



PIDATO PENGUKUHAN

REKAYASA JARINGAN SEBAGAI INOVASI TERAPI
DI BIDANG ORTHOPAEDI

Prof. Dr. Ferdiansyah, dr., Sp.OT (K)



UNIVERSITAS AIRLANGGA
Excellence with Morality



Disampaikan pada
Pengukuhan Jabatan Guru Besar
dalam Bidang Ilmu Orthopaedi dan Traumatologi
pada Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga di Surabaya
pada Hari Rabu, Tanggal 28 Desember 2022

REKAYASA JARINGAN SEBAGAI INOVASI TERAPI DI BIDANG ORTHOPAEDI



Disampaikan pada Pengukuhan Jabatan Guru Besar
dalam Bidang Ilmu Orthopaedi dan Traumatologi
pada Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
di Surabaya pada Hari Rabu, Tanggal 28 Desember 2022

Oleh

FERDIANSYAH



Bismillaahir Rahmaanirr Rahiim

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua,

Yang Terhormat,

Ketua dan Anggota Majelis Wali Amanat Universitas Airlangga,
 Rektor dan para Wakil Rektor Universitas Airlangga,
 Ketua dan Anggota Senat Akademik Universitas Airlangga,
 Para Guru Besar Universitas Airlangga dan Guru Besar Tamu,
 Para Dekan dan Wakil Dekan di Lingkungan Universitas Airlangga,
 Para Direktur, Ketua Badan, dan Lembaga di Lingkungan Universitas Airlangga,
 Direksi Rumah Sakit Universitas Airlangga,
 Direksi Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Soetomo,
 Para Kolega, rekan, keluarga, undangan, dan hadirin yang saya muliakan.

Pada hari yang penuh berkah dan berbahagia ini, izinkanlah saya untuk mengajak seluruh hadirin untuk memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kita dapat menghadiri **Sidang Universitas Airlangga** dalam keadaan sehat walafiat. Tidak lupa pula sholawat dan salam semoga selalu terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Perkenankanlah saya untuk menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kesediaan dan waktu para hadirin yang berkenan untuk menghadiri dan mengikuti acara Pengukuhan Guru Besar pada hari ini. Baik secara luring maupun secara daring.

Dalam kesempatan ini, perkenankanlah saya menyampaikan pidato pengukuhan sesuai bidang ilmu **Orthopaedi dan Traumatologi** yang saya tekuni, yang berjudul:

REKAYASA JARINGAN SEBAGAI INOVASI TERAPI DI BIDANG ORTHOPAEDI

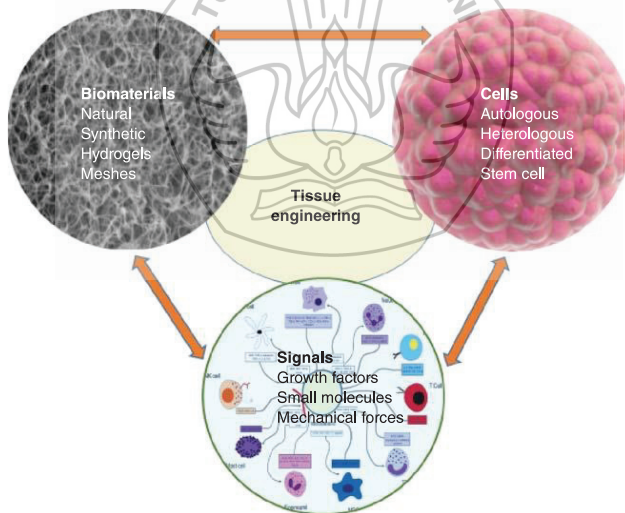
Hadirin yang saya muliakan,

Pada tahun 2010, saya mendapat kehormatan dari Rektor Universitas Airlangga untuk menyampaikan orasi pada Dies Natalis Universitas Airlangga ke-56 dengan judul “Ilmu Kedokteran Regeneratif (*Regenerative Medicine*) Inovasi Terapi Masa Depan”. Orasi ini terkait dengan hasil penelitian saya saat menempuh studi S3 yang merupakan awal dari pengembangan penelitian sel punca (*stem cells*) di Surabaya. Topik di atas kemudian dirumuskan bersama dengan Staf pendidik di Departemen Orthopaedi dan Traumatologi sehingga menjadi *road map* penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk alat kesehatan maupun kebijakan baru dalam diagnosis sampai ke terapi. Pada kesempatan yang sangat baik ini, saya akan menyampaikan perkembangan terbaru dari metode terapi ini. Saya akan menyampaikan orasi dalam tiga bagian, pertama adalah pengertian tentang rekayasa jaringan, kedua problem-problem terkait kelainan di bidang orthopaedi yang masih sulit diterapi dengan metode terapi saat ini sehingga diperlukan terapi dengan pendekatan rekayasa jaringan, serta yang ketiga adalah pencapaian yang telah dicapai dengan metode rekayasa jaringan.

Hadirin yang saya hormati,

Dewasa ini, ilmu kedokteran regeneratif sedang berkembang dengan sangat pesat. Tujuan utama dari ilmu kedokteran

regeneratif adalah melakukan regenerasi pada jaringan atau organ yang rusak oleh karena trauma atau berbagai macam penyakit. Regenerasi jaringan atau organ yang rusak sangat berbeda hasilnya dengan *repair* (penyembuhan) yang klasik. *Repair* merupakan proses penyembuhan kerusakan pada jaringan atau organ melalui terbentuknya jaringan ikat (sikatrik). Penyembuhan jaringan atau organ dengan cara *repair* akan tetap mempertahankan integritas jaringan atau organ, namun dapat menyebabkan gangguan atau menurunnya fungsi tergantung dari luasnya jaringan ikat (sikatrik) yang terbentuk. Sementara itu, regenerasi adalah proses penyembuhan jaringan atau organ yang mengalami kerusakan dengan terbentuknya kembali struktur normal dari jaringan atau organ. Regenerasi akan mengembalikan fungsi jaringan atau organ yang mengalami kerusakan⁽¹⁻³⁾.



Gambar 1. Triad rekayasa jaringan terdiri dari sel, sinyal (kimia berupa faktor-faktor pertumbuhan atau fisik dengan bioreaktor), dan *scaffold* yang berfungsi sebagai pola untuk pembentukan jaringan yang memungkinkan sel untuk migrasi, melekat, dan menghasilkan jaringan fungsional⁽⁵⁻⁷⁾.

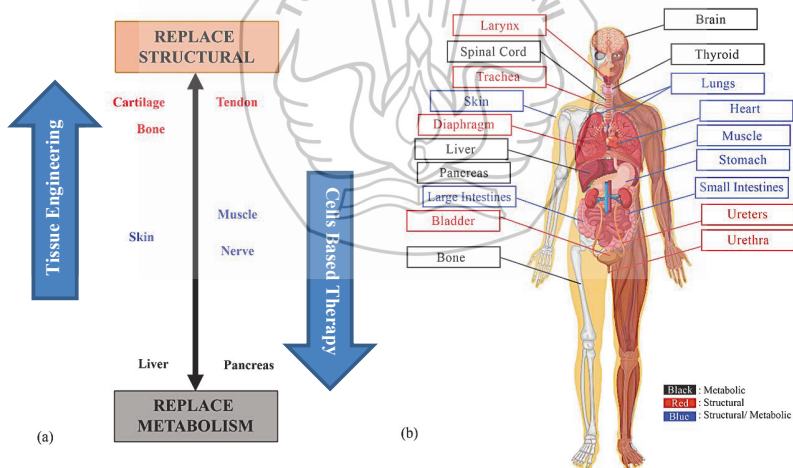
Rekayasa jaringan (*tissue engineering*) adalah metode terapi yang menggunakan kombinasi sel-sel hidup, biomaterial yang kompatibel sebagai struktur (*scaffold*), dan protein (contoh: *growth factors*). Terminologi ilmu kedokteran regeneratif (*regenerative medicine* – RM) dan rekayasa jaringan (*tissue engineering* - TE) kerap saling tertukar, tetapi sebenarnya rekayasa jaringan merupakan bagian dari ilmu kedokteran regeneratif yang ruang lingkupnya lebih luas ^(1,4). *Triad* rekayasa jaringan terdiri dari sel, sinyal dan *scaffold* tampak seperti pada gambar 1.

Jaringan dan organ pada tubuh manusia bisa dibagi dalam tiga kelompok menurut fungsi utamanya. Pertama adalah sekelompok organ yang mempunyai fungsi utama dalam mengatur regulasi fungsi tubuh melalui sel yang memproduksi berbagai jenis protein-protein serta ion-ion. Kerusakan organ seperti otak, *medula spinalis*, *glandula tiroid*, liver, dan pankreas akan menimbulkan gangguan fungsi tubuh akibat terganggunya metabolisme sel yang menghasilkan serangkaian protein-protein dan ion-ion yang berfungsi sebagai regulasi fungsi tubuh manusia. Kedua, jaringan atau organ yang mempunyai dua fungsi utama, yaitu selnya mempunyai fungsi regulasi tubuh, sedangkan strukturnya dibutuhkan untuk kegunaan tertentu. Kelompok jaringan atau organ ini adalah jantung, kulit, otot, gaster, usus kecil, dan usus besar serta tulang. Tulang juga memiliki dua fungsi, yaitu sebagai kerangka tubuh manusia, dan di sisi lain sel-selnya sangat dibutuhkan untuk metabolisme kalsium. Ketiga, laring, trakea, diafragma, kandung kemih, ureter, dan uretra yang fungsi utamanya sebagai saluran dari sistem tubuh manusia, sedangkan fungsi selnya minimal.

Strategi pendekatan terapi pada ilmu kedokteran regeneratif sangat bergantung dari jaringan atau organ apa yang mengalami kerusakan oleh berbagai penyakit dan juga besarnya *defect* yang terjadi. Strategi tersebut terdiri dari ⁽⁶⁾:

- Terapi sel, baik dengan sel punca maupun sel matur (*cells-based therapy*);
- Penggunaan biomaterial, baik natural maupun sintetis untuk rekonstruksi; dan
- Implantasi komposit biomaterial dengan sel punca maupun sekretomnya.

Strategi terapi ke-2 dan ke-3 disebut sebagai rekayasa jaringan. Strategi terakhir paling sering dihubungkan dengan konsep rekayasa jaringan, dengan menggunakan sel hidup yang ditanamkan pada *scaffold* baik natural maupun sintetis untuk membuat bagian dari jaringan atau organ untuk diimplantasikan. Strategi pendekatan terapi pada kedokteran regeneratif dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Strategi pendekatan terapi pada kedokteran regeneratif. Terapi sel (*cells-based therapy*) digunakan untuk memperbaiki fungsi sel dari organ yang mengalami kerusakan, sedangkan rekayasa jaringan digunakan terutama untuk memperbaiki kerusakan struktur pada tubuh manusia ^(1,8).

Hadirin yang saya muliakan,

Seperti yang telah saya sampaikan di atas, komponen penting dalam rekayasa jaringan adalah biomaterial (*scaffold*), sel, dan protein (*growth factors*).

Definisi biomaterial menurut *European Society for Biomaterials* (ESB) adalah material yang ditujukan untuk berhubungan dengan sistem biologi untuk evaluasi, terapi, memperkuat atau mengganti jaringan, organ atau fungsi tubuh (*material intended to interface with biological systems to evaluate, treat, augment or replace any tissue, organ or function of the body*). Kegunaan biomaterial bergeser dari yang tadinya hanya untuk berinteraksi dengan tubuh menjadi memengaruhi proses biologi ke arah tujuan dari rekayasa jaringan ^(6,9). Selain itu, menurut sumbernya, biomaterial dibagi menjadi natural dan sintetik, sedangkan menurut kemampuan degradasi, dibagi menjadi dapat terdegradasi dan non-terdegradasi. *Scaffold* atau biomaterial yang digunakan pada rekayasa jaringan memiliki peran sebagai:

- a. Tempat melekatnya sel dan juga migrasi;
- b. Mengumpulkan dan menyediakan faktor-faktor biokimia;
- c. Lingkungan berpori untuk difusi nutrisi, produksi protein, dan pembuangan sampah;
- d. Secara mekanik bersifat kaku atau fleksibel tergantung kebutuhan.

Perbedaan sifat biomaterial natural dan sintetik ditunjukkan pada Table 1 di bawah ini ^(7,10,11).

Tabel 1. Perbandingan sifat scaffold natural dengan sintetik pada rekayasa jaringan ⁽¹¹⁾.

Karakteristik	Biomaterial Natural	Biomaterial Sintetik	Referensi
Penyimpanan jangka panjang	Menunjukkan degradasi dalam kondisi penyimpanan jangka panjang	Tahan lama dan stabilitas penyimpanan meningkat	Bhattacharai <i>et al.</i> (2006) ⁽¹²⁾ ; Fernandes <i>et al.</i> (2010) ⁽¹³⁾
Imunogenisitas	Antigen dihilangkan selama deselularisasi.	Variabel tidak diketahui tergantung pada material	He <i>et al.</i> (2009) ⁽¹⁴⁾ ; Nicholas <i>et al.</i> (2013) ⁽¹⁵⁾
Reproduksibilitas	Struktur asli sangat resistan; ada variabilitas yang tinggi antara donor <i>scaffold</i> .	Struktur sangat kompleks; Kemungkinan kontrol yang tinggi	Berkland <i>et al.</i> (2002) ⁽¹⁶⁾ ; Chen <i>et al.</i> (2009) ⁽¹⁷⁾ ; He <i>et al.</i> (2009) ⁽¹⁴⁾
Diferensiasi	Mempertahankan tempat pengikatan integrin	Tergantung pada <i>scaffold</i> yang direkayasa, oleh karena itu tidak memiliki tempat pengikatan integrin spesifik	Adelow <i>et al.</i> (2008) ⁽¹⁸⁾
Biokompatibilitas	Variatif (tergantung pada sumber bahan)	Kompatibilitas yang sangat buruk	Souza <i>et al.</i> (2010) ⁽¹⁹⁾
Biodegradabilitas	Tingkat degradasi yang tidak ditentukan.	Biodegradabilitas yang buruk; hasil degradasi berpotensi toksik	Souza <i>et al.</i> (2010) ⁽¹⁹⁾

Hadirin yang saya hormati,

Penggunaan biomaterial natural (yang selanjutnya disebut sebagai jaringan) dalam terapi kerusakan organ atau jaringan dapat digolongkan sebagai pencangkokan (transplantasi). Berbeda dengan transplantasi organ, jumlah prosedur transplantasi jaringan jauh lebih banyak, dan yang dicangkokkan hanya matrik dari jaringan tanpa melibatkan sel, sehingga tidak menimbulkan masalah penolakan oleh resipien. Biomaterial yang terbaik adalah

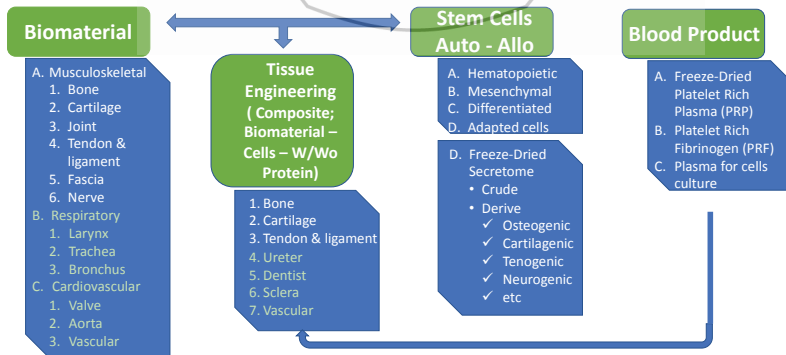
biomaterial natural, yang dalam hal ini berasal dari donor manusia dan bisa juga berasal dari hewan. Jenis biomaterial ini bisa berupa tulang, kartilago, tendon, kulit, trakea, perikardium, dan lain-lain. Perbedaan lain dari organ, jaringan tidak harus segera dicangkokkan, sehingga bisa diproses dan disimpan untuk kemudian digunakan di lain hari.

Tempat untuk menyimpan jaringan donor disebut sebagai Bank Jaringan. Bank Jaringan adalah institusi yang memberikan atau berhubungan dengan pelayanan jaringan yang berasal dari donor hidup atau jenazah untuk kegunaan transplantasi. Pelayanan Bank Jaringan meliputi penyaringan calon donor, pengambilan jaringan, pengolahan jaringan, sterilisasi, penyimpanan, pemberian label, dan distribusi. Bank Jaringan menjadi penghubung atau menjembatani antara resipien yang membutuhkan jaringan dengan donor yang menyumbangkan jaringan tubuhnya. Fungsi utama bank jaringan adalah menyediakan berbagai tipe jaringan yang berkualitas dan aman untuk resipien ⁽²⁰⁾.

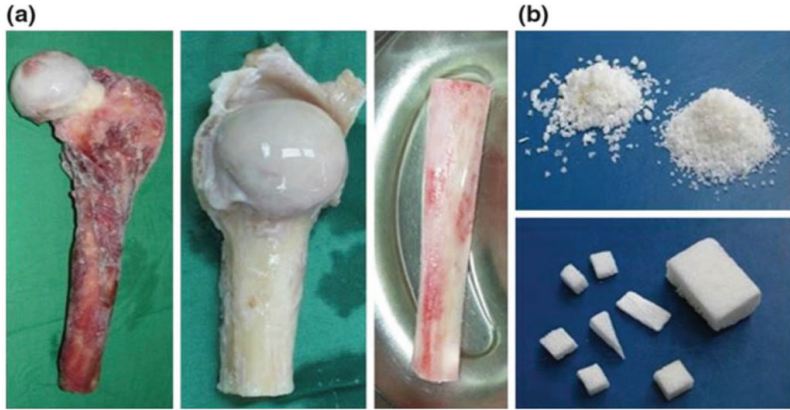
RSUD Dr. Soetomo memiliki bank jaringan yang diberi nama Instalasi Bank Jaringan dan Sel yang telah berdiri sejak tahun 1990. Pada fase awal disebut bank tulang karena hanya memproduksi jaringan tulang yang berasal dari donor hidup dan jenazah. Dengan tambahan sumber daya manusia dan sarana serta prasarana bank tulang, kemudian mulai memproduksi jaringan lunak manusia seperti tendon, ligamentum, duramater, dan membran amnion. Oleh karena itu, sejak tahun 2000 berubah nama menjadi Pusat Biomaterial – Bank Jaringan RSUD Dr. Soetomo. Pada tahun 2008, kultur pertama sel punca mesenkimial berhasil dilakukan. Selanjutnya, pada tahun 2011 berkolaborasi dengan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga dan Lembaga Penyakit Tropik membentuk Pusat Kedokteran Regeneratif dan Sel Punca. Untuk menyesuaikan dengan perkembangan yang terjadi, Pusat Biomaterial – Bank Jaringan berubah nama menjadi

Instalasi Bank Jaringan dan Sel. Instalasi Bank Jaringan dan Sel RSUD Dr. Soetomo memproduksi berbagai jenis jaringan tubuh manusia seperti jaringan *deep-frozen* meliputi tulang, sendi, membran amnion, fascia, duramater tendon, dan ligamentum, begitu juga jaringan *freeze-dried* seperti membran amnion, tulang, *demineralized bone matrix* (DBM), dan tendon. Karena keterbatasan jumlah donor dari manusia, juga telah dikembangkan biomaterial yang berasal dari hewan, dalam hal ini berasal dari *bovine*. *Bovine* atau tulang sapi merupakan salah satu material pengganti tulang yang berasal dari spesies lain selain manusia (*xenograft*). Biomaterial dari hewan yang telah digunakan luas adalah tulang kanvas dan hidroksiapatit *bovine*, sedangkan yang masih dalam pengembangan adalah kartilago, membran amnion, fascia, perikardium, dan lain-lain. Sejak tahun 2011, instalasi ini mulai memproduksi sel punca mesenkimal beserta turunannya untuk penelitian dan akhir-akhir ini juga mengembangkan produk metabolit sel punca ⁽²⁰⁾. Produk instalasi Bank Jaringan & Sel RSUD Dr. Soetomo seperti tampak pada Gambar 3,4,5,6,7 dan 8.

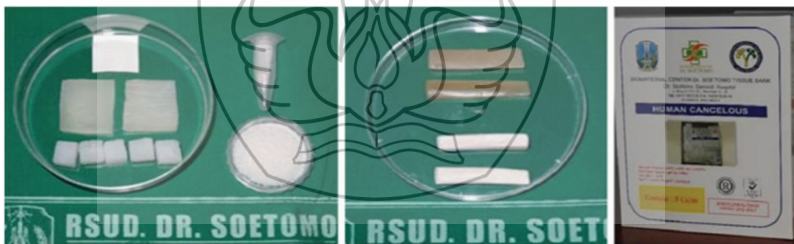
Produk Instalasi Bank Jaringan & Sel RSUD Dr. Soetomo



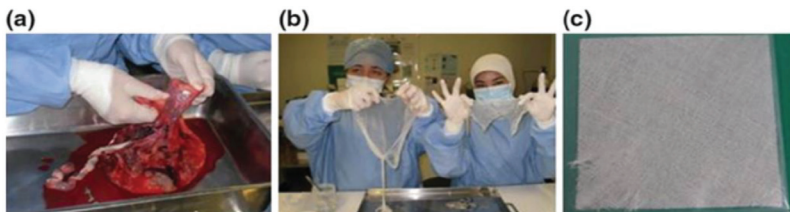
Gambar 3. Produk instalasi Bank Jaringan & Sel RSUD Dr. Soetomo.



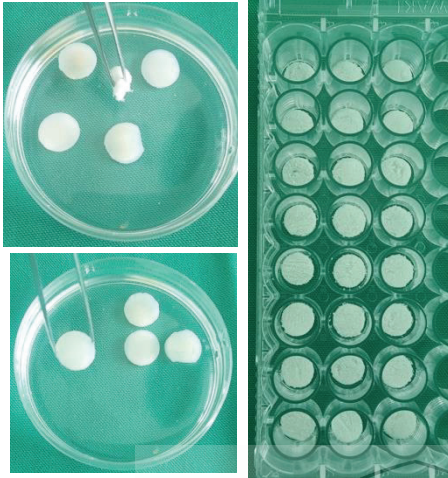
Gambar 4. (A) Kiri dan tengah, *deep-frozen* tulang osteoartikular proksimal femur dan proksimal humerus untuk rekonstruksi tulang *allograft* osteoartikular, kanan *deep-frozen* tulang tibia untuk rekonstruksi tulang interkalari. (B) Berbagai ukuran dan bentuk *freeze-dried* tulang *allograft* ⁽²⁰⁾.



Gambar 5. Berbagai bentuk *demineralized bone matrix* (DBM) *allograft* ⁽²⁰⁾.

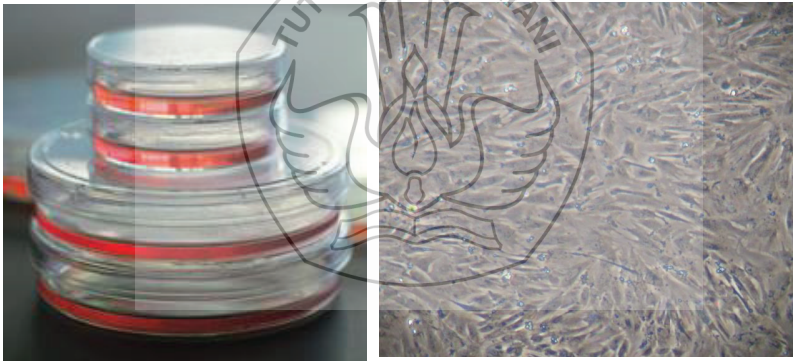


Gambar 6. (A) Plasenta manusia, (B) Pengolahan membran amnion, dan (C) Produk akhir ⁽²⁰⁾.



Gambar 7.

Produk *scaffold* kartilago yang berasal dari *bovine* (sumber: dokumentasi Bank Jaringan)



Gambar 8. Produk sel punca mesenkimal manusia untuk penelitian dan aplikasi klinis (sumber: dokumentasi Bank jaringan)

Hadirin yang saya hormati,

Strategi pada rekayasa jaringan bergantung pada keberadaan sel-sel dari luar, dan sel-sel tersebut memberikan kontribusi dalam reparasi kerusakan atau penyakit jaringan yang efektif, dengan waktu yang lama dan stabil. Agar bisa memenuhi harapan di atas,

terdapat beberapa kriteria yang harus dipertimbangkan berikut ini ⁽²¹⁻²³⁾:

- a. Jumlah sel yang cukup agar memiliki kemampuan untuk reparasi, walaupun jaringan yang dibutuhkan sedikit atau kecil tetapi bisa membutuhkan jutaan sel. Metode terbaik untuk proliferasi dan ekspansi sel serta apakah harus dilakukan *in vitro* dan/atau setelah implantasi harus dipertimbangkan dengan baik.
- b. Kemudahan untuk diakses, seberapa mudah sampel diambil dari jaringan yang sesuai untuk diisolasi. Diferensiasi sel sesuai dengan sel yang dibutuhkan dan memastikan sel agar berfungsi sesuai dengan yang diinginkan seperti sekresi protein ECM, hormon, sitokin-sitokin, dan lain-lain.
- c. Memastikan sel dapat menyesuaikan dengan organisasi 2-3 dimensi dan arsitektur jaringan yang secara struktural dan mekanikal sesuai dengan kebutuhan jaringan aslinya.
- d. Dapat berintegrasi dengan sel-sel asli dan jaringan (meliputi vaskularisasi dan inervasi bila dibutuhkan) dan mengatasi atau meminimalkan risiko penolakan sistem imun.
- e. Pengiriman atau memasukkan sel. Apakah sel dimasukkan langsung atau kombinasi dengan *scaffold* dan bagaimana mereka memengaruhi faktor-faktor lain juga harus dipertimbangkan.

Pada sisi lain, kemampuan untuk memenuhi kriteria di atas bergantung pada kualitas dan sumber sel-sel. Beberapa sumber sel yang berbeda bisa dan telah digunakan untuk reparasi dan regenerasi jaringan berikut, di antaranya:

- a. Sel *mature*, merupakan sel yang telah mengalami diferensiasi berasal dari tubuh pasien sendiri seperti kartilago dan kulit.
- b. Sel punca dewasa (*adult stem cells*) yang diisolasi dari jaringan atau kompartemen tertentu dari pasien atau donor seperti sel

punca mesenkimal (*mesenchymal stem cells* - MSCs) dan sel punca hematopoietik (*haematopoietic stem cells* - HSCs) yang berasal dari *bone marrow*, kelompok sel-sel ini merupakan sel yang paling banyak digunakan.

- c. Sel-sel yang diisolasi dari fetus yang mengalami aborsi seperti sel-sel *embryonic germ* (EG) berasal dari regio gonad yang sedang berkembang pada fetus trimester pertama atau berasal dari jaringan fetus tertentu. Kelompok sel ini sangat jarang digunakan karena sumbernya sangat terbatas.
- d. Sel-sel yang diisolasi dari perkembangan paling awal embrio seperti sel punca embrionik (*embryonic stem cells* - ES) yang berasal dari blastosit. Kelompok sel ini pada beberapa negara tidak diizinkan untuk digunakan karena kontroversi di bidang etik dan agama.
- e. *Induced pluripotent stem cells* (iPSCs), merupakan sel yang berasal dari sel somatik seperti fibroblas yang diproses menggunakan *cocktail of four transcription factors*, yaitu OCT4, SOX2, KLF4, dan MYC disebut juga *Yamanaka factors* dan memiliki sifat seperti sel punca embrionik.

Di antara semua jenis sel diatas, sel punca terutama sel punca dewasa merupakan sel yang memiliki potensi besar untuk digunakan. Sel punca dewasa bisa berasal dari berbagai jaringan dan organ, serta dibagi menjadi dua tipe, yaitu sel punca hematopoietik (*hematopoietic stem cells*/HSCs) dan sel punca mesenkimal (*mesenchymal stem cells*/MSCs). Pada rekayasa jaringan, sel punca yang paling banyak digunakan adalah sel punca mesenkimal. Sel punca dewasa bisa didapatkan dari berbagai sumber dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing (24–26). Kelebihan dan kelemahan MSCs dari berbagai sumber jaringan dijelaskan seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelebihan dan kelemahan MSCs dari berbagai sumber jaringan.

Tipe Sel Punca	Kelemahan	Kelebihan
<i>Bone marrow-derived MSCs</i>	1. Proses pengambilan menimbulkan nyeri 2. Kemampuan proliferasi rendah 3. Risiko infeksi pada tulang 4. Risiko kontaminasi dengan sel-sel ganas	1. Stabilitas tinggi pada kultur 2. Kemudahan pengambilan sel 3. Afinitas yang tinggi untuk diferensiasi menjadi osteoblas dan kondroblas 4. Preparasinya mudah 5. Paling banyak diteliti dan digunakan untuk <i>clinical trial</i>, dan dipertimbangkan sebagai <i>gold standard</i>
<i>Adipose tissue-derived MSCs</i>	1. Tidak dapat diekstraksi dari kasus atrofi lemak berat 2. Kecenderungan tinggi spontan diferensiasi menjadi <i>adiposity</i> 3. Pengambilan dan pemrosesan lebih lama daripada <i>bone marrow MSCs</i> 4. Potensi osteogenik dan kondrogenik lebih inferior dari <i>bone marrow MSCs</i>	1. Jumlah sel punca lebih banyak 1000 kali pada 1 g lemak dibandingkan 1 g <i>bone marrow</i> 2. Pada saat pengambilan lebih tidak nyeri dibandingkan <i>bone marrow</i> 3. Risiko infeksi rendah 4. Mudah diekstraksi 5. Viabilitas sel lebih tinggi 6. Efek immunosupresan lebih kuat daripada <i>MSCs bone marrow</i> 7. Sekresi bebeda <i>angiogenic</i> dan <i>antiapoptotic cytokines</i>
<i>Umbilical cord-derived MSCs</i>	1. Diperlukan tes genomik dan kromosom untuk memeriksa genom yang sehat 2. Potensi osteogenik lebih lemah dibandingkan dengan <i>bone marrow MSCs</i>	1. Akses MSCs ini paling mudah dibanding yang lain 2. Setelah injeksi IV MSCs darah tali pusar lebih cepat berada di paru-paru dari MSCs <i>bone marrow</i> dikarenakan ekspresi molekul <i>adhesive</i> dan <i>glycolipid carbohydrate epitopes</i> 3. Prosedur pengambilan tidak nyeri 4. <i>Self-renewal</i> lebih cepat daripada <i>MSCs bone marrow</i> 5. Memiliki kemampuan unik untuk diferensiasi ke 3 lapisan germinal 6. Hipoimmunogenik 7. Ketersediaan banyak
<i>Peripheral blood MSCs</i>	1. Bukti tentang efikasi tidak banyak 2. Hanya bisa diambil dengan jumlah sedikit dari darah	1. MSCs mudah dan aman diambil dari darah 2. Secara simultan bisa mengambil <i>plasma-rich protein</i>

Pada saat MSCs melakukan aktivitas dalam mengatasi kerusakan jaringan, maka kita perlu mengetahui bagaimana potensi mekanisme kerja mereka dalam melakukan aksi terapinya. Dari beberapa laporan sebelumnya yang telah dipublikasikan tentang mekanisme kerja MSCs dalam menjalankan perannya sebagai penjaga homeostasis jaringan begitu juga sebagai komponen untuk kedokteran regeneratif. Walaupun ada bukti tentang diferensiasi dan penggantian sel, penelitian terakhir menunjukkan dengan kuat bahwa mekanisme aksi MSCs dikaitkan dengan kapasitas migrasi dan efek parakrin serta imunomodulasi ^(27,28).

Hadirin yang saya muliakan,

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan, maka pilar ketiga dari rekayasa jaringan adalah berbagai protein-protein yang dihasilkan oleh sel termasuk sel punca, menunjukkan peran yang lebih besar dalam proses regenerasi jaringan dan organ. Menurut beberapa penelitian, sel punca yang diinjeksikan ke dalam tubuh hanya lebih kurang 1% yang bisa bertahan hidup, walaupun begitu terjadi proses penyembuhan pada kerusakan jaringan dan organ. Proses ini bisa terjadi karena adanya protein yang dihasilkan oleh sel punca yang dapat memfasilitasi penyembuhan jaringan dan organ ^(27,28).

Faktor-faktor yang diproduksi oleh MSCs meliputi faktor-faktor pertumbuhan seperti *hepatocyte growth factor* (HGF), *tumor necrosis factor-inducible gene 6 protein* (TSG6), *vascular endothelial growth factor* (VEGF), bFGF, *insulin-like growth factor 1* (IGF-1), *chemokine (C-C motif) ligand 2* (CCL-2), *epidermal growth factor* (EGF), *platelet-derived growth factor* (PDGF), juga IL-6, TGF- β , *prostaglandin E2*, IDO, dan SDF-1. Secara bersama-sama faktor-faktor yang disekresi ini bisa menghambat respon inflamasi, memicu proses *angiogenic*, promosi endotelial, aktivitas fibroblas,

dan memfasilitasi proliferasi serta diferensiasi sel-sel progenitor ke dalam jaringan *in situ*. Hasil dari berbagai penelitian tentang efikasi sekretom yang dihasilkan oleh sel punca mendorong penggunaan kombinasi sekretom saja tanpa melibatkan sel punca (*cells free therapy*)^(21,29).

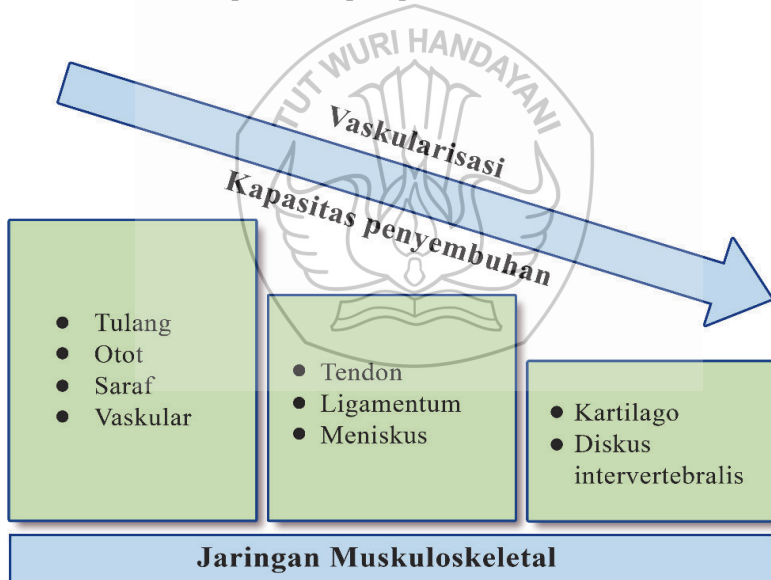
Hadirin yang saya muliakan,

Sistem muskuloskeletal adalah salah satu sistem di tubuh manusia yang memiliki fungsi utama untuk menggerakkan tubuh, melindungi organ vital, dan sebagai bagian dari metabolisme kalsium dan fosfat. Sistem ini terdiri dari tulang, kartilago, otot, tendon, ligamentum, saraf, dan pembuluh darah.

Orthopaedi adalah cabang ilmu kedokteran yang fokus pada promosi, pencegahan, terapi penyakit, dan trauma sistem muskuloskeletal dengan cara pembedahan, medikamentosa, dan terapi fisik.

Cedera atau kerusakan pada jaringan muskuloskeletal memberikan respon yang berbeda tergantung penyebab cedera dan jenis jaringan yang terlibat. Dalam kondisi normal, tulang merupakan salah satu dari sedikit jaringan tubuh manusia yang bisa regenerasi secara sempurna, di mana jaringan yang terbentuk adalah jaringan tulang seperti aslinya, tanpa membentuk jaringan sikatrik. Tentu saja regenerasi sempurna harus didukung oleh berbagai faktor yang terlibat, seperti potensi sel punca yang ada di periosteum dan endosteum tulang, imobilisasi (baik interna maupun eksterna), serta rehabilitasi. Walaupun begitu, masih terdapat gangguan penyembuhan tulang seperti *delayed union* dan *nunion* dengan angka kejadian 5-10%, ditambah lagi dengan *critical sized defect* oleh karena penyakit pada tulang. Penyembuhan jaringan muskuloskeletal lainnya, hampir sama

dengan penyembuhan cedera pada sebagian besar jaringan dan organ tubuh manusia, di mana jaringan yang terbentuk adalah jaringan sikatrik (jaringan ikat). Pada penyembuhan dengan jaringan sikatrik ini akan menimbulkan gangguan fungsi dari jaringan yang terlibat, yang berat ringannya tergantung dari besarnya jaringan sikatrik. Beberapa Jaringan muskuloskeletal mendapat aliran darah yang minimal bahkan avaskular, sehingga kemampuan penyembuhan menjadi sangat minimal hingga tidak punya kemampuan untuk penyembuhan sama sekali, contoh jaringan ini adalah kartilago dan diskus intervertebralis ⁽¹⁾. Korelasi antara vaskularisasi dan kapasitas penyembuhan jaringan musculoskeletal seperti tampak pada Gambar 9.

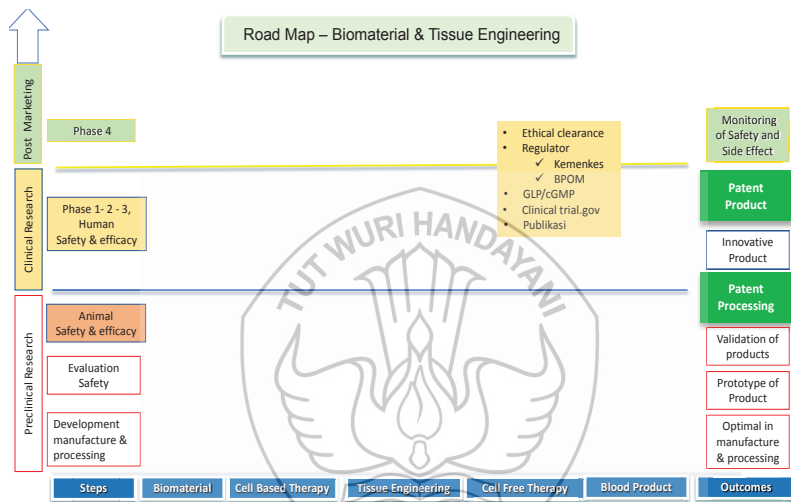


Gambar 9. Korelasi antara vaskularisasi dan kapasitas penyembuhan jaringan muskuloskeletal, semakin ke kanan semakin jelek. Tulang merupakan pengecualian, sebab dalam kondisi normal dapat melakukan regenerasi sempurna dengan membentuk jaringan tulang kembali ⁽¹⁾.

Terapi yang menjadi standar baku (*gold standard*) untuk gangguan penyembuhan atau *defect* pada sistem muskuloskeletal adalah transplantasi jaringan dengan sumber donor dari jaringan tubuh pasien sendiri (*autograft*). Sumber donor ini memiliki keuntungan sekaligus memiliki kekurangan sehingga pada banyak kasus tidak dapat dilakukan. Kekurangan utama *autograft* adalah menambah morbiditas akan operasi pengambilan *autograft* (perdarahan, nyeri dan infeksi), juga terbatas dalam ukuran dan bentuk. Alternatif berikutnya yang banyak digunakan adalah *allograft* yang didapatkan dari donor dan *xenograft* dari hewan, di mana kedua jenis *graft* ini banyak memberi kontribusi dalam terapi *defect* muskuloskeletal, dan juga keduanya telah banyak digunakan dalam praktek klinik. Material sintetis juga telah banyak digunakan, walaupun masih banyak tantangan untuk membuat material yang *inert* dan memiliki sifat yang sama dengan target jaringan yang dituju (*biomimicking*). Pada kondisi-kondisi tertentu terapi berdasarkan material saja tidak cukup, sehingga diperlukan penambahan faktor-faktor pertumbuhan yang bisa menginduksi sel residen dan memiliki kemampuan untuk memperbaiki lingkungan mikro yang rusak. Penggunaan faktor-faktor pertumbuhan ini walaupun sudah lama diperkenalkan, tetapi sampai saat ini penggunaannya sangat terbatas. Hal ini disebabkan karena beberapa hal, seperti penentuan dosis yang sulit, pada saat proses penyembuhan merupakan orkestrasi dari banyak faktor-faktor pertumbuhan sehingga pemberian hanya satu faktor pertumbuhan diragukan keefektifitasannya, serta harganya yang mahal. Perkembangan terbaru dalam penanganan *defect* muskuloskeletal yang sulit dan menimbulkan kecacatan adalah dengan penggunaan biomaterial (*scaffold*), sel punca, dan protein yang menjadi dasar dari rekayasa jaringan ⁽¹⁾.

Dalam rangka merealisasikan harapan untuk dapat menggunakan metode rekayasa jaringan dalam terapi di bidang

orthopaedi, maka saya bersama beberapa kolega telah membuat *road map* penelitian yang terstruktur berkelanjutan mulai dari ilmu dasar sampai uji klinik (Gambar 10). Tujuan dari pembuatan *road map* ini adalah menghasilkan produk dalam negeri yang unggul untuk menggantikan produk yang selama ini diimpor dari luar negeri.



Gambar 10. Skema *road map* penelitian biomaterial dan rekayasa jaringan yang saat ini sedang berjalan.

Agar *road map* penelitian bisa berjalan dengan baik, maka dilakukan pembagian tugas yang dalam pelaksanaannya yaitu dengan membentuk group penelitian untuk pengembangan rekayasa jaringan sebagai terapi pada kelainan tulang, kartilago, dan jaringan yang lunak yang dipimpin oleh pakar di bidangnya masing-masing dengan melibatkan peserta didik dokter spesialis orthopaedi (PPDS), serta berkolaborasi dengan berbagai pakar di luar bidang orthopaedi yang keilmuannya dibutuhkan dalam pengembangan produk terkait.

Hadirin yang saya hormati,

Dalam penelitian rekayasa jaringan ini, saya mendapat tugas untuk mengembangkan penelitian yang berkaitan dengan pengembangan *bone graft* pada tulang. Karena keterbatasan akan biomaterial (jaringan – *scaffold*) yang berasal dari manusia, maka kita mengembangkan biomaterial pengganti tulang yang berasal dari tulang sapi. Sesuai dengan *road map* yang telah disusun yang bertujuan untuk bisa menghasilkan produk, maka penelitian dimulai dengan melakukan uji karakterisasi fisika, kimia, dan mekanik dari komposisi tulang sapi, dilanjutkan dengan uji biokompatibilitas (*in vitro*), kemudian melakukan percobaan menggunakan hewan coba (*in vivo*), dan pada fase akhir dilakukan uji klinik sesuai dengan persyaratan yang ditentukan oleh regulator alat kesehatan yaitu dari Kementerian Kesehatan (Kemenkes) untuk memperoleh izin produksi dan izin edar. Pendanaan dalam penelitian ini sebagian besar berasal dari dana mandiri dan juga program pendanaan riset dari pemerintah melalui Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP). Pada awalnya kita melakukan penelitian dengan menggunakan kombinasi biomaterial dan *stem cells*, tetapi komposit ini memerlukan biaya besar dan juga sulit untuk didistribusikan karena mengandung sel hidup. Tantangan ini mendorong banyak penelitian dengan menggunakan hanya protein yang dihasilkan sel punca saja yaitu sekretom (*cells free therapy*)⁽³⁰⁾.

Selain bidang ilmu orthopaedi, beberapa bidang ilmu lain dalam kelompok bedah juga telah memulai penelitian rekayasa jaringan, seperti bidang ilmu bedah toraks kardiovaskular, mata, obstetri dan ginekologi, dan juga dari kedokteran gigi.

Hadirin yang saya muliakan,

Instalasi Bank Jaringan dan Sel RSUD Dr. Soetomo telah melayani dan mendistribusikan berbagai biomaterial (jaringan) dari donor secara terbatas ke seluruh Indonesia. Produknya berupa berbagai jenis bentuk tulang, jaringan lunak, serta membran amnion.

Pengembangan produk lebih lanjut dalam mengatasi kelangkaan jaringan dari donor manusia yakni dengan



Gambar 11. Pemenang penghargaan karya anak bangsa dalam bidang farmasi dan alat kesehatan.

mengembangkan produk alternatif *bone graft* yang berasal dari tulang sapi. Setelah melalui beberapa tahap penelitian yang berkelanjutan, maka grup riset tentang rekayasa jaringan tulang telah selesai dilakukan dengan menghasilkan beberapa publikasi dan telah diproduksi masal oleh mitra industri farmasi sebagai produk unggulan dalam negeri. Pada peringatan Hari Kesehatan Nasional tahun 2019, produk *bone graft* pengganti tulang yang berasal dari sapi telah mendapat penghargaan dari pemerintah (Gambar 11).

Penelitian ini masih terus berlanjut dengan membuat berbagai bentuk dan jenis *bone graft* yang dikombinasikan dengan sekretom dari sel punca ⁽³⁰⁾.

Hadirin yang saya muliakan,

Sebagai kesimpulan isi pidato saya, rekayasa jaringan merupakan metode baru yang akan menjadi harapan pasien dalam pengobatan gangguan orthopaedi meliputi kerusakan jaringan bahkan organ yang saat ini belum bisa disembuhkan dengan metode yang tersedia. Metode ini merupakan kombinasi antara biomaterial sebagai *scaffold*, sel (termasuk sel punca), dan protein. Hasil penelitian dari rekayasa jaringan dalam bidang orthopaedi yang telah berlangsung sudah mulai menghasilkan produk dan sebagian sudah dalam tahap uji klinik.

Kolaborasi antara RSUD Dr. Soetomo dengan semua fasilitasnya termasuk Instalasi Bank Jaringan dan Sel, Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga beserta seluruh fasilitasnya, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sel Punca Universitas Airlangga yang telah berjalan baik, perlu terus ditingkatkan untuk menghasilkan produk-produk anak bangsa dalam rangka memenuhi kebutuhan pasien di negara kita. Perlu memperkuat beberapa grup penelitian multidisiplin yang sudah ada terutama

dari sisi fasilitas dan pendanaan sehingga *road map* penelitian diharapkan dapat menghasilkan produk-produk unggulan dalam negeri, khususnya di bidang orthopaedi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Hadirin yang saya hormati,

Sebelum mengakhiri pidato ini, perkenankan saya mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan ridho, rahmat, taufiq, hidayah dan karunia-Nya yang tak terhingga kepada kami sekeluarga, sehingga saya dapat mencapai jabatan sebagai Guru Besar. Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pemerintah Republik Indonesia dalam hal ini kepada bapak Menteri Pendidikan dan Kebudayaan **Nadiem Anwar Makarim, B.A., M.B.A.** dan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi **Prof. Ir. Nizam, M.Sc., DIC., Ph.D.** yang telah menyetujui pengangkatan saya sebagai Guru Besar dalam bidang Ilmu Orthopaedi dan Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga.

Kepada yang terhormat Rektor Universitas Airlangga, **Prof. Dr. M. Nasih, S.E., MT., Ak., CMA.**, Para Wakil Rektor, **Prof. Dr. Dra. Ni Nyoman Tri Puspaningsih, M.Si**, **Prof. Dr. Muhammad Madyan, S.E., M.Si, M.Fin.**; **Prof. Dr. Bambang Sektiari Lukiswanto, drh., DEA.**; dan **Prof. Muhammad Miftahussurur, dr., M.Kes., Sp.PD, Ph.D.** atas dukungan, fasilitas dan memberikan persetujuan pengusulan pengangkatan saya sebagai Guru Besar.

Kepada yang terhormat Ketua Senat Akademik Universitas Airlangga **Prof. Djoko Santoso, dr., Ph.D., Sp.PD-KGH, FINASIM.** dan Sekretaris Senat Akademik beserta seluruh anggota, Sekretaris Universitas **Dr. Drs. Koko Srimulyo,**

M.Si. serta Direktur Sumberdaya Manusia Universitas Airlangga **Dr. Ir. Endang Dewi Masithah MP**, dan tim yang telah banyak membantu, mengusulkan dan menyetujui untuk pengangkatan saya sebagai Guru Besar.

Tak lupa terima kasih saya sampaikan kepada **Prof. Dr. Kuntaman, dr., M.S., Sp.MK(K)**, **Prof. Dr. Dwi Setyawan, S.Si., M.Si., Prof. Win Darmanto, M.Si., Ph.D.** beserta Tim PAK yang telah *me-review* berkas saya. Terima kasih yang tulus juga saya sampaikan kepada *peer-reviewers* karya ilmiah kepada **Prof. Dr. Bambang Prijambodo, dr., Sp.B., Sp.OT(K)** dan **Prof. Soenarto Reksoprawiro, dr., Sp.B(K)Onk** yang selama ini selalu memotivasi dan membantu usulan Guru Besar saya.

Kepada yang terhormat Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga periode tahun 2020-2025, **Prof. Dr. H. Budi Santoso, dr., Sp.OG, SubSp. F.E.R**, beserta Wakil Dekan I **Dr. Achmad Chusnul Romdoni, Sp. THT**, Wakil Dekan II **Dr. Hanik Badriyah Hidayati, dr., Sp. S(K)**, dan Wakil Dekan III **Dr. Sulistyawati, dr., M.Kes**, Ketua Badan Pertimbangan Fakultas **Prof. Dr. Nasronudin, dr., Sp.PD., K-PTI., FINASIM.** dan seluruh anggota yang telah menyetujui dan mengusulkan kenaikan jabatan akademik saya ke jenjang Guru Besar.

Saya sampaikan rasa terima kasih kepada Direktur Rumah Sakit Umum Dr. Soetomo **Dr. Joni Wahyuhadi, dr., Sp.BS(K)** beserta Plt. Wakil Direktur Umum dan Operasional serta Wakil Direktur Pendidikan Profesi, Penelitian dan Sumber Daya Manusia **Prof. Dr. Cita Rosita S. Prakoeswa, dr., Sp.KK(K), FINSVD., FAADV.**, Wakil Direktur Perencanaan dan Keuangan **Primada Kusumaninggar, drg., M.Kes.**, Wakil Direktur Pelayanan Medik dan Keperawatan **Prof. Dr. Anang Endaryanto, dr., Sp.A (K)** beserta jajarannya, yang telah banyak memberi dukungan, perhatian, dan bantuannya dalam proses pengusulan sampai pengukuhan hari ini.

Kepada Tim promotor disertasi saya saat menyelesaikan S3 saya haturkan banyak terimakasih kepada (alm) **Prof. Dr. Djoko Roeshadi dr., Sp.B., Sp.OT(K)**, Co-Promotor saya yaitu **Prof. Dr. Fedik Abdul Rantam, drh., M.Sc.**, dan **Prof. Dr. Aulanni'am, drh., DES.** yang dengan telaten dan sabar dalam membimbing saya selama pendidikan S3 sampai saat ini.

Terima kasih kepada seluruh guru saya sejak Pendidikan Taman Kanak-Kanak, SD, SMP, SMA, serta seluruh dosen dan guru dalam Pendidikan Kedokteran jenjang Sarjana Kedokteran, Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret, Pendidikan Spesialis Orthopaedi dan Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga serta para dosen dan guru dalam jenjang S3 Ilmu Kedokteran Universitas Airlangga.

Terima kasih juga saya haturkan kepada yang terhormat guru dan senior saya dari Departemen Orthopaedi & Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga / RSUD Dr. Soetomo, **Prof. I Putu Sukarna, dr., Sp.B., Sp.OT(K)**; (alm) **Prof. Djoko Roeshadi dr., Sp. B., Sp.OT(K)**, (alm) **Prof. Dr. Achmad Sjarwani, dr., Sp.B., Sp.OT(K)**; (alm) **Satrio, dr., Sp.B., Sp.OT(K)**; **Prof. Dr. Bambang Prijambodo, dr., Sp.B., Sp.OTK**; (alm) **Abdurrahman, dr., Sp.OT(K)**; **Herman Santoso, dr., Sp.OT, M.Sc.**; **Bagyo S. Winoto, dr. Sp. B., Sp.OT**; rekan kerja saya **I Ketut Martiana, dr., Sp.OT(K)**, **Erwin Ramawan, dr., Sp.OT(K)**, **Dr. Komang Agung Irianto Suryaningrat, dr., Sp.OT(K)**, **Dr. Heri Suroto, dr., Sp.OT(K)**, **Prof. Dr. Nicolaas C. Budhiparama, dr., PhD, SpOT (K)**, **FICS**, **Prof. Dr. Dwikora Novembri Utomo, dr., Sp.OT(K)**, **Dr. Mohammad Zaim Chilmi, dr., Sp.OT(K)**, **Tri Wahyu Martanto, dr., Sp.OT(K)**, **Dr. Mouli Edward, dr., M.Kes., Sp.OT(K)**, **Teddy Heri Wardhana, dr., Sp.OT(K)**, **Dr. Lukas Widhiyanto, dr., Sp.OT(K)**, **Andre Triadi Desnantyo, dr., Sp.OT(K)**, **Primadenny Ariesa Airlangga, dr., M.Si.**

Sp.OT(K), (alm) Sulis Bayu Sentono, dr., M.Kes., Sp.OT(K), Jeffry Andrianus, dr., Sp.OT(K), Pramono Ari Wibowo, dr., Sp.OT(K), M. Hardian Basuki, dr., Sp.OT(K), Aries Rakhmat Hidayat, dr. Sp.OT(K), Kukuh Dwiputra Hernugrahanto, dr., Sp.OT(K), Jifaldi Afrian Maharaja, dr., Sp.OT(K), Arif Zulkarnain, dr., Sp.OT(K), Hizbillah Yazid, dr., M.Ked-Klin., Sp.OT(K), dan staf dari Universitas Airlangga: Yunus, dr., Sp.OT(K), Faesal, dr., Sp.OT(K), Erezza Rahadiansyah, dr., Sp.OT, Udria Satya, dr., Sp.OT(K), dan Yoki Surya, dr., Sp.OT. yang telah bekerja sama mendorong dan mendoakan saya ke jenjang akademik sebagai Guru Besar saya ucapkan terima kasih yang tak terhingga.

Terima kasih kepada guru – guru saya di lingkungan bedah **Prof. Dr. Med. H. Puruhito, dr., Sp. B-TKV; Prof. H. Abdus Sjukur, dr., Sp.B-KBD; Prof. Sunarto Reksoprawiro, dr., Sp. B(K). Onk.; Prof. Dr. Paul L. Tahalele, dr., FCTS., Sp. B-BTKV (K); Prof. Paulus Sutanto Wibowo, dr., Sp. B(K); Prof. R. Martatko Marwowitz, dr., Sp. B(K), Onk.; Prof. Muhammad Sjaifuddin Noer, dr., Sp. B., Sp. BP-RE(K); Prof. David S. Perdanakusuma, dr., Sp. BP-RE(K); Prof. Dr. Djohansjah Marzoeqi, dr., Sp. BP-RE(K); Prof. Dr. Abdul Hafid Bajamal, dr., Sp. BS.; Prof. Dr. Soetojo, dr., Sp. U(K); (alm) Prof. Dr. Sunarjo Hardjowijoto, dr., Sp. B, Sp. U(K); dan Prof. Dr. Doddy M. Soebadi, dr., Sp.B, Sp.U(K); Prof. Dr. Sabilal Alif, dr., Sp. U(K) serta seluruh staf pengajar bedah lainnya yang selalu memotivasi mendukung dan memberikan bimbingan sejak menjadi Peserta Program Pendidikan Spesialis (PPDS) sampai menjadi Guru Besar.**

Tak lupa kepada semua sekretaris di Departemen Orthopaedi dan Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo: **Dra. Soeparti, Suwignyo, Suudi, Yuyun Herastutik, Titiek Widarti, Diyansari, Yusniar Dwi Hapsari,**

Linta Meyla Putri, Agrippina Waya R.G, Agisa Prawesti, Ari Rahmat Santoso, Okta Anggraini, Kalya Awindya S. P., Kiki Lintang Sari, yang telah banyak membantu dan mendukung saya dalam banyak kegiatan.

Berbagai riset terutama tentang rekayasa jaringan yang telah kami lakukan, tidak dapat lepas dari dukungan berbagai pihak. Untuk itu, terima kasih tak terhingga saya haturkan kepada Kepala Instalasi Bank Jaringan dan Sel RSUD Dr. Soetomo: **Dr. Heri Suroto, dr., Sp.OT(K)** seluruh staf Bank Jaringan RSUD Dr. Soetomo serta **Prof. Dr. Fedik Abdul Rantam, drh., M.Sc.** beserta Tim Stem Cell Research and Development Universitas Airlangga.

Terima kasih pada Tim Medik Patologi Muskuloskeletal RSUD Dr. Soetomo-FK Unair: **Prof. Dr. Ami Ashariati, dr., SpPD, K-HOM, Paulus Rahardjo, dr., Sp.Rad(K), Sjahjenny Mustokoweni, dr., Sp.PA(K), Dr. Sri Andreani Utomo, dr., Sp.Rad(K), Dyah Erawati, dr., Sp.Rad(K) Onk. Rad, Ulinta P. Pasaribu, dr., Sp.Rad(K) Onk.Rad, Dr. Rosy Setiawati, dr., Sp.Rad(K), Dr. Mouli Edward, dr., M. Kes., Sp.OT(K), M. Hardian Basuki, dr., Sp.OT(K), Yunus, dr., Sp.OT(K)** dan anggota tim yang lain serta kepada pengurus dan anggota **Perhimpunan Dokter Spesialis Orthopaedi dan Traumatologi Indonesia (PABOI)**, pengurus dan anggota **Kolegium Orthopaedi dan Traumatologi Indonesia (KOTI)**, seluruh jajaran kepengurusan **Perhimpunan Tumor Muskuloskeletal Indonesia (PERTUMSI)**, **Perhimpunan Onkologi Muskuloskeletal Indonesia (POMSI)**, serta keluarga besar **Alumni Orthopaedi Surabaya (AOS)** atas dukungan, perhatian, kerjasama dan bantuannya dalam proses pengusulan sampai pengukuhan hari ini.

Pada kesempatan ini, izinkan saya menghaturkan terima kasih kepada almarhum ayah saya tercinta **Kolonel Pol. Purn.**

Mahyudin D.S. dan ibunda saya tercinta, **Ibu Damsiar** yang telah mendidik dan mencintai putra-putrinya dengan kasih sayang sehingga mampu menjadi manusia yang baik dan bermanfaat. Semoga Allah SWT memberikan ampunan dan tempat yang terbaik di sisi-Nya. Tentunya ucapan terima kasih tak terhingga kepada Almarhum bapak dan ibu mertua: **Sardjono Soeripto, S.H.** dan **Hj. Roesmirah** yang telah *men-support* putra-putrinya untuk menjadi manusia yang lebih baik.

Terima kasih yang tak terhingga saya sampaikan kepada istri saya **Dr. Rahayu Setyaningsih, dr., Sp.KFR(K)** yang dengan penuh kesabaran selalu mendorong, menyemangati, dan memotivasi saya dalam menempuh pendidikan, sejak pendidikan Dokter, Dokter Spesialis, dan Doktor, juga untuk putri saya **Fadhilah Rahmah Pratiwi, dr.; Haniyah Puti Alimah, dr.,** serta menantu **Muhammad Erfan Supradhono, B. Com., S.E., M.A.,** dan cucu saya tercinta **Rania Parmadita Supradhono,** semoga Allah selalu menjaga dalam kebaikan dan dimuliakan dunia akhirat.

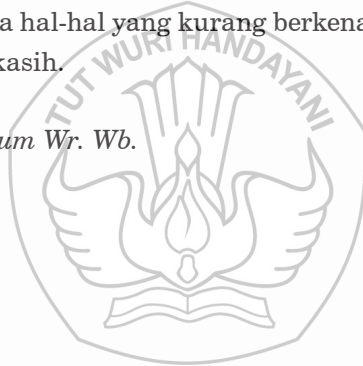
Terima kasih juga atas dukungan dan kasih sayang yang selama ini diberikan oleh saudara kandung saya **Ir. Yenny Mahdadwita** beserta suami **Ir. Yonrizal; Ir. Fery Triansyah** beserta istri **drg. Urstetti; Ir. Mahyunirsyah** beserta istri **Ina, S.E.; Darwinsyah, S.Kom.** beserta istri **Rafika S.E.,** dan saudara ipar saya **Dra. Rosita Mulyaningsih, Sp.FRS** beserta suami **Ir. Parseno, M.T., Rustamaji Hendrawan, S.H., M.Kn.** beserta istri **Dr. Dra. Reni Windiani, M.S., Herlina Ratnaningsih, S.E., S.H., Himawan Mulyoarjo, S.E.** beserta istri **Deasy Paramasari, S.E., Rustarti Suri Pertiwi, S.E., Akt., M.B.A,** beserta keponakan dan seluruh keluarga besar atas kasih sayang dan *support*-nya selama ini.

Terselenggaranya acara pada hari ini tidak lepas dari kerja sama luar biasa dari panitia, untuk itu saya haturkan terima kasih

atas arahan Sekretaris Universitas Airlangga, dan Ketua Panitia beserta seluruh panitia dan Tim Paduan Suara yang telah bekerja keras untuk kesuksesan acara sidang universitas ini. Terakhir, saya ucapkan rasa hormat dan terima kasih pada seluruh guru, senior, sejawat, teman, dan sahabat yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, atas seluruh dukungan selama ini. Semoga Allah SWT membalas seluruh kebaikan yang saya terima dengan berlipat. Amiin YRA.

Akhirnya, kepada semua hadirin yang telah berkenan meluangkan waktu dan bersabar mendengarkan pidato pengukuhan Guru Besar pada hari ini, saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya dan disertai permohonan maaf sekiranya ada hal-hal yang kurang berkenan di hati hadirin sekalian. Terima kasih.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.



DAFTAR PUSTAKA

1. Mahyudin F. Orthopaedic Tissue Engineering: Inovasi Tata Laksana Penyakit Muskuloskeletal. Suroto H, Utomo DN, editors. Surabaya: Airlangga University Press; 2020.
2. Mason C, Dunnill P. A brief definition of regenerative medicine. Vol. 3, Regenerative medicine. England; 2008. p. 1–5.
3. Sampogna G, Guraya S, Forgione A. Regenerative medicine: Historical roots and potential strategies in modern medicine. *J Microsc Ultrastruct*. 2015 May 18;3.
4. Shafiee A, Atala A. Tissue Engineering: Toward a New Era of Medicine. *Annu Rev Med*. 2017 Jan 14;68(1):29–40.
5. O'Brien FJ. Biomaterials & scaffolds for tissue engineering. *Materials Today*. 2011;14(3):88–95.
6. Mhanna R, Hasan A. Introduction to Tissue Engineering. In: *Tissue Engineering for Artificial Organs*. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; 2017. p. 1–34.
7. Mahyudin F. Graf Tulang & Material Pengganti Tulang Karakteristik dan Strategi Aplikasi Klinis. Utomo DN, editor. Surabaya: Airlangga University Press; 2018.
8. Saltzman WM. Tissue Engineering: Engineering Principles for the Design of Replacement Organs and Tissues. 2004.
9. Tatara AM, Mikos AG. Tissue engineering in orthopaedics. *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume*. 2016;98(13):1132–9.
10. Hussey GS, Dziki JL, Badylak SF. Extracellular matrix-based materials for regenerative medicine. *Nat Rev Mater*. 2018;
11. Alaribe FN, Manoto S, Motaung SCKM. Scaffolds from biomaterials: Advantages and limitations in bone and tissue engineering. *Biologia (Bratisl)*. 2016;71(4):353–66.
12. Bhattarai SR, Bhattarai N, Yi HK, Hwang PH, Cha D il, Kim HY. Novel biodegradable electrospun membrane: scaffold for tissue engineering. *Biomaterials*. 2004;25(13):2595–602.
13. Fernandes H, Mentink A, Bank R, Stoop R, van Blitterswijk C, de Boer J. Endogenous collagen influences differentiation of human multipotent mesenchymal stromal cells. *Tissue Eng Part A*. 2010;16(5):1693–702.

14. He L, Liu B, Xipeng G, Xie G, Liao S, Quan D, et al. Microstructure and properties of nano-fibrous PCL-b-PLLA scaffolds for cartilage tissue engineering. *Eur Cell Mater.* 2009;18:63–74.
15. Nichols JE, Niles J, Riddle M, Vargas G, Schilagard T, Ma L, et al. Production and assessment of decellularized pig and human lung scaffolds. *Tissue Eng Part A.* 2013;19(17–18):2045–62.
16. Berklund C, King M, Cox A, Kim KK, Pack DW. Precise control of PLG microsphere size provides enhanced control of drug release rate. *Journal of controlled release.* 2002;82(1):137–47.
17. Chen J, Xu J, Wang A, Zheng M. Scaffolds for tendon and ligament repair: review of the efficacy of commercial products. *Expert Rev Med Devices.* 2009;6(1):61–73.
18. Adelöw C, Segura T, Hubbell JA, Frey P. The effect of enzymatically degradable poly (ethylene glycol) hydrogels on smooth muscle cell phenotype. *Biomaterials.* 2008;29(3):314–26.
19. Souza GR, Molina JR, Raphael RM, Ozawa MG, Stark DJ, Levin CS, et al. Three-dimensional tissue culture based on magnetic cell levitation. *Nat Nanotechnol.* 2010;5(4):291–6.
20. Mahyudin F, Suroto H. Tissue Bank and Tissue Engineering. In: Mahyudin F, Hermawan H, editors. *Biomaterials and Medical Devices A Perspective from an Emerging Country.* Springer; 2016. p. 207.
21. Jimenez-Puerta GJ, Marchal JA, López-Ruiz E, Gálvez-Martín P. Role of Mesenchymal Stromal Cells as Therapeutic Agents: Potential Mechanisms of Action and Implications in Their Clinical Use. *J Clin Med.* 2020;9(2):445.
22. Oryan A, Kamali A, Moshirib A, Eslaminejad MB. Role of Mesenchymal Stem Cells in Bone Regenerative Medicine: What Is the Evidence? *Cells Tissues Organs.* 2017;204(2):59–83.
23. Rantam FA, Purwati, Mahyudin F, Bumi C. Homing Mesenchymal Stem Cells (MSCs). In: Rantam FA, Mahyudin F, Purwati, editors. *Stem Cell Mesenchymal, Hematopoetik, dan Model Aplikasi. Kedua.* Surabaya: Airlangga University Press; 2014. p. 45–56.
24. Rantam FA, Mahyudin F, Purwati, Edward M, Martanto TW. Biologi, Teknis, dan Kultur Bone Marrow Mesenchymal Stem Cell (MSCs). In: Rantam FA, Mahyudin F, Purwati, editors. *Stem Cell*

- Mesenchymal, Hematopoetik, dan Model Aplikasi. Kedua. Surabaya: Airlangga University Press; 2014. p. 23–44.
25. Mahyudin F. Bone Marrow Stem Cell: Sumber & Potensial Aplikasi Klinis. In: Rantam FA, Mahyudin F, Purwati, editors. Stem Cell Mesenchymal, Hematopoetik, dan Model Aplikasi. Kedua. Surabaya: Airlangga University Press; 2014. p. 93–102.
 26. Kfoury Y, Scadden DT. Mesenchymal cell contributions to the stem cell niche. *Cell Stem Cell*. 2015;16(3):239–53.
 27. Caplan AI. Mesenchymal stem cells: time to change the name! *Stem Cells Transl Med*. 2017;6(6):1445–51.
 28. Fu Y, Sui B, Xiang L, Yan X, Wu D, Shi S, et al. Emerging understanding of apoptosis in mediating mesenchymal stem cell therapy. *Cell Death Dis*. 2021;12(6):1–12.
 29. Fu Y, Karbaat L, Wu L, Leijten J, Both SK, Karperien M. Trophic Effects of Mesenchymal Stem Cells. 2017;23(6):515–29.
 30. Warindra T, Edward M, Hernugrahanto KD, Rantam FA, Mahyudin F, Basuki MH, et al. Implantation of bovine hydroxyapatite and secretome with different oxygen concentration may improve massive bone defect regeneration: An experimental study on animal model. *J Biomater Appl* [Internet]. 2021 Dec 15;36(7):1269–76.

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama : **Prof. Dr. Ferdiansyah, dr.,
Sp.OT (K)**
 NIP/ Karpeg : 19640212 198911 1 001
 NIDK : 8890010016
 Pangkat/ Golongan : Pembina Utama/ IV-E
 Jabatan pendidik klinis : Dokter Pendidik Klinis Ahli Utama
 Jabatan fungsional : Guru Besar dalam Bidang
Orthopaedi dan Traumatologi
 Unit kerja : Departemen Orthopaedi dan
Traumatologi RSUD Dr. Soetomo
- Fakultas Kedokteran Universitas
Airlangga
 Tempat/ tanggal lahir : Medan, 12 Februari 1964
 Agama : Islam
 Alamat : Jl. Raya Rungkut Mapan FD 2
Surabaya 60293
 Status perkawinan : Menikah
 Nama istri : Dr. Rahayu Setiyaningsih, dr.,
Sp.KFR (K)
 Nama anak : Fadhilah Rahmah Pratiwi, dr.
Haniyah Puti Alimah, dr.
 Nama Menantu : Muhammad Erfan Supradhono,
B.Com., S.E., M.A.
 Nama Cucu : Rania Parmadita Supradhono
 Nama Orang Tua : 1. (Alm.) Kolonel Pol. Purn.
Mahyudin D.S.
2. Damsiar
 Nama Mertua : 1. (Alm.) Sardjono Soeripto, S.H.
2. (Alm.) Hj. Roesmirah

RIWAYAT PENDIDIKAN

Pendidikan Dasar dan Menengah

- Tahun 1975 : Lulus SD Negeri No. 1 Serbalawan Medan
 Tahun 1979 : Lulus SMP Negeri 1 Medan
 Tahun 1982 : Lulus SMA Negeri 1 Medan

Pendidikan Tinggi

- Tahun 1989 : Lulus Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran
 Universitas Airlangga
 Tahun 1998 : Lulus Program Pendidikan Dokter Spesialis I
 Orthopaedi dan Traumatologi Fakultas Kedokteran
 Universitas Airlangga
 Tahun 2002 : Lulus Pendidikan Diploma in Tissue Bank, National
 University of Singapore
 Tahun 2010 : Lulus Program Doktor Ilmu Kedokteran Universitas
 Airlangga
 Tahun 2012 : Konsultan Oncology Orthopaedic, Kolegium Orthopaedi
 & Traumatologi Indonesia

Pendidikan Tambahan

- Tahun 1993 : 1st Post Graduate Course in Basic Orthopaedic, Jakarta
 Tahun 1994 : 3rd Post Graduate Course in Basic Orthopaedic, Jakarta
 Tahun 1995 : AO Basic Course, Surabaya
 Tahun 1995 : Lokakarya PKMRS Tingkat Rumah Sakit, Surabaya
 Tahun 1997 : 8th Post Graduate Course in Basic Orthopaedics, Jakarta
 Tahun 1999 : Community Based Cancer Control Workshop for Super
 Teacher, Surabaya
 Tahun 1999 : Penanggulangan Kanker Terpadu Paripurna. Kursus
 Penyegar Standarisasi PAP Smear, Sidoarjo
 Tahun 2000 : Community Based Cancer Control “Workshop for Super
 Teacher”, Surabaya.
 Tahun 2000 : Dutch Foundation Postgraduate Medical Course “Recent
 Advances in Multidisciplinary Pain Management”, Surabaya

- Tahun 2000 : Post Graduate Course on Spine Trauma, Surabaya
- Tahun 2000 : The 1st Basic Shoulder Course, Siaga Raya Hospital - Jakarta
- Tahun 2001 : Pelatihan Advanced Trauma Life Support (ATLS), Surabaya
- Tahun 2001 : IAEA/ RCA Regional Training Course for Delivery of Curriculum to Tissue Bank Operators (3rd Batch, Phase I), NUH Training Center - Singapore.
- Tahun 2001 : 11th Instructional Course on Basic Microsurgery, Singapore
- Tahun 2001 : Lokakarya Program PEKERTI UNAIR, Surabaya
- Tahun 2001 : International Training Course on “Application of Bioceramics to Orthopaedics”- National Research Council (CNR) – Institute of Science and Technology for Ceramics (ISTEC), Faenza - Italy
- Tahun 2002 : Training of the Trainer (TOT) Advanced Trauma Life Support (ATLS), Surabaya
- Tahun 2002 : Lokakarya Program Applied Approach (AA) UNAIR, Surabaya
- Tahun 2002 : Pelatihan Tutor dan Instruktur Ketrampilan Medik PBL UNAIR, Surabaya
- Tahun 2002 : International Training Course on Application of Bioceramics to Orthopaedics, National Research Council (CNR) – Institute of Science and Technology for Ceramics (ISTEC), Faenza-Italy
- Tahun 2003 : Visiting Fellow to Musculoskeletal Transplant Foundation, New Jersey – Amerika Serikat.
- Tahun 2005 : Knee Arthroscopy Cadaveric Workshop, Arthrex Chula Training Center, Bangkok
- Tahun 2007 : 1st Advanced International Course on Lower Extremity Limb Salvage Surgery. Prince Court Medical Center in Collaboration with Medical University of Vienna, Kuala Lumpur.
- Tahun 2007 : The Postgraduate Programme. Laboratory Training Course on Endocrine Analysis and Molecular Medicine, Tropical Disease Center UNAIR – Surabaya.

- Tahun 2009 : Workshop of Revision and Reconstruction Surgery of the Extremities and Spine held by Austrian Musculoskeletal Oncology Society (AMSOS), Vienna, Austria
- Tahun 2010 : Workshop of Indonesian Orthopaedic Board Examination di Solo
- Tahun 2010 : Workshop on Stem Cells from Basic to Clinical Application, Surabaya
- Tahun 2011 : Pelatihan Asesor Akreditasi Pendidikan Dokter Spesialis Orthopaedi & Traumatologi, Denpasar - Bali
- Tahun 2012 : ASEAN – American Orthopaedic Traveling Fellowship (USA)
- Tahun 2012 : AO Advance Trauma Course, Davos Switzerland
- Tahun 2012 : 1st International ResTOR® Symposium with Hands-on Workshop, Kuala Lumpur-Malaysia
- Tahun 2016 : Sertifikasi Dosen (SERDOS), Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi
- Tahun 2016 : Good Clinical Practice (GCP) by The Indonesian Association for Study Medicinals (IASMED)
- Tahun 2017 : Training for National Board Examiner Indonesian College Orthopaedic and Traumatology, Surabaya
- Tahun 2018 : Workshop/ Lokakarya Kurikulum Kolegium Orthopaedi dan Traumatologi, Bali
- Tahun 2018 : Pelatihan/Workshop Training untuk Penguji Nasional Orthopaedi dan Traumatologi ke-V, Bali
- Tahun 2019 : Pendampingan Pembuatan Protokol Uji Klinis Bidang Kedokteran Regeneratif dan Bank Jaringan
- Tahun 2019 : Penyegaran Asesor LAM-PTKes yang dilakukan dengan Metode Daring untuk Instrumen Akreditasi 9 Kriteria Tahap I
- Tahun 2020 : Webinar Etik Penelitian Kesehatan RSUD Dr. Soetomo – FERCAP (The Forum for Ethical Review Committees in the Asian and Western Pasific Region).
- Tahun 2021 : Penyegaran Asesor LAM-PTKes yang dilakukan dengan Metode Daring untuk Instrumen Akreditasi 9 Kriteria Tahap II

RIWAYAT JABATAN

Kepangkatan

- | | |
|------------------------------|-------------------|
| a. Penata Muda (CPNS)/ III-a | : 1 November 1989 |
| b. Penata Muda (PNS)/ III-a | : 1 Juni 19991 |
| c. Penata Muda Tk.1/ III-b | : 1 Oktober 1993 |
| d. Penata/ III-c | : 1 Oktober 2000 |
| e. Penata Tk.1/ III-d | : 1 Oktober 2005 |
| f. Pembina/ IV-a | : 1 April 2008 |
| g. Pembina Tk.1/ IV-b | : 1 Oktober 2011 |
| h. Pembina Utama Muda/ IV-c | : 1 Oktober 2013 |
| i. Pembina Utama Madya/ IV-d | : 1 April 2017 |
| j. Pembina Utama/ IV-e | : 1 April 2020 |

Jabatan Fungsional Dokter

- | | |
|--------------------------------------|--------------------|
| a. Dokter Pratama Muda | : 1 November 1989 |
| b. Dokter Pratama Madya | : 1 Oktober 1993 |
| c. Dokter Muda | : 1 Oktober 2000 |
| d. Dokter Madya | : 1 April 2008 |
| e. Dokter Pendidik Klinis Madya | : 25 Februari 2016 |
| f. Dokter Pendidik Klinis Ahli Utama | : 7 Maret 2017 |

Jabatan Fungsional Dosen

- | | |
|------------------|-------------------|
| a. Asisten Ahli | : 1 April 2002 |
| b. Lektor | : 1 Februari 2007 |
| c. Lektor Kepala | : 1 Oktober 2019 |
| d. Guru Besar | : 1 Juli 2022 |

RIWAYAT PEKERJAAN

Jabatan Dalam Pengelolaan Institusi

- | | |
|-------------------|--|
| Tahun 1990 – 1991 | : Kepala Puskesmas Sukaraja, Kec. Lebong Utara, Kab. Rejang Lebong, Bengkulu |
| Tahun 1991 – 1993 | : Kepala Puskesmas Muara Aman, Kec. Lebong Utara, Kab. Rejang Lebong, Bengkulu |

- Tahun 1998 - sekarang : Staf Pengajar Program Studi S1 Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya
- Tahun 1998 - sekarang : Staf Pengajar Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis Orthopaedi & Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya
- Tahun 1998 - sekarang : Staf Medik Departemen Orthopaedi & Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga – RSUD Dr. Soetomo
- Tahun 2000 – 2005 : Koordinator Pemrosesan Pusat Biomaterial – Bank Jaringan RSUD Dr. Soetomo
- Tahun 2004 – 2008 : Sekretaris Program Studi Orthopaedi & Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
- Tahun 2005 – sekarang : Ketua Tim Medik Patologi Muskuloskeletal Tumor RSUD Dr. Soetomo dan Universitas Airlangga Surabaya
- Tahun 2005 – 2006 : Wakil Kepala Instalasi Pusat Biomaterial – Bank Jaringan RSUD Dr. Soetomo
- Tahun 2006 – 2011 : Kepala Instalasi Pusat Biomaterial – Bank Jaringan RSUD Dr. Soetomo
- Tahun 2008 – 2011 : Ketua Program Studi Orthopaedi & Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
- Tahun 2010 : Anggota Tim Telaah Perjanjian Alih Material (Material Transfer Agreement) Universitas Airlangga Surabaya
- Tahun 2011- sekarang : Ketua Regenerative Medicine dan Pusat Stem Cell Fakultas Kedokteran – RSUD Dr. Soetomo – Tropical Disease Center Universitas Airlangga
- Tahun 2011- 2016 : Ketua Departemen Orthopaedi & Traumatologi Universitas Airlangga/ RSUD Dr. Soetomo
- Tahun 2016 - 2019 : Direktur Program Fellowship Onkologi Ortopaedi Universitas Airlangga/RSUD Dr. Soetomo Surabaya
- Tahun 2020 - sekarang : Tim Komite Etik Penelitian Kesehatan RSUD Dr. Soetomo Surabaya

- Tahun 2020 - sekarang : Kepala Instalasi Graha Amerta RSUD Dr. Soetomo Surabaya
- Tahun 2022 - sekarang : Tim Penyelenggaraan Fellowship di RSUD Dr. Soetomo Surabaya

Jabatan Dalam Pengelolaan Pendidikan

- Tahun 1993 – 1998 : Peserta Pendidikan Dokter Spesialis Orthopaedi & Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
- Tahun 2004 : Tenaga Pengajar Fakultas Kedokteran Universitas Hang Tuah Surabaya Tahun Akademik 2004/2005
- Tahun 2006 - 2013 : Dosen Pengajar Mata Kuliah Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Program Studi Ilmu Bedah Mulut Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya.
- Tahun 2008 : Sub Koordinator Bidang I Forum Bedah Dasar
- Tahun 2008 - 2010 : Anggota Divisi Pengembangan dalam Tim Koordinasi Pendidikan Dokter Spesialis I (TK.PDS-I) FK UNAIR – RSUD Dr. Soetomo Surabaya
- Tahun 2010 - 2014 : Anggota Sub Divisi Pengembangan PPDS I Badan Koordinasi Pendidikan (BAKORDIK) RSUD Dr. Soetomo – Fakultas Kedokteran – Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya.
- Tahun 2011 : Tim Pembukaan Program Studi S2 Ilmu Kedokteran Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya.
- Tahun 2011 -sekarang : Dosen Pengajar Program Magister Program Immunologi Sekolah Pascasarjana Universitas Airlangga
- Tahun 2011 - sekarang : Dosen Pengajar, Pembimbing, Promotor dan Ko-promotor Disertasi Program Doktor Ilmu Kedokteran Program Pasca Sarjana Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya
- Tahun 2012 - sekarang : Dosen Pengajar Program Studi S1 Teknobiomedik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya.

- Tahun 2012 - sekarang : Dosen Pengajar Program Studi Magister S2 Teknobiomedik Program Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya.
- Tahun 2012 - sekarang : Dosen Mata Kuliah Penunjang Disertasi (MKPD) Program Studi Ilmu Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya
- Tahun 2012 - sekarang : Dosen Mata Kuliah Stem Cells Program Studi Ilmu Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya
- Tahun 2012 : Dosen, Pembimbing dan Penguji Program Studi Doktor (S3) Ilmu Kedokteran Program Pasca Sarjana Kedokteran Universitas Udayana, Denpasar Bali
- Tahun 2012 : Tim Penyunting dan Redaktur Buletin Penelitian RSUD Dr. Soetomo Surabaya
- Tahun 2018 - 2019 : Promotor dan Ko-Promotor Disertasi Mahasiswa Program Studi Doktor Ilmu Farmasi Semester Gasal Tahun 2018-2019.
- Tahun 2018 - 2020 : Dosen Pembimbing dan Penguji Tesis Program Studi Magister S2 Teknis Biomedis Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya
- Tahun 2021 : Anggota Tim Penguji Disertasi Mahasiswa Program Doktor Program Studi Ilmu Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Airlangga Surabaya
- Tahun 2022 - sekarang : Dosen Tidak Tetap dengan Status Luar Biasa pada Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara.

RIWAYAT PROFESI

- Tahun 2008 - 2014 : Ketua Perhimpunan Tumor Muskuloskeletal Indonesia (PERTUMSI)
- Tahun 2001 - 2010 : Sekretaris Perhimpunan Bank Jaringan Indonesia (PERBAJI)
- Tahun 2005 - 2019 : Ketua Perhimpunan Onkologi Muskuloskeletal Indonesia (POMSI / INaMSOS)

- Tahun 2007 - 2009 : Anggota Majelis Perekayasa – Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)
- Tahun 2007 - 2009 : Dewan Redaksi Standar Pendidikan Orthopaedi & Traumatologi, Kolegium Orthopaedi dan Traumatologi Indonesia
- Tahun 2007 : Tim Penyusun Modul Pendidikan Ilmu Orthopaedi & Traumatologi Kolegium Orthopaedi & Traumatologi Indonesia
- Tahun 2007 : Tim Penyusun Katalog Institusi Pendidikan Ilmu Orthopaedi & Traumatologi Kolegium Orthopaedi & Traumatologi Indonesia
- Tahun 2007 : Tim Standar Etika Kedokteran dan Profesionalisme Dokter Orthopaedi & Traumatologi Kolegium Orthopaedi & Traumatologi Indonesia
- Tahun 2007 : Tim Penyusun Kurikulum Pendidikan Ilmu Orthopaedi & Traumatologi Kolegium Orthopaedi & Traumatologi Indonesia
- Tahun 2009 - 2011 : Anggota Komisi Seleksi Nasional Kurikulum dan Kemahasiswaan, Kolegium Orthopaedi dan Traumatologi Indonesia
- Tahun 2009 - sekarang : Penguji National Board of Orthopaedic Examination Kolegium Orthopaedi & Traumatologi Indonesia
- Tahun 2010 - 2016 : Ketua III Perhimpunan Dokter Rekayasa Jaringan dan Sel Indonesia (REJASELINDO)
- Tahun 2011 - sekarang : Anggota Tim Asesor Internal Audit Program Studi Ilmu Orthopaedi & Traumatologi – Kolegium Orthopaedi & Traumatologi Indonesia
- Tahun 2011 - 2019 : Ketua Komisi Ujian Kompetensi Nasional, Kolegium Orthopaedi dan Traumatologi Indonesia
- Tahun 2016 - 2019 : Ketua Bidang Regulasi Komite Bank Jaringan dan Sel Punca (KEMENKES)
- Tahun 2016 – 2019 : Anggota Dewan Petimbangan Medik BPJS Wilayah Jawa Timur
- Tahun 2016 - 2019 : Anggota Komite Pengembangan Sel Punca dan Rekayasa Jaringan

- Tahun 2016 - 2019 : Ketua Program *Fellowship Orthopaedic Oncology Trainee*, Kolegium Orthopaedi dan Traumatologi Indonesia
- Tahun 2016 - sekarang : *Advisory Board Member Asia Pacific Muculoskeletal Tumor Society* (APMSTS)
- Tahun 2017 - sekarang : Anggota Tim Asesor Lembaga Akreditasi Mandiri Pendidikan Tinggi Kesehatan (LAM-PTKes)
- Tahun 2018 - 2021 : Anggota Komisi Pendidikan Majelis Kolegium Kedokteran Indonesia
- Tahun 2018 - sekarang : Pengajar *Pre-Fellowship Course* dari *Hip & Knee Hospital Based Fellowship Program* – Kolegium orthopaedi & Traumatologi Indonesia
- Tahun 2019 -2022 : Ketua Kolegium Orthopaedi dan Traumatologi Indonesia
- Tahun 2020 – sekarang : *Vice President Asia Pasific of Surgical Tissue Bank*
- Tahun 2022 - sekarang : Ketua I Majelis Kolegium Kedokteran Indonesia
- Tahun 2022 - sekarang : Ketua Dewan Pakar Perhimpunan Dokter Spesialis Bedah Orthopaedi & Traumatologi Indonesia (PABOI)

Mitra Bestari Jurnal

- Tahun 2017 - sekarang : Reviewer Journal Ortopaedi and Traumatology Surabaya
- Tahun 2017 - sekarang : Reviewer Journal of Surgical Oncology
- Tahun 2017 - sekarang : Reviewer Bone and Joint Research
- Tahun 2018 - sekarang : Reviewer Journal of Investigative Surgery
- Tahun 2019 - sekarang : Reviewer Indonesian Journal of Tropical and Infectious Disease
- Tahun 2019 - sekarang : Reviewer International Conferences on Infectious Diseases, Biothreats and Military Medicine (INSBIOMM)
- Tahun 2019 - sekarang : Reviewer The Journal of Indonesian Orthopaedic & Traumatology (JOTI)
- Tahun 2020 - sekarang : Reviewer Medical Science Monitor

- Tahun 2020 - sekarang : Reviewer Indonesian Journal of Cancer
- Tahun 2021 - sekarang : Reviewer Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, section Biomaterials.
- Tahun 2021 - sekarang : Editorial Board Member The Journal of Indonesian Orthopaedic & Traumatology (JOTI)
- Tahun 2021 - sekarang : Reviewer Malaysian Journal of Medicine & Health Sciences
- Tahun 2021 - sekarang : Reviewer Materials Chemistry and Physics

KEANGGOTAAN ORGANISASI PROFESI

- Tahun 1990-sekarang : Ikatan Dokter Indonesia (IDI)
- Tahun 2003-sekarang : Ikatan Ahli Bedah (IKABI)
- Tahun 1998-sekarang : Perhimpunan Dokter Ahli Bedah Orthopaedi & Traumatologi Indonesia (PABOI)
- Tahun 1998 - sekarang : *Asia Pacific Association of Surgical Tissue Bank* (APASTB)
- Tahun 2001 - Sekarang : Perhimpunan Bank Jaringan Indonesia (PERBAJI)
- Tahun 2002 - Sekarang : Perhimpunan Tumor Muskuloskeletal Indonesia (PERTUMSI)
- Tahun 2005 - Sekarang : *Indonesian Musculoskeletal Oncology Society* (INaMSOS)
- Tahun 2006 - Sekarang : *Asia Pasific Musculoskeletal Tumor Society* (APMSTS)
- Tahun 2008 - Sekarang : Perkumpulan Onkologi Indonesia Cabang Surabaya
- Tahun 2008 - Sekarang : Kolegium Orthopaedi & Traumatologi Indonesia
- Tahun 2009 - Sekarang : Perhimpunan Osteoporosis Indonesia (PEROSI) Cabang Surabaya
- Tahun 2010 - Sekarang : *American Academic of Orthopaedic Surgeons* (AAOS)
- Tahun 2011 - Sekarang : Perhimpunan Dokter Rekayasa Jaringan dan Terapi Sel Indonesia
- Tahun 2017 - Sekarang : Anggota *International Society of Limb Salvage* (ISOLS)
- Tahun 2018 - Sekarang : Majelis Kolegium Kedokteran Indonesia

KEGIATAN ILMIAH

Pembicara

No.	Nama Kegiatan Ilmiah	Waktu
1.	The 9 th Meeting of Asia Pasific Association of Surgical Tissue Banking, The Olympic Parktel, Seoul - Korea	28 – 30 September 2002
2.	Scientific Meeting of Indonesian Musculoskeletal Pathology “Multidiciplinary Approach, on the Management of Musculoskeletal Pathology”, Hyatt Hotel, Surabaya	22 Maret 2003
3.	Grand Round Onkologi Orthopaedi, Jakarta	6 Desember 2003
4.	Konferensi Kerja Nasional II dan Pertemuan Ilmiah Nasional III Perhimpunan Onkologi Indonesia, Surabaya	5 – 6 Maret 2005
5.	10 th National Conference of Indonesian Association of Pathologist (IAP) 2005 “Quality Improvement Through Human Resource Development in Pathologic Examination Service”. Simposium: Multidisciplinary Approach on Soft Tissue and Musculoskeletal Tumor, Surabaya	18 September 2005
6.	The 5 th Grand Round Musculoskeletal Tumor, Yogyakarta	4 Februari 2006
7.	The 26 th Annual Meeting ASEAN Orthopaedic Association and The 15 th National Congress Indonesian Orthopaedic Association, Kuta - Bali	7 - 10 September 2006
8.	53 th Continuing Orthopaedic Education & Annual Bussiness Meeting dengan topik “Principles in Management of MST dan Strategy of Management in Management of Benign MST”, Palembang	25 – 27 Oktober 2007
9.	National Seminar & discussion “Stem Cell” Research & Application in Indonesia 2010, IDI, Jakarta	23 - 24 Oktober 2010
10.	Lokakarya “Kebijakan dan Peta Jalan Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Iptek Sel Punca di Indonesia”, Jakarta	20 Oktober 2010
11.	Symposium & 9 th Grand Round Musculoskeletal Tumor, Medan	25-26 Februari 2011

No.	Nama Kegiatan Ilmiah	Waktu
12.	The 58 th Continuing Orthopaedic Education (COE) of The Indonesian Orthopaedic and Traumatology Association “Degenerative Problems and Rheumatology in the Musculoskeletal System”, Pekanbaru	16-18 Juni 2011
13.	Simposium: Infection, Degenerative and Regenerative Medicine, Surabaya	2-3 Juli 2011
14.	1 st Meeting of Surabaya Regenerative Medicine and Stem Cell Centre (SRMSC) & 2 nd Meeting of Indonesia, Surabaya	22 – 23 September 2011
15.	Pendidikan Kedokteran Berkelanjutan Geriatri III Immobility Problems in Geriatric Patients, Surabaya	24 September 2011
16.	Symposium & Workshop: 10 th Grand Round Musculoskeletal Tumor, Solo	16 – 17 Desember 2011
17.	Symposium & Case Discussion 11 th Grand Round Musculoskeletal Tumor, Banjarmasin	1 – 2 September 2012
18.	Seminar Nasional Biomaterial 2012, Bogor	11 September 2012
19.	Stem Cell Seminar and 1 st ASPI Congress, Jakarta	6 Oktober 2012
20.	18 th National Congress of the Indonesian Orthopaedic Association (IOA) combined with 32 nd ASEAN Orthopaedic Association (AOA) Annual Meeting “Hip & Knee: Current and Future Trends in the Management of Osteoarthritis”, Jakarta	21 – 24 November 2012
21.	Periodontal Regeneration and Endodontics Special Lecture, Surabaya	2 Maret 2013
22.	60 th Continuing Orthopaedic Education “Current Advances in Orthopaedic Trauma”, Kuta - Bali	19 – 23 Juni 2013
23.	National Workshop “Initiation and Development of Biomaterials Research in Indonesia”; Bogor- Indonesia	23 Agustus 2013
24.	HPI-FAPS International Conference on Innovation in Polymer Science and Technology 2013 (IPST 2013) and The 4 th International Conference on Fuel Cell and Hydrogen Technology 2013 (ICFCHT 2013), Yogyakarta-Indonesia	7 – 9 Oktober 2013

No.	Nama Kegiatan Ilmiah	Waktu
25.	The Commemoration of 1 st Century of Medical Education in Surabaya “The Journey of Stem Cell and Tissue Engineering” from pre clinical and clinical trial, Surabaya	16 – 18 Oktober 2013
26.	The 2 nd Congress of Indonesian Musculoskeletal Tumor Society (IMSTS/PERTUMSI), Jakarta – Indonesia	29 – 31 Agustus 2013
27.	Seminar Pengembangan Teknologi Mendukung Pendidikan dan Penelitian Kedokteran “Airlangga Medical Science for Nation: In A Century of Pride” Dalam Rangka Peringatan 1 Abad Pendidikan Dokter, Surabaya	20 – 21 Oktober 2013
28.	Seminar dan Workshop Pengembangan Sel Punca Dalam Riset Dasar dan Terapan, Surabaya	9 November 2013
29.	AAOS-IOA Education Program, Yogyakarta	21 – 23 November 2013
30.	Symposium of Indonesian Transplantation “Transplantation Towards Better Quality of Life”, Jakarta	1 Maret 2014
31.	10 th Asia Pacific Muskuloskeletal Tumour Society (APMSTS), Melbourne-Australia	9 – 11 April 2014
32.	61 st Continuing Orthopaedic Education of Indonesian Orthopaedic Association combined meeting with Australian Orthopaedic Association, Nusa Dua – Bali	24 – 26 April 2014
33.	Basic Orthopaedics Skill Course and Workshop – 2 (BOSC-2), Surakarta	10 – 11 Mei 2014
34.	Surabaya Hematologi Oncology Medic Update XII, Surabaya	13 – 14 Juni 2014
35.	Workshop Stem Cell in Laboratorium Stem cell institute of tropical disease Universitas Airlangga, Surabaya	23 – 28 Juni 2014
36.	The 15 th Asia Pasific Association of Surgical Tissue Banking, Gifu - Japan	27 – 29 Agustus 2014
37.	The 19 th National Congress of Indonesian Orthopaedic Association, Jakarta	19 – 22 November 2014

No.	Nama Kegiatan Ilmiah	Waktu
38.	The 13 th Grand Round Musculoskeletal Tumor, Bandung	9 – 10 Januari 2015
39.	The Development of Stem Cell Technology in Medicine	31 Januari 2015
40.	The 62 nd Continuing Orthopaedic Education Symposium, Surabaya	21 April 2015
41.	The 20 th National Congress of Indonesian Surgeons Associations (MABI XX 2015) in Conjunction With 2 nd International College of Surgeons-Indonesia Section (ICS-INA) Meeting, Surabaya	20 – 22 Agustus 2015
42.	National Orthopaedic Oncology Review Course, Auditorium Utama Hospital Kuala Lumpur	12 – 13 September 2015
43.	14 th Grand Round Musculoskeletal Tumor, Auditorium RS Orthopaedi Prof. Dr. R. Soeharso Solo	2 – 3 Oktober 2015
44.	12 nd Conference of Indonesian Orthopaedic Association	4 – 7 November 2015
45.	Surabaya Interventional Musculoskeletal Pain Course, Surabaya	11 – 12 Desember 2015
46.	Orthopaedic Knowledge Update, Surabaya	13 Desember 2015
47.	Symposium of microRNA from Basic to Clinical Application, Surabaya	20 Februari 2016
48.	Symposium Grandround Musculokeletal Tumor 2016, Surabaya	4 – 7 Maret 2016
49.	Seminar Penerapan Stem Cell, Yogyakarta	13 April 2016
50.	The 63 rd Continuing Orthopaedic Education of Indonesian Orthopaedic Association, Palembang	12 – 14 Mei 2016
51.	Basic Orthopaedic Skills, Surabaya	22 – 24 Juli 2016
52.	Temu Ilmiah Berkala (TIB) dengan Tema “Connecting Basic and Clinical Sciences in Dentistry and Medicine”, Ruang Garuda Mukti FKG UNAIR	14 Desember 2016

No.	Nama Kegiatan Ilmiah	Waktu
53.	Mini Symposium Gastroentero Pancreatic Neuro Endocrine Tumours and Soft Tissue Sarcoma, Surabaya	2 April 2017
54.	The 17 th Grand Round Musculoskeletal Tumor Combine with The 3 rd National Congress of IMTS and IMSOS, Surabaya	29-30 Juli 2017
55.	National Symposium and Workshop Stem Cell for The Future Medicine from Basic to Clinic, Surabaya	13-14 Agustus 2017
56.	International Meeting on Regenerative Medicine "From Foundational Bioscience to Human Functioning", Surabaya	15-16 Agustus 2017
57.	The 16 th Annual Scientific Meeting of Indonesian Physical Medicine and Rehabilitation Association (PIT XVI PERDOSRI), Palembang	16 November 2017
58.	18 th Grand Round of Musculoskeletal Tumor. Current Issues in Musculoskeletal Oncology, Malang	27 – 28 Juli 2018
59.	Pre-Exam Course untuk Candidat Ujian Periode Agustus 2018, Bali	2 Agustus 2018
60.	19 th National Congress & Annual Meeting Indonesian Association of Pathologist (IAP) The International Academy of Pathology, Indonesian Division (INA IAP) in Conjunction with APSMI Annual Meeting 2018 "Molecular Testing and Multidisciplinary Approach in Diagnostic Pathology within The Health System", Surabaya	20 September 2018
61.	Orthopaedic Knowledge Update 2018, Surabaya	10 Oktober 2018
62.	1 st Surabaya Conference in Stem Cell and Biomedical Sciences, Surabaya	2 – 4 November 2018
63.	19 th Grand Round of Musculoskeletal Oncology, Makassar	8 – 10 Maret 2019
64.	Symposium COE 67 th Continuing Orthopaedic Education: Sport Injury in Musculoskeletal System Holistic Approach and Current Treatment, Solo	24-26 April 2019
65.	20 th Grand Round Musculoskeletal Oncology, Medan	18 – 19 Oktober 2019

No.	Nama Kegiatan Ilmiah	Waktu
66.	Webinar 4 th National Symposium of Indonesian Transplantation Society	24 – 25 Oktober 2020
67.	Indonesia Musculoskeletal Oncology Society 6 Sequential Webinar Zoom “Update on Musculoskeletal Tumor” 4 th Seri: Musculoskeletal Oncology Research Webinar	31 Oktober 2020
68.	Seminar Online HIMNI dengan Tema Bank Jaringan Nuklir Penyelamat Banyak Jiwa	10 Desember 2020
69.	Online Workshop - Manufacturing Affordable Healthcare Materials within Indonesia, Bandung	24 Juni 2021
70.	50 th Malaysian Orthopaedic Association Annual General Meeting / Annual Scientific Meeting 2021 incorporating 40 th ASEAN Orthopaedic Association Annual Congress 2021	22 – 26 Juni 2021
71.	Webinar “Tissue Donation and Transplantation”	27 Agustus 2021
72.	Seminar Daring Serial “Pengembangan Terapi Berbasis Sel” Seri 1 – Sinergi dan Kolaborasi Pengembangan Terapi Berbasis Sel di Indonesia	11 Desember 2021
73.	69 th Continuing Orthopaedic Education “Optimizing Orthopaedic Services Throughout Indonesia Facing The Free Trade Era”, Makassar	26 – 28 Mei 2022
74.	Webinar Rejaselindo “Stem Cell: Fakta Terapi VS Pemanis Promosi”	19 Juni 2022

Instruktur

No.	Nama Kegiatan Ilmiah	Waktu
1.	AO Course Principles (Basic) in Operative Fracture Management, Jakarta	16 – 18 Mei 2008
2.	Workshop on Stem Cell (Batch IV), Surabaya	28 – 29 April 2011
3.	Workshop on Stem Cell (Batch VI) Stem Cell on Emergency Case, Surabaya	18 – 20 Oktober 2012
4.	Basic Orthopaedics Skill Course and Workshop – 2 (BOSC-2), Surakarta	10 – 11 Mei 2014

No.	Nama Kegiatan Ilmiah	Waktu
5.	Surabaya Interventional Musculoskeletal Pain Course, Surabaya	11 – 12 Desember 2015
6.	Surabaya Interventional Musculoskeletal Pain Course - Basic, Surabaya	26 Februari 2016
7.	Workshop Grandround Musculokeletal Tumor 2016, Surabaya	4 – 7 Maret 2016
8.	Basic Orthopaedic Skills, Surabaya	22 – 24 Juli 2016
9.	The 17th Grand Round Musculoskeletal Tumor Combine With The 3rd National Congress of IMTS and IMSOS, Surabaya	29-30 Juli 2017

TANDA JASA DAN PENGHARGAAN

No.	Tahun	Tanda Jasa dan Penghargaan
1.	1988	Lulusan Terbaik pada Orthopaedic and Traumatology National Board Orthopaedic Examination.
2.	2010	Lulusan Terbaik pada Program Doktor Universitas Airlangga
3.	2010	Ketua Program Studi Terbaik Universitas Airlangga
4.	2011	Orasi Ilmiah dengan Tema “Ilmu Kedokteran Regeneratif (Regenerative Medicine) Inovasi Terapi Masa Depan”
5.	2018	Lulusan dan Alumni Terbaik Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta.
6.	2018	AOS Award: Di Bidang Pengembangan Biomaterial, Sel Punca dan Bank Jaringan
7.	2019	Pemenang “Penghargaan Karya Anak Bangsa Bidang Farmasi dan Alat Kesehatan” Kementerian Kesehatan Indonesia.

PUBLIKASI ILMIAH DALAM JURNAL INTERNASIONAL

1. Setiyaningsih R, Laswati H, **Ferdiansyah**, Rantam FA, Aulanni'am. 2017. “Foam-Cell Signified Blood Vessel Endhotel Repair and Histopathology of Abdominal Aorta through Stem Cell allogeneous Therapy to Rats (*Rattus norvegicus*) with Atherosclerosis”.

International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research, 9: 91-95.

2. **Ferdiansyah**, Utomo DN, Suroto H, Martanto TW, Edward E, Gaol IL. 2017. "Comparative Effectiveness of Bone Grafting Using Xenograft Freeze-Dried Cortical Bovine, Allograft Freeze-Dried Cortical New Zealand White Rabbit, Xenograft Hydroxyapatite Bovine, and Xenograft Demineralized Bone matrix Bovine in Bone Defect of Femoral Diaphysis of White rabbit: Experimental Study in Vivo". *International Journal of Biomaterials*, 2017:1-10.
3. Utomo DN, Rantam FA, **Ferdiansyah**, Purwati. 2017. "Regeneration Mechanism of Full Thickness Cartilage Defect Using Combination of Freeze-Dried Bovine Scaffold – Allogenic Marrow Mesenchymal Stem Cells – Platelet Rich Plasma (SMPC) Implantation". *Journal of Biomimetics, Biomaterials and Biomedical Engineering*, 31: 70-82.
4. **Mahyudin F**, Utomo DN, Martanto TW, Hidayat AR, Putri LM. 2018. "Effect of Decellularized Cartilage Bovine Scaffold and Hypoxic Condition on Stem Cell Differentiation to Chondrocyte: An In Vitro Study". *Journal of Biomimetics, Biomaterials and Biomedical Engineering*, 35: 67-76.
5. Turchan A, Rochman TF, Ibrahim A, Fauziah D, Wahyuhadi J, Parenrengi MA, Fauzi AA, Sufarnap E, Bajamal AH, **Ferdiansyah**, Suroto H, Purwati, Rantam FA, Paramadini AW, Lumenta CB. 2018. "Duraplasty Using Amniotic Membrane Versus Temporal Muscle Fascia: A Clinical Comparative Study". *Journal of Clinical Neuroscience*, 50: 272-276.
6. Utomo DN, **Mahyudin F**, Hernugrahanto KD, Suroto H, Chilmi MZ, Rantam FA. 2018. "Implantation of Platelet Rich Fibrin and Allogenic Mesenchymal Stem Cells Facilitate the Healing of Muscle Injury: An Experimental Study on Animal". *International Journal of Surgery Open*, 11: 4-9.
7. Utomo DN, **Mahyudin F**, Wijaya AM, Widhiyanto L. 2018. "Proximal fibula osteotomy as an alternative to TKA and HTO in late-stage varus type of knee osteoarthritis". *Journal of Orthopaedics*, 15: 858-861.

8. **Mahyudin F**, Utomo DN, Edward M, Widhiyanto L, Simanjuntak CA, Nikmatullah H. 2018. "In Vitro Comparative Study of Osteogenic Differentiation Ability between Adipose and Bone Marrow Mesenchymal Stem Cell Applied to Bovine Demineralized Bone Matrix". *Journal of Biomimetics, Biomaterials and Biomedical Engineering*, 38: 59-66.
9. Suroto H, Pribadi A, Utomo DN, **Mahyudin F**, Widhiyanto L. 2018. "Effect of Platelet-Rich Plasma and Amniotic Membrane in Patients with Rotator Cuff Repair". *Journal of Biomimetics, Biomaterials and Biomedical Engineering*, 39: 98-102.
10. **Utomo DN**, Mahyudin F, Yanuar A, Widhiyanto L, Hernugrahanto KD. 2018. "Correction of severe valgus deformity of knee osteoarthritis with non-constrained total knee arthroplasty implant: A case report". *International Journal of Surgery Case Reports*, 53: 218-222.
11. Utomo DN, **Mahyudin F**, Wardhana TH, Purwati, Brahmana F, Gusti AW. 2019. "Physicobiochemical Characteristics and Chondrogenic Differentiation of Bone Marrow Mesenchymal Stem Cells (hBM-MSCs) in Biodegradable Porous Sponge Bovine Cartilage Scaffold". *International Journal of Biomaterials*, 2019: 1-11.
12. **Utomo DN**, Hernugrahanto KD, Edward M, Widhiyanto L, Mahyudin F. 2019. "Combination of bone marrow aspirate, cancellous bone allograft, and platelet-rich plasma as an alternative solution to critical-sized diaphyseal bone defect: a case series". *International Journal of Surgery Case Reports*, 58: 178-185.
13. Sari DS, Maduratna E, **Ferdiansyah**, Latief FDE, Satuman, Nugraha PA, Sudiana IK, Rantam FA. 2019. "Osteogenic Differentiation and Biocompatibility of Bovine Teeth Scaffold with Rat Adipose-derived Mesenchymal Stem Cells". *European Journal of Dentistry*, 13(2):206-212.
14. Arina YMD, Rubianto M, **Ferdiansyah**, Sudiana IK, Rahayu RP, Notobroto HB. 2019. "High-Mobility Group Box 1 Expression in Mandibular Bone Cells of Experimental Periodontitis". *Contemporary Clinical Dentistry*, 10(3): 525-530.
15. Rantam FA, Nugraha AP, **Ferdiansyah**, Purwati, Bumi C, Susilawati H, Hendrianto E, Utomo DN, Suroto H, Sumartono C,

- Setiawati R, Prakoeswa CR, Indramaya DM. 2020. "A Potential Differentiation of Adipose and Hair Follicle-derived Mesenchymal Stem Cells to Generate Neurons Induced with EGF, FGF, PDGF and Forskolin". *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 13(1): 275 – 281.
16. **Mahyudin F**, Hernugrahanto KD, Andrianus J, Widiyanto L, Suroto H. 2020. "Lengthening of Massive Intercalary Cortical Allograft after Successful Graft Incorporation in Skeletally Immature Bone with Critical-Sized Defect: A Case Report with 6-year Follow-up". *Indian Journal of Orthopaedics*, 55: 203 – 207.
 17. Rhatomy S, Prasetyo TE, Setiawan R, Soekarno NR, Romaniyanto FNU, Sedjati AP, Sumarwoto T, Utomo DN, Suroto H, **Mahyudin F**, Prakoeswa CRS. 2020. "Prospect of stem cells conditioned medium (secretome) in ligament and tendon healing: A systematic review". *Stem Cells Translational Medicine*, 9 (8): 1 – 8.
 18. Rhatomy S, Utomo DN, Suroto H, **Mahyudin F**. 2020. "Publication trends on the posterior cruciate ligament over the past 10 years in Pubmed: Review article". *Annals of Medicine and Surgery*, 55: 195 – 199.
 19. **Mahyudin F**, Edward M, Basuki MH, Basrewan Y, Hernugrahanto KD, Wahyudiputra AG. 2020. "Analysis of prognostic factors in soft tissue sarcoma: Cancer registry from a single tertiary hospital in Indonesia. A retrospective cohort study". *Annals of Medicine and Surgery*, 57: 257 – 263.
 20. **Mahyudin F**, Yazid H, Edward M, Basuki MH, Basrewan Y, Rantam FA. 2020. "The enhancement apoptosis of osteosarcoma mesenchymal stem cells co-cultivation with peripheral blood mononuclear cells sensitized by secretome and granulocyte macrophage colony-stimulating factor". *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 11(4): 213 – 219.
 21. Mubarak F, Fauzia PIU, Sutikno, **Mahyudin F**, Utomo DN. 2020. "Influence of Thermal Cycling Tempertatur on the Recrystallization of Cold Rolled Stainless Steel 316 L". *Key Engineering Materials*, 867: 218 – 223
 22. Martanto TW, Munthe RV, Suroto H, Bayusentono S, Hidayat AR, Ferdiansyah. 2020. "The evaluation of chip freeze-dried cancellous

- bone allograft of local products usage as a scaffold in completing small defects on long bone". *EurAsian Journal of BioSciences*, 14 (2): 3415 – 3418.
23. Utomo DN, Wibowo PA, Andrianus J, Desnantyo AT, Tinduh D, **Ferdiansyah**. 2020. "Reconstruction and augmentation in the proprioceptive function of the knee joint after knee arthroscopy surgery on partially torn anterior cruciate ligament". *EurAsian Journal of BioSciences*, 14(2): 3469-3473.
 24. Utomo DN, Amrullah AH, Widhiyanto L, Desnantyo AT, Andrianus J, **Ferdiansyah**. 2020. "Potentials of tranexamic acid injection to reduce bleeding in patients of total knee replacement procedure". *EurAsian Journal of BioSciences*, 14(2): 3459-3462.
 25. **Ferdiansyah**, Kriswanto E, Widhiyanto L, Bayusentono S, Hernugrahanto KD, Utomo DN. 2020. "The effect of green tea extract to angiogenesis in bone regeneration". *EurAsian Journal of BioSciences*, 14(2): 3451 – 3454.
 26. **Ferdiansyah**, Setyowardoyo N, Edward M, Sedar JAMD, Hernugrahanto KD, Utomo DN. 2020. "The effect of low oxygen level on pluripotency and proliferation capability in bone marrow mesenchymal stem cell culture". *EurAsian Journal of BioSciences*, 14(2): 3441 – 3446.
 27. **Ferdiansyah**, Prawira KS, Edward M, Basuki MH, Sedar JAMD, Utomo DN. 2020. "The immunity analysis on osteosarcoma as the basic development of therapy follow-up". *EurAsian Journal of BioSciences*, 14(2): 3423 – 3426.
 28. Rhatomy S, Utomo DN, Suroto S, **Mahyudin F**. 2020. "Posterior cruciate ligament research output in asian countries from 2009-2019: A systematic review". *Annals of Medicine and Surgery*, 60:76 – 80.
 29. Romaniyanto, Prakoeswa CRS, Tinduh D, Notobroto HB, Rantam FA, Utomo DN, Suroto H, **Ferdiansyah**. "Intervertebral disc degeneration: review article". *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(11): 1042 – 1049.
 30. Rhatomy S, Utomo DN, Suroto H, **Mahyudin F**. 2020. "Knee Laxity or Loss of Knee Range of Motion after PCL Reconstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis". *Annals of Applied Sport Science*, 8.

31. Sumarwoto T, Suroto H, **Mahyudin F**, Utomo DN, Hadinoto SA, Abdulhamid M, Utomo P, Romaniyanto, Prijosedjati RA, Rhatomy S. 2021. "Brachial Plexus Injury: Recent Diagnosis and Management". *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 9(F): 13 – 24.
32. Romaniyanto, Prakoeswa CRS, Tinduh D, Notobroto HB, Rantam FA, Utomo DN, Suroto H, **Ferdiansyah**. 2021. "The potential of mesenchymal stem-cell secretome for regeneration of intervertebral disc: A review article". *Indonesian Journal of Biotechnology*, 26(2): 61 – 75.
33. **Mahyudin F**, Prawiragara FA, Edward M, Utomo DN, Basuki MH, Bari YA, Nugraha AP, Rantam FA. 2021. "The Escalation of Osteosarcoma Stem Cells Apoptosis After the Co-Cultivation of Peripheral Blood Mononuclear Cells Sensitized with Mesenchymal Stem Cells Secretome and Colony Stimulating Factor-2 in vitro". *Journal of Blood Medicine*, 12: 601 – 611.
34. Samirah, Budiatin AS, **Mahyudin F**, Pandin TDN. 2021. "Fabrication and Characterization of Bovine hydroxyapatite-Gelatin-Alendronate Scaffold Cross-linked by Glutaraldehyde for Bone Regeneration". *Journal of Basic Clinical Physiology and Pharmacology*, 32(4): 555 – 560.
35. Hernugrahanto KD, Sedar JAMD, Ayub DM, Santoso D, Utomo DN, **Mahyudin F**, Martanto TW, Irianto KA, Suroto H. 2021. "Application of Bone Allograft in Diaphyseal Critical-sized Bone Defects: Lesson From Clinical Reports". *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 17(SUPP6): 65 – 71.
36. Ariyanto MA, Zulfa I, Hernugrahanto KD, **Ferdiansyah**, Trisanti PN, Sumarno. 2021. "Purification Process of Poly Methyl Methacrylate Products Made with Suspension Polymerization Techniques". *International Conference on Chemical and Material Engineering (ICCM 2020)*, 1053: 012112.
37. Rhatomy S, Utomo DN, Prakoeswo CRS, Rantam FA, Suroto H, **Mahyudin F**. 2021. "Ligament/Tendon Culture under Hypoxic Conditions: A Systematic Review". *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 11(4): 595 – 600.

38. Sumarwoto T, Utomo P, Suroto H, **Mahyudin F**, Utomo DN, Romaniyanto, Projosedjati A, Rhatomy S, Prakoeswa CRS, Rantam FA, Tinduh D, Notobroto HB. 2021. "Preconditioning of Hypoxic Culture Increases The Therapeutic Potential of Adipose Derived Mesenchymal Stem Cells". *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 9(F): 505 – 515.
39. Warindra T, Edward M, Hernugrahanto KD, Rantam FA, **Mahyudin F**, Basuki MH, Bari YA. 2021. "Implantation of bovine hydroxyapatite and secretome with different oxygen concentration may improve massive bone defect regeneration: An experimental study on animal model". *Journal of Biomaterials Applications*.
40. Romaniyanto, Notobroto HB, **Mahyudin F**, Prakoeswa CRS, Suroto H, Tinduh D, Ausrin R, Rantam FA, Utomo DN, Rhatomy. 2022. "An update of current therapeutic approach for Intervertebral Disc Degeneration: A review article". *Annals of Medicine and Surgery*, 77: 103619.
41. Sumarwoto T, Romaniyanto FNU, Suroto H, **Mahyudin F**, Utomo DN, Prakoeswa CRS, Prijosedjati A, Notobroto HB, Tinduh D, Rantam FA, Rhatomy S. 2022. "Prospect of Stem Cells as Promising Therapy for Brachial Plexus Injury: A Systematic Review". *Stem Cells and Cloning: Advances and Applications*. 15(2022): 29 – 42.
42. Romaniyanto, **Mahyudin F**, Prakoeswa CRS, Suroto H, Tinduh D, Ausrin R, Rantam FA, Utomo DN, Rhatomy S. 2022. "Hypoxia Effects in Intervertebral Disc-Derived Stem Cells and Discus Secretomes: An in vitro Study". *Stem Cells and Cloning: Advances and Applications*. 15: 21 – 28.
43. Prawiragara FA, **Ferdiansyah**, Edward M, Utomo DN, Basuki MH, Nugraha PA, Rantam FA. 2022. "Activation of Microvesicle Peripheral Blood Mononuclear Cells by Mesenchymal Stem Cells Secretome Co-Cultivated With Osteosarcoma Stem Cell". *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*. 10: 783 – 790.
44. Suwondo A, **Mahyudin F**, Edward M, Mustokoweni S. 2022. "The effect of temperature and duration of pasteurization exposure on tumor viability in osteosarcoma". *International Journal of Health Sciences*. 6 (S4).

45. Romaniyanto, **Mahyudin F.**, Prakoeswa CRS, Notobroto HB, Tinduh D, Ausrin R, Rantam FA, Suroto H, Utomo DN, Rhatomy S. 2022. "Adipose-Derived Stem Cells (ASCs) for Regeneration of Intervertebral Disc Degeneration: Review Article". *Stem Cells and Cloning: Advances and Applications*. 15: 67-76.

PUBLIKASI ILMIAH DALAM JURNAL NASIONAL

1. **Ferdiansyah**, Edward M, Basuki MH, Aryawan DM. 2017. "Femur Patological Fracture Caused by Metastatic Bone Disease Derived from foot Squamous Cell Carcinoma". *Qanun Medika*, 1(2): 1-6.
2. **Ferdiansyah**, Edward M, Basuki MH, Amrullah AH. 2018. "Laporan Kasus: Hemangioma dan Tuberculoma Pedis Sinistra pada Anak". *Qanun Medika*, 2(1): 72 – 79.
3. **Mahyudin F**, Edward M, Basuki MH, Bari YA, Suwandani Y. 2018. "Osteosarcoma has not Become Attention to Society Profile of Osteosarcoma Patients at Dr. Soetomo General Hospital Surabaya "A Retrospective Study". *Journal Orthopaedi and Traumatology Surabaya*, 7(1): 20 – 30.
4. **Mahyudin F**, Edward M, Basuki MH, Satria RA. 2018. "Quality of Life Comparation in Metastatic Bone Disease Patient Before and After Surgery in Dr. Soetomo General Hospital". *Journal Orthopaedi and Traumatology Surabaya*, 7(2): 38 – 44.
5. **Mahyudin F**, Edward M, Basuki MH, Prawira KS. 2018. "Analysis of Immunity in Osteosarcoma as a Basis for Development Following Therapy". *Journal Orthopaedi and Traumatology Surabaya*, 7(2):45 – 54.
6. Sari DS, Maduratna E, **Ferdiansyah**, Sudiana IK, Rantam FA. 2018. "Cytotoxicity test and characteristics of demineralized dentin matrix scaffolds in adipose-derived mesenchymal stem cells of rats". *Dental Journal*, 51(4): 194 – 199.
7. Arina YMD, **Ferdiansyah**, Rubianto M. 2018. "The evaluation of mandibular bone density in chronic periodontitis models". *Dental Journal*, 51(4): 210 – 215.

8. **Mahyudin F**, Waskita HC, Utomo DN, Suroto H, Martanto TW. 2019. "Uji Biokompatibilitas pada Implan Orthopaedi antara Implan Impor, Implan Lokal dari Material Impor, dan Prototipe Stainless Steel 316L dari Material Lokal". *Qanun Medika*, 3(1): 7 – 13.
9. Garry P, Edward M, Setiawati R, Mustokoweni S, **Mahyudin F**. 2019. "Clinical Features in Metastatic Bone Disease with and without Pathological Fractures: A Comparative Study". *Health Nations*, 3(10): 451 – 459.
10. **Mahyudin F**, Edward M, Basuki MH, Basrewan Y, Rahman A. 2020. "Modern and Classic Wound Dressing Comparison in Wound Healing, Comfort and Cost.". *Jurnal Ners*, 15(1).
11. Utomo DN, **Mahyudin F**, Zulkarnain A, Setyawati. 2020. "Intraarticular Allogenic Mesenchymal Stem Cells and Vascular Endothelial Growth Factor Injection in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction". *Folia Medica Indonesia*, 56(1): 41 – 48.
12. Arifin, **Mahyudin F**, Edward M. 2020. "The Clinical and Radiological Outcome of Bovine Hydroxyapatite (Bio Hydrox) as Bone Graft". *Journal Orthopaedi and Traumatology Surabaya*, 9(1): 9 – 16.
13. Edward M, Dominica D, **Mahyudin F**, Rantam FA. 2020. "Differences of Bone Regeneration Using Bovine Hydroxyapatite and Bovine Hydroxyapatite with Freeze-Dried Platelet Rich Plasma Allograft in Bone Defect of Femoral White Rabbit". *Journal Orthopaedi and Traumatology Surabaya*, 9(2): 34 – 54.
14. Edward M, **Mahyudin F**, Manyakori DBP. 2022. "The Effect of Culture Techniques of Hypoxic Stem Cell Secretome on The Number of Growth Factor TGF- β , BMP-2, VEGF". *Journal Orthopaedi and Traumatology Surabaya*, 11(1): 5 – 9.
15. Edward M, **Mahyudin F**, Basuki MH, Basrewan Y, Bimoseno CH. 2022. "Giant Cell Tumor of The Proximal Phalanx of The Index Finger of The Hand: A Rare Case Report". *Journal Orthopaedi and Traumatology Surabaya*, 11(2): 49-55.

PENGALAMAN DALAM PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

No.	Nama Kegiatan Pengabdian Masyarakat	Waktu
1.	Relawan dalam Bencana Gempa Bumi di Lombok NTB	Agustus 2018
2.	Melakukan Operasi bersama untuk Tindakan Limb salvage procedure di RSUD A.Wahab Syahrani samarinda	5-6 September 2019
3.	Narasumber Seminar Online HIMNI dengan tema Bank Jaringan Nuklir Penyelamat banyak Jiwa	10 Desember 2020
4.	Narasumber TV IDI Surabaya Talkshow dengan tema “Kanker Muskuloskeletal”	11 Februari 2022
5.	Narasumber Talkshow RS Terapung Ksatria Airlangga dengan topik “Tumor Tulang: Cara Mendeteksi dan Tatalaksana”	27 Februari 2022
6.	Narasumber Kajian Kesehatan Ahad Subuh di Masjid Ash-Shoobirin Surabaya dengan Tema “Nyeri Sendi, Bagaimana Mencegah dan Menanggulangi”	22 Mei 2022
7.	Pembicara Webinar Awam Perhimpunan Dokter Seminat Rekayasa Jaringan dan Terapi Sel Indonesia (REJASELINDO) dengan topik: “Menenal stem cell lebih jauh: Sumber, Jenis, Terapi dan Produk Metabolitnya:	19 Juni 2022

RIWAYAT PENULISAN BUKU DAN EDITOR

Tahun	Judul Buku	ISBN/ Penerbit
2007	Radiation in Tissue Banking Chapter: Use of Freeze-Dried Irradiated Bones in Orthopaedic Surgery	ISBN: 978-981-270-590-7 World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
2009	Stem Cell Exploration Method of Isolation and Culture	ISBN: 978-979-1330-52-7 Airlangga University Press
2014	Stem Cell Mesenchymal, Hematopoetik, dan Model Aplikasi	ISBN: 978-602-7924-69-7, Airlangga University Press
2015	Buku Ajar Orthopaedi & Traumatologi	ISBN: 978-602-7924-49-9 Airlangga University Press

Tahun	Judul Buku	ISBN/ Penerbit
2016	Biomaterials and Medical Devices A Perspective from an Emerging Country	ISBN: 978-3-319-14844-1 Springer International Publishing
2018	Cedera Tendon Achilles Evaluasi, Diagnosis, dan Tatalaksana Komprehensif	ISBN: 978-602-473-017-8, Airlangga University Press
2018	Graf Tulang & Material Pengganti Tulang Karakteristik dan Strategi Aplikasi Klinis	ISBN: 978-602-473-019-2 Airlangga University Press
2018	Defek Kartilago Sendi Lutut Evaluasi, Diagnosis, dan Tatalaksana Terkini	ISBN: 978-602-473-018-5, Airlangga University Press
2018	Diagnosis dan Terapi Tumor Muskuloskeletal (Multidisciplinary Approach)	ISBN: 978-602-271-107-0 Sagung Seto
2019	Lesi Pleksus Brakialis. Tata Laksana Komprehensif	ISBN: 978-602-473-211-0 Airlangga University Press
2020	Orthopaedic Tissue Engineering (Kemajuan Terkini dalam Tatalaksana Defek Jaringan Muskuloskeletal)	ISBN: 978-602-473-622-4, Airlangga University Press

PATENT/ HaKI

Tahun	Judul/ Tema HKI	Jenis	Nomor P/ID
2016	Jaringan Tulang Rawan Rekayasa Untuk Terapi Osteoarthritis Dari Kombinasi Sel Progenitor Kondrosit Dan Scaffold Tulang Rawan	Paten	IDP00063317
2017	Proses Pembuatan Kolagen dari Kortek Tulang Sapi	Paten	IDP00063628
2019	Buku: Defek Kartilago Sendi Lutut. Evaluasi, Diagnosis, Dan Tata Laksana Terkini	HaKI	EC00201946733
2019	Buku: Cedera Tendon Achilles. Evaluasi, Diagnosis, Dan Tata Laksana Komprehensif	HaKI	EC00201946949

Tahun	Judul/ Tema HKI	Jenis	Nomor P/ID
2019	Buku: Graf Tulang & Material Pengganti Tulang. Karakteristik Dan Strategi Aplikasi	HaKI	EC00201946950
2019	Diagnosis Dan Terapi Tumor Muskuloskeletal (Multidisciplinary Approach)	HaKI	EC00201988020
2020	Buku: Orthopaedic Tissue Engineering. Inovasi Tatalaksana Penyakit Muskuloskeletal	HaKI	EC00202040835

HILIRISASI PRODUK

Tahun	Produk	Diproduksi oleh
2019	Bone graft-bovine hydroxyapatite (Bone fill)	PT. Phapros, TBK

RIWAYAT KETUA PENELITIAN DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

Tahun	Judul Penelitian	Ketua/ Anggota Tim	Sumber Dana
2020	Produksi Mineral (Hidroksiapatit) Tulang Sapi Secretome Sel Punca Beku Kering untuk Terapi Defek Tulang (Uji Klinik)	Ketua	LPDP
2019	Produksi Mineral (Hidroksiapatit) Tulang Sapi Secretome Sel Punca Beku Kering untuk Terapi Defek Tulang (<i>Animal Research</i>)	Ketua	LPDP
2018	Analisis imunitas pada osteosarcoma sebagai dasar pengembangan tindak lanjut terapi	Ketua	Mandiri
2018	Komparasi kualitas hidup pasien metastasis bone disease sebelum tindakan operatif dan setelah Tindakan operatif di RSUD Dr.Soetomo	Ketua	Mandiri

Tahun	Judul Penelitian	Ketua/ Anggota Tim	Sumber Dana
2018	Uji komparasi in vitro potensi diferensiasi osteogentik antara bone marrow mesenchymal stem cells (BMSCs) dan adipose derived mesenchymal stem cell (ASCs) yang ditambahkan pada bovine demineralized bone matrix (DBM) pada kondisi kultur normal dan osteogenik	Ketua	Mandiri
2018	Korelasi kadar serum alkaline phosphatase, lactate dehydrogenase, creactive protein, laju endap darah, ekspresi β hCG dan volume tumor terhadap risiko metastasis paru pada pasien osteosarkoma	Ketua	Mandiri
2017	Perbandingan bone healing pada allograft freeze dried, hydroxyapatite bovine, dan mineralized bone matrix	Ketua	Mandiri
2017	Uji biokompatibilitas prototype implant orthopaedi stainless steel 316L bahan baku dalam negeri dibandingkan dengan implant dalam negeri bahan baku impor dan implant luar negeri	Ketua	Mandiri
2015	Pengaruh kondisi kadar oksigen rendah terhadap kultur bone marrow mesenchymal stem cell	Ketua	Mandiri