mesenchymal Stem cells*

161 **Gambar 7.7**
Komponen Bioengineering untuk *Personalized Regenerative Therapy* pada Defek Kelenjar Saliva

Daftar Tabel

7 **Tabel 1.1**
Perbandingan Radiasi Diagnostik Dental dan Radioterapi Kepala-Leher.

14 **Tabel 1.2**
Perbedaan Xerostomia dan Hiposalivasi.

21 **Tabel 1.3**
Terapi Konvensional Xerostomia dan Keterbatasannya.

28 **Tabel 1.4**
Kontribusi Lintas Bidang dalam Buku *Mesenchymal stem cells* dan Defek Kelenjar Saliva Akibat Radiasi Ionisasi.

35 **Tabel 2.1**
Struktur Histologis Kelenjar Saliva dan Fungsinya.

40 **Tabel 2.2**
Komposisi Utama Saliva dan Fungsi Biologisnya.

50 **Tabel 3.1**
Prinsip Dasar Radiasi Ionisasi dan Relevansinya terhadap Kelenjar Saliva.

56 **Tabel 3.2**
Bentuk Kematian dan Disfungsi Sel Kelenjar Saliva Akibat Radiasi.

59 **Tabel 3.2**
Inflamasi dan Fibrosis pada Kelenjar Saliva Pascaradiasi.

66 **Tabel 3.2**
Gambaran Klinis dan Radiologis Kerusakan Kelenjar Saliva Pascaradiasi.

70 **Tabel 4.1**
Karakteristik Dasar *Mesenchymal stem cells.*

73 **Tabel 4.2**
Perbandingan Sumber *Mesenchymal stem cells* dan Relevansinya.

83 **Tabel 4.3**
Peran *Mesenchymal stem cells*-Derived EV/Exosome dalam Regenerasi Jaringan.

88 **Tabel 4.4**
Keunggulan dan Keterbatasan *Mesenchymal stem cells* sebagai Terapi Regeneratif.

107 **Tabel 5.1**
Perbandingan *Mesenchymal Stem Cells*, *Secretome*, *Conditioned Medium*, dan *Exosome*.

112 **Tabel 5.2**
Evaluasi keberhasilan terapi *mesenchymal stem cells* pada kelenjar saliva pascaradiasi.

120 **Tabel 6.1**
Hewan Coba dalam Studi Radiasi dan Terapi *Mesenchymal stem cells* Kelenjar Saliva.

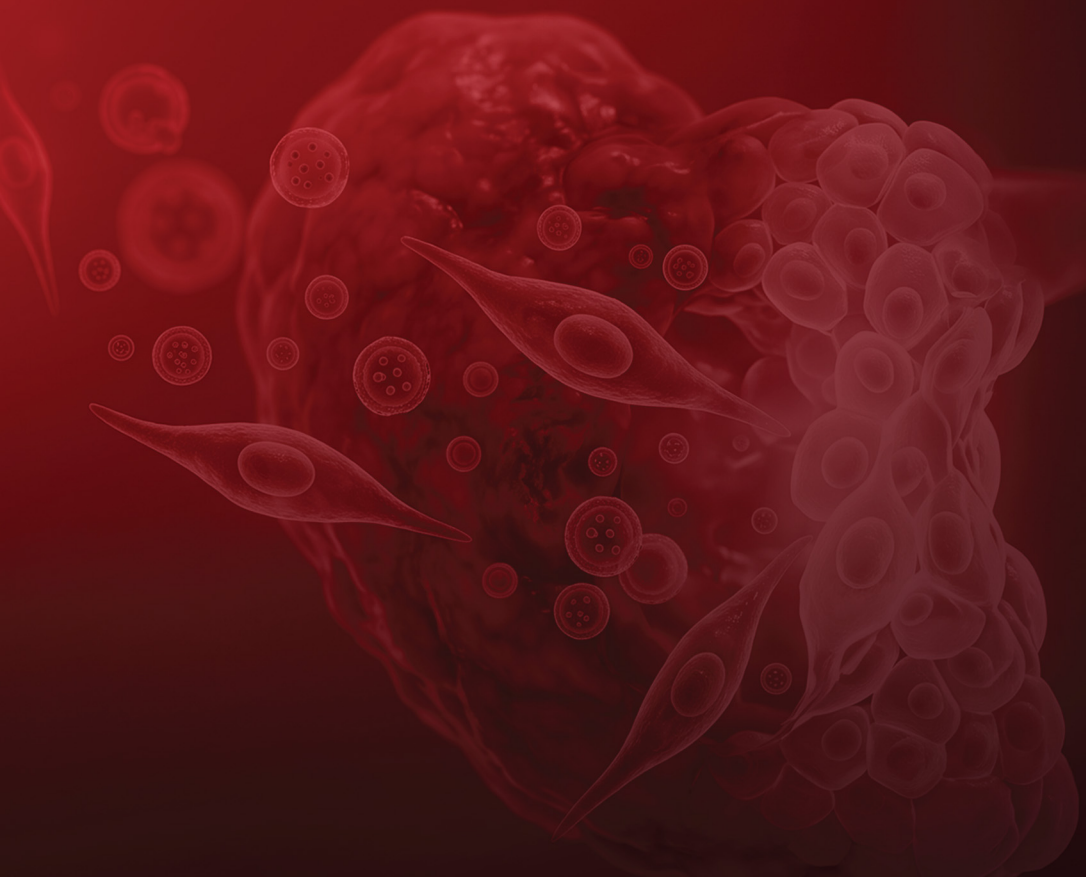
132 **Tabel 6.2**
Mesenchymal stem cells, Platelet-Derived Factors, dan Target Regenerasi.

153 **Tabel 7.1**
Perbandingan Kerangka Regulasi Terapi *Stem Cell.*

156 **Tabel 7.2**
Peluang Komersialisasi Produk *Mesenchymal stem cells, Secretome*, dan *Exosome.*

Mesenchymal Stem Cells

Pendekatan Regeneratif pada Kerusakan Kelenjar Saliva akibat Radiasi Ionisasi



Airlangga University Press

ISBN 978-634-7497-95-6

Pusat Penerbitan dan Percetakan Universitas Airlangga
Gedung AUP Kampus C Unair Mulyorejo, Surabaya 60115
Laman: https://omp.unair.ac.id ; e-mail: adm@aup.unair.ac.id