



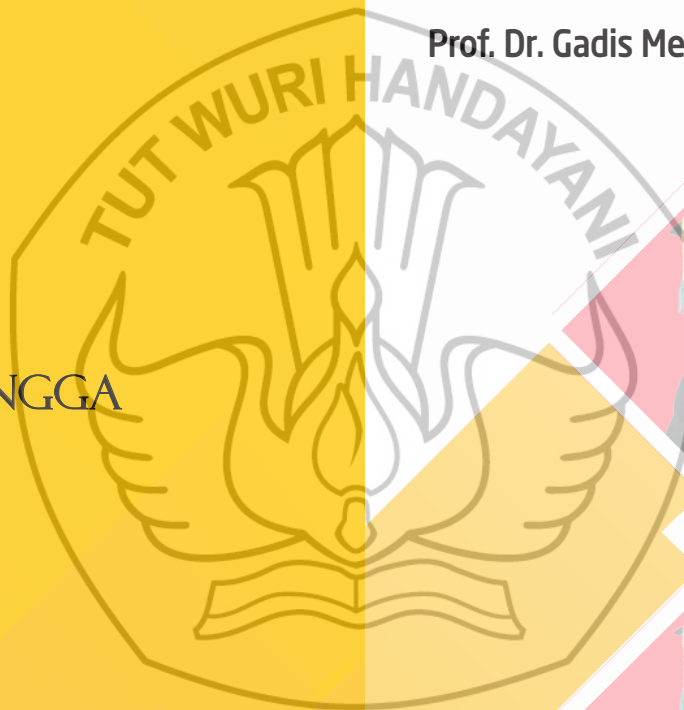
PIDATO PENGUKUHAN

KESEIMBANGAN REMODELING MELALUI HARMONISASI ORKESTRA SELULER SEBAGAI PROYEKSI KEPADATAN TULANG

Prof. Dr. Gadis Meinar Sari, dr., M.Kes.



UNIVERSITAS AIRLANGGA
Excellence with Morality



KESEIMBANGAN REMODELING MELALUI HARMONISASI ORKESTRA SELULER SEBAGAI PROYEKSI KEPADATAN TULANG



Disampaikan pada Pengukuhan Jabatan Guru Besar
dalam Bidang Ilmu Fisiologi Kedokteran
pada Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
di Surabaya pada Hari Rabu, Tanggal 27 Desember 2023

Oleh

GADIS MEINAR SARI



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yang terhormat,

Ketua dan Anggota Majelis Wali Amanat Universitas Airlangga,
 Rektor dan Para Wakil Rektor Universitas Airlangga,
 Ketua dan Anggota Senat Akademik Universitas Airlangga,
 Sekretaris Universitas Airlangga
 Para Guru Besar Universitas Airlangga dan Guru Besar Tamu,
 Para Dekan, Wakil Dekan dan Direktur Wakil Direktur Sekolah
 di Lingkungan Universitas Airlangga,
 Para Direktur Direktorat, Ketua Badan, Lembaga, dan Pusat di
 Lingkungan Universitas Airlangga,
 Direksi RSUD Dr. Soetomo,
 Direksi RS Universitas Airlangga,
 Kolega, rekan, keluarga, undangan, dan hadirin yang saya
 muliakan

Pada kesempatan yang berbahagia ini perkenankan saya mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga kita dapat berkumpul bersama untuk mengikuti **Sidang Universitas dalam rangka Pengukuhan Guru Besar Universitas Airlangga**. Sholawat serta salam semoga selalu terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW. Merupakan penghormatan dan penghargaan yang tiada tara bagi saya karena hadirin sekalian berkenan meluangkan waktu untuk hadir dalam acara Pengukuhan Guru Besar pada hari ini. Untuk itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

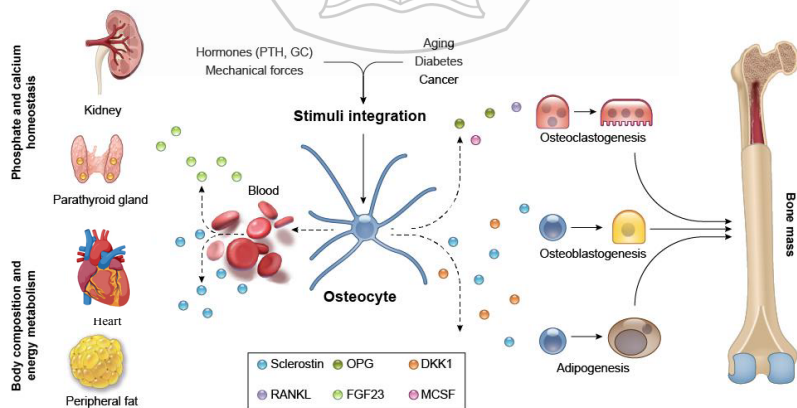
Guru besar merupakan jabatan akademik tertinggi untuk kami sebagai dosen, tetapi ini bukanlah ujung dari perjalanan karier akademik kami sebagai pendidik. Saya menyadari sepenuhnya bahwa justru ada tantangan baru yang harus dihadapi pasca pengukuhan Guru Besar ini.

Dalam kesempatan ini, ijin saya akan menyampaikan hasil kajian dan penelitian yang selama ini saya tekuni, yakni pada Bidang Fisiologi Kedokteran. Sehubungan dengan hal

itu, perkenankanlah saya menyampaikan pidato orasi ilmiah pada mimbar akademik yang terhormat ini dengan judul: **“Keseimbangan Remodeling Melalui Harmonisasi Orkestra Seluler Sebagai Proyeksi Kepadatan Tulang”**

Hadirin yang saya hormati, saya akan memulai orasi saya dengan mengajak hadirin sekaligus mengingat sejenak mengenai perjalanan hidup manusia, mulai dari masa bayi, anak-anak, remaja, dewasa, hingga lansia, dimana berbagai perubahan dan penyesuaian secara anatomi maupun fisiologi terjadi. Ilmu fisiologi kedokteran, merupakan cabang ilmu yang mempelajari proses atau fungsi normal tubuh manusia, mulai dari tingkat selular, jaringan, organ, sistem tubuh hingga tingkat organisme secara utuh.

Selain beberapa sistem dan organ penting yang ada pada tubuh seperti sistem pernapasan, sistem kardiologi, organ ginjal, jantung, paru-paru, terdapat salah satu jaringan penting yang menjadi struktur utama manusia dan memiliki banyak fungsi dalam keseharian. Jaringan tersebut adalah tulang, Tulang merupakan jaringan ikat yang terdiri dari beberapa sel beserta matrik organik ekstrasel untuk menjalankan fungsi utama menopang, memberikan bentuk tubuh, serta melindungi organ vital tubuh (Gambar 1).



Gambar 1. Kaitan Tulang dengan Organ-Organ Tubuh Manusia

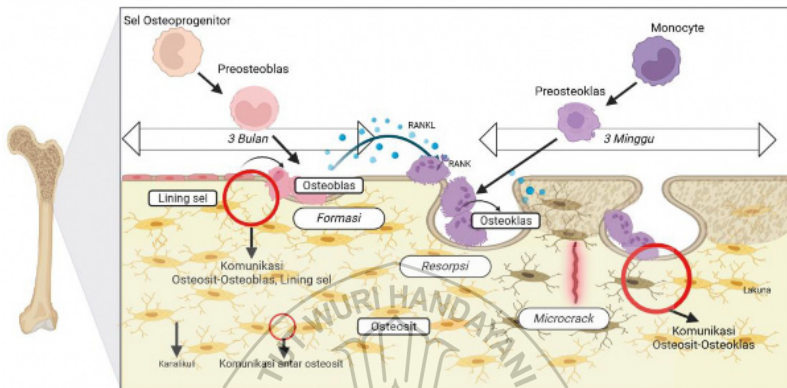
Selama perjalanan karir saya menjadi dosen dengan bidang ilmu fisiologi kedokteran, saya melihat pembelajaran mengenai jaringan tulang yang merupakan jaringan dengan fungsi cukup signifikan untuk tubuh serta memiliki struktur yang kompleks memiliki porsi yang kurang untuk dibahas. **Hal ini membuat saya tertarik untuk mendalami berbagai proses yang dapat terjadi pada tulang.**

Sejak janin di dalam kandungan tulang mulai dibentuk melalui proses diferensiasi dan proliferasi jaringan yang disebut proses modeling, sehingga terbentuk berbagai macam bentuk dan fungsi tulang. Selanjutnya sepanjang hidup manusia, tulang mengalami proses *coupling* yaitu proses pembongkaran (resorpsi) oleh **osteoklas** dan pembentukan (formasi) oleh **osteoblas**, merupakan dua fase penting yang tidak terpisahkan atau disebut proses **remodeling tulang**. Penanda keberhasilan proses remodeling tulang adalah terbentuknya kepadatan tulang yang optimal, sehingga tulang tidak rapuh atau mudah patah. Sedangkan kunci dari proses remodeling itu sendiri adalah harmonisasi atau keseimbangan jumlah dan fungsi sel tulang dengan matrik biomolekuler dan sistem di dalam tubuh.

Proses remodeling tulang merupakan tahapan kompleks yang melibatkan beberapa jenis sel, biomolekul serta hormon. Seperti halnya sebuah orkestra dimana untuk tercipta suatu nada yang harmoni diperlukan beberapa elemen pendukung dengan peran yang berbeda tetapi dapat tetap saling bekerjasama. Pertumbuhan ketebalan tulang dicapai oleh proses penambahan sel atau matrik tulang baru, melalui aktivitas osteoblas di dalam periosteum, pembungkus jaringan ikat yang menutupi permukaan luar tulang.

Pada sebuah orkestra dibutuhkan seorang konduktor untuk mengatur beberapa aspek musikalisasi mulai dari dinamika, tempo, dan artikulasi. Demikian juga dengan tulang, peran pengatur sinyal mekanik dan kimia yang mengendalikan proses remodeling tulang dilakukan oleh sel osteosit. Osteosit adalah sel osteoblas yang terbenam di dalam matriks tulang, merupakan 90-95% penyusun matriks tulang. Setelah proses mineralisasi,

osteosit akan terjebak dan terkubur dalam matriks terkalsifikasi dan bertahan sepanjang usia individu. Osteosit mendapat pasokan nutrisi serta melakukan pertukaran kalsium dan darah di bawah kontrol hormon paratiroid, melalui saluran kecil disebut lakunar-kanalikular.



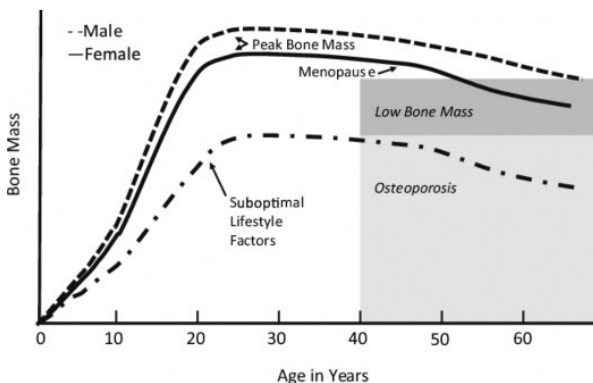
Gambar 2. Mekanisme Remodeling Tulang

Harmonisasi sel penyusun tulang dengan komunikasi yang seimbang dapat membantu proses remodeling berjalan dengan sangat baik. Komunikasi pembentukan tulang (formasi) dimulai dari osteosit dengan sel osteoblas dan lining sel pada permukaan tulang melalui *gap junction* dan jalur pensinyalan tak langsung (ekstraselular parakrin). Sinyal umum yang ditemukan pada osteosit dan osteoblas berupa makromolekul misalnya, IGF-1, sklerostin dan juga molekul kecil seperti, PGE2, NO, nukleotida yang bertindak sebagai pengatur aktivitas osteoblas untuk menghasilkan matriks organik yang terdiri dari serat kolagen yang disertai proses mineralisasi, sehingga terbentuk matriks tulang yang menentukan ketahanan tulang terhadap kerusakan ketika mendapat tekanan. Komunikasi resorpsi atau pembongkaran tulang, juga diketahui terjadi melalui peran osteosit dalam memicu resorpsi tulang. Adanya *microcrack* akibat pembebanan/tekanan menyebabkan osteosit yang terlokalisasi

di sekitar mengalami apoptosis. Osteosit yang masih hidup dan berdekatan dengan daerah apoptosis meningkatkan produksi sinyal pro-osteoklastogenik (yaitu, RANKL dan lain-lain). RANKL akan berikatan dengan RANK pada osteoklas, sehingga osteoklas menjadi aktif untuk melakukan proses resorpsi (Gambar 2).

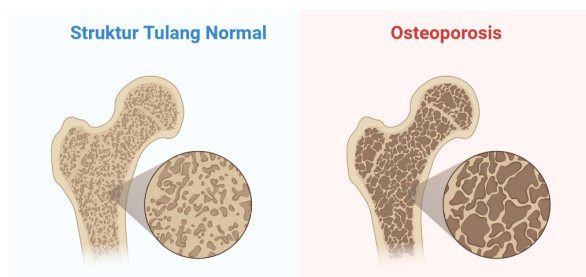
Beberapa jenis protein yang disintesis oleh sel-sel tulang juga memiliki berbagai peran tersendiri dalam mendukung proses remodeling, seperti hal nya Osteosit juga mensintesis beberapa protein matriks tulang yaitu osteopontin (OPN), osteocalcin (OCN), protein matriks dentin matriks protein 1 (DMP1), proteoglycan, asam hyaluronic (HA) dan beberapa sitokin yang turut berperan dalam berlangsungnya proses remodeling tulang. Matriks tulang yang terdiri dari komponen organik dan anorganik, serta proses regulasi oleh hormon yang mempengaruhi metabolisme tulang. Biomarker remodeling tulang untuk mengetahui aktivitas metabolisme tulang yang dapat diketahui melalui peptida yang berasal dari osteoblas yang mengindikasikan pembentukan tulang (BAP, osteocalcin) atau senyawa organik yang dilepaskan selama sintesis (P1NP) serta resorpsi osteoklastik (TRAP5b), dan resorpsi matriks tulang C-Telopeptide(CTX-1).

Proses remodeling ini akan terus menerus terjadi sepanjang kehidupan manusia, namun terdapat masa puncak pertumbuhan tulang atau disebut *peak bone mass* yang terjadi pada usia sekitar 30 tahun. Seiring berjalannya waktu saat mencapai usia 40 tahun secara perlahan-lahan mulai terjadi penurunan kepadatan tulang. Sebagai bagian dari proses penuaan, berkurangnya kepadatan tulang akan terjadi akibat ketidak seimbangan remodeling tulang, dimana proses pembongkaran/resorpsi berlangsung lebih agresif dibanding proses formasi. Beberapa hal turut mempengaruhi proses remodeling tulang baik secara internal (dari dalam tubuh) seperti hormonal, antioksidan, dll ataupun eksternal (dari luar tubuh) seperti konsumsi diet, latihan fisik, maupun paparan radikal bebas (Gambar 3).



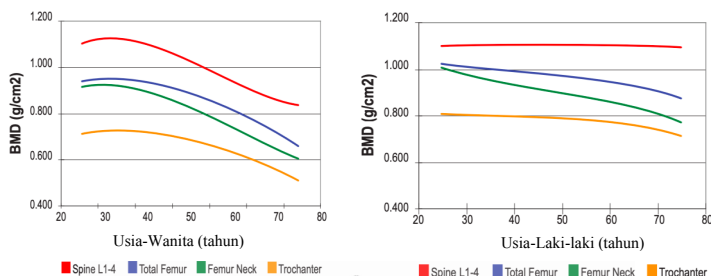
Gambar 3. Kepadatan tulang sepanjang usia

Ketidakseimbangan remodeling ini akan menyebabkan beberapa masalah tulang salah satunya osteoporosis dimana terjadi penurunan kepadatan tulang dan tulang menjadi lebih tipis. Perbedaan struktur tulang osteoporosis dengan tulang normal dapat dilihat pada gambar 4. Osteoporosis sering disebut sebagai “*silent killer*” karena terjadi tanpa disadari dan tanpa ada gejala yang jelas, dan baru terdeteksi setelah tulang mengalami kerusakan atau terjadi keretakan. Secara global diperkirakan 1 dari 3 wanita dan 1 dari 5 pria berusia diatas 50 tahun berisiko patah tulang akibat osteoporosis. Kejadian patah tulang pinggul 50% dinyatakan menimbulkan risiko kecacatan seumur hidup dan meningkatkan angka kematian.



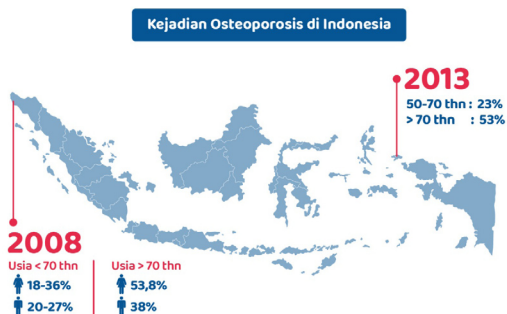
Gambar 4. Perbandingan gambaran tulang sehat dan tulang dengan osteoporosis

Referensi terdahulu menyatakan terdapat adanya perubahan Bone Mineral Density (BMD) antara wanita dan laki-laki, terutama pada tulang belakang. Penurunan BMD, terutama pada wanita pasca menopause karena menurunnya produksi hormon estrogen yang berfungsi mengaktifkan osteoblas (Gambar 5).



Gambar 5. Grafik Perbandingan Tulang Femur dan Tulang Belakang terhadap Usia Wanita dan Laki-Laki

Osteoporosis di Indonesia merupakan masalah kesehatan masyarakat yang signifikan, khususnya di kalangan wanita pascamenopause. Perhimpunan Osteoporosis Indonesia (Perosi) menyatakan penderita osteoporosis usia kurang dari 70 tahun sekitar 18-36% wanita dan 20-27% pada laki-laki; usia lebih dari 70 tahun 53,8% wanita dan 38% laki-laki. Sedangkan pada tahun 2013 usia 50-70 tahun angka kejadian osteoporosis 23% dan usia diatas 70 tahun sebesar 53% (Gambar 6).



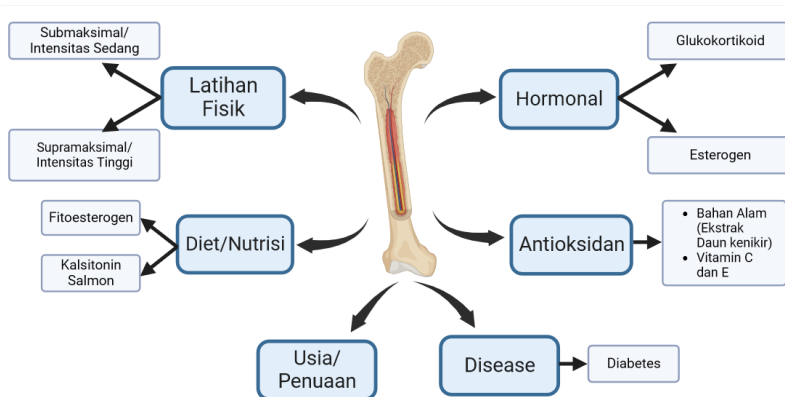
Gambar 6. Gambaran Osteoporosis Indonesia Tahun 2008 dan 2013

Terdapat faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi keseimbangan formasi-resorpsi tulang baik pada laki-laki maupun wanita, salah satu kemungkinan proses resorpsi tulang menjadi lebih dominan daripada pembentukan tulang pada wanita setelah usia menopause berkaitan dengan hormonal. Pernyataan ini sesuai dengan hasil studi saya pada hewan coba yang diberikan ekstrak kedelai (fitoestrogen) dan estrogen konjugasi selama 12 minggu diketahui terjadi peningkatan kepadatan tulang yang signifikan pada kedua kelompok. Mekanisme estrogen dapat menyebabkan peningkatan aktivitas osteoblas (sel pembentuk tulang) karena adanya reseptor estrogen serta merangsang produksi Transforming Growth Factor B (TGFB) dimana sitokin ini meningkatkan apoptosis osteoklas, selain itu estrogen juga menghambat sekresi sitokin seperti Interleukin-1 (IL-1), Interleukin-6 (IL-6) dan Tumor Necrosis Factor α (TNF α) yang memelihara perkembangan osteoklas, sehingga pemberian estrogen/fitoestrogen dapat menghambat proses resorpsi tulang.

Hadirin yang saya muliakan,

Untuk memperlambat penurunan kepadatan tulang, upaya preventif dan promotif lebih baik untuk meningkatkan kepadatan tulang sebelum masa puncak tulang (*peak bone mass*) dengan aktivitas atau bahan yang murah dan mudah didapat oleh masyarakat. Upaya promotif dan preventif merupakan langkah paling efektif karena dapat dilakukan secara mandiri dan mudah oleh masyarakat, sehingga akan menurunkan biaya perawatan dan pengobatan yang tinggi.

Langkah preventif antara lain dapat dilakukan dengan latihan fisik sesuai dosis. Dosis meliputi frekuensi, intensitas, waktu, dan jenis latihan fisik. Dosis latihan fisik yang sesuai dengan kebutuhan setiap individu berbeda-beda, banyak masyarakat beranggapan bahwa semakin berat dan semakin melelahkan latihan fisik akan semakin baik bagi tubuh. Dari penelitian yang saya lakukan, latihan fisik dengan dosis submaksimal atau intensitas sedang meningkatkan kepadatan tulang. Latihan fisik intensitas



Gambar 7. Faktor yang mempengaruhi keseimbangan remodeling tulang

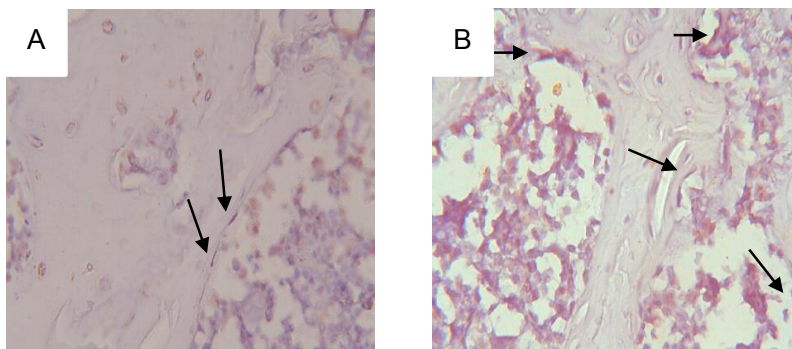
submaksimal akan merangsang hipofisis anterior mensekresi growth hormone. Hormon pertumbuhan akan merangsang hati untuk menghasilkan Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1) yang akan meningkatkan kinerja sel osteoblas.

Pada penelitian saya yang lain, latihan fisik dengan intensitas tinggi justru menyebabkan penurunan kepadatan tulang melalui jalur peningkatan kadar Glukokortikoid. Latihan fisik intensitas tinggi merupakan stresor yang memicu sekresi glukokortikoid akan menurunkan kadar osteoprotegerin (OPG) suatu *soluble decoy receptor* dilepas dari sel stroma atau osteoblas yang bersifat kompetitif inhibitor dengan RANKL. Akibatnya akan terus terjadi proses ikatan antara RANKL dengan reseptornya (RANK) di osteoklas, sehingga osteoklas akan terus teraktifasi meningkatkan kadar C-Telopeptide (CTX) sebagai produknya. Peningkatan glukokortikoid juga menyebabkan penurunan kadar osteokalsin yang tidak melalui jalur apoptotik osteoblas, mengakibatkan ketidakseimbangan atau gangguan remodeling tulang.

Pada penelitian saya sebelumnya, pemberian glukokortikoid jangka panjang (4 minggu) pada tikus dapat menyebabkan apoptosis *lining cells osteoblast* (sel cadangan osteoblas atau osteoblas pasif). Proses apoptosis ini akan menurunkan jumlah osteoblas aktif yang mensekresi matrik organik antara lain

kolagen sebagai bahan yang menentukan kepadatan tulang akan berkurang sehingga meningkatkan risiko patah tulang. Gambar 8 menunjukkan perbandingan *lining cells* normal dan apoptotik. Osteoblas, osteosit, dan sel lining berasal dari mesensimal stem sel atau dikenal sebagai osteoprogenitor. Dalam perjalanannya osteoblas akan mengikuti tiga jalur untuk menjadi tiga bentuk yaitu (1) osteoblas aktif, (2) dikelilingi matrik menjadi osteosit, atau (3) menjadi relatif inaktif dan membentuk sel lining. Berdasar pernyataan ini maka pemberian glukokortikoid jangka panjang dapat terjadi pula pada sel lining mengingat sel lining berasal dari bakal yang sama dengan osteoblas. Penelitian ini membuktikan bahwa pemberian glukokortikoid jangka panjang menyebabkan pula proses apoptosis pada sel lining. Sel lining tampak sebagai sel berbentuk pipih, tipis, memanjang, menutupi sebagian besar permukaan tulang yang matur. Tonjolan sitoplasma atau *gap junction*-nya berhubungan satu sama lain atau dengan osteosit. Karena mempunyai metabolisme inaktif, sel lining mengandung sedikit organela dan sitoplasma daripada osteoblas. Pada suatu saat sel lining akan menjadi “resting osteoblast” atau “surface osteosit”. Atas dasar ini maka hasil penelitian ini menjadi penting karena dapat dikatakan sel lining merupakan sel cadangan bagi osteoblas. Apabila pemberian terapi glukokortikoid jangka panjang menyebabkan apoptosis osteoblas dan osteosit dan terbukti pada penelitian ini juga terjadi pada sel lining maka akan lebih memperburuk penurunan kepadatan tulang yang diakibatkannya. Peneliti lain mengatakan bahwa sel lining sebagai prekursor osteoblas yang mengatur pertumbuhan kristal tulang (hidroksiapatit), maka apabila terjadi peningkatan apoptosis sel lining akibat pemberian glukokortikoid jangka panjang maka kepadatan tulang akan semakin menurun.

Selain latihan fisik upaya meningkatkan kepadatan tulang dengan mengkonsumsi asupan yang mempunyai efek remodeling positif yaitu dengan memanfaatkan sumberdaya alam yang ada di sekitar. Indonesia dikenal dengan keaneka ragaman jenis tanaman, salah satu yang umum adalah kedelai. Latar belakang tersebut sebagai dasar penelitian saya selanjutnya memberikan ekstrak



Gambar 8. A. *Bone lining cells* normal; B. *Bone lining cells* apoptotik

kedelai yang mengandung fitoestrogen pada tikus yang untuk melihat efek pada tulang. Hasil penelitian eksperimental tersebut menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kedelai (dosis 2,48 mg sampai 5,01 mg) yang setara dengan estrogen konjugasi (0,02 mg) dapat meningkatkan kepadatan tulang. Fitoestrogen adalah suatu senyawa yang terjadi secara alami yang ditemukan di dalam banyak tumbuhan salah satunya pada kedelai, didefinisikan sebagai zat tumbuhan yang secara struktural dan fungsional mirip dengan estradiol (E2), dan mengandung salah satu isoflavon. Estrogen dapat menyebabkan peningkatan aktivitas osteoblas (sel pembentuk tulang), matriks ulang dan deposisi kalsium dan fosfat pada tulang. Estrogen juga menghambat sekresi sitokin-sitokin seperti Interleukin-1 (IL-1), Interleukin-6 (IL-6) dan Tumor Necrosis Factor α (TNF α) yang memelihara perkembangan osteoklas. Disamping itu estrogen dapat merangsang produksi Transforming Growth Factor f (TGF β) dimana sitokin ini meningkatkan apoptosis osteoklas, sehingga pemberian estrogen dapat menghambat proses resorpsi tulang. Pemberian estrogen dapat merangsang sintesa kalsitonin yang dapat menghambat resorpsi tulang. Pernyataan yang lain menyebutkan bahwa di osteoblas juga terdapat reseptor estrogen, sehingga pemberian estrogen dapat secara langsung merangsang aktivitas osteoblas untuk meningkatkan pembentukan tulang.

Kalsitonin adalah hormon polipeptida yang berperan dalam menurunkan kalsium plasma. Salmon kalsitonin sejauh ini yang sering digunakan dalam praktek klinis karena 40-50 kali lebih tinggi potensi intrinsik bila dibandingkan dengan kalsitonin manusia, dan sifat analgesiknya yang lebih baik. Kalsitonin memiliki dua efek pada tulang, pertama, dalam jangka pendek kalsitonin menurunkan perpindahan kalsium dari tulang ke dalam plasma dengan menghambat kerja osteoklas. Kedua, mencegah pembentukan osteoklas baru dari sel osteoprogenitor (OPG). Penelitian yang pernah saya lakukan membuktikan pemberian kalsitonin salmon dan latihan fisik intensitas submaksimal dapat meningkatkan kepadatan tulang. Dalam tulang, kalsitonin menekan kontraksi osteoklas, sehingga mengurangi motilitas dan kapasitasnya untuk resorpsi. Osteoklas diketahui mengalami retraksi dan lepas dari dampak pemberian kalsitonin yang berkelanjutan dalam waktu 24 hingga 48 jam, sehingga mengurangi potensi jangka panjang. Kalsitonin juga menghambat karbonat anhidrase II, mengganggu lingkungan asam optimal yang diperlukan untuk aktivitas osteoklas. Selain itu, kalsitonin menghambat diferensiasi prekursor osteoklas menjadi bentuk matangnya. Efek kumulatif ini mengurangi resorpsi matriks tulang dan menurunkan kadar kalsium serum, meskipun dengan kemanjuran yang berkurang selama 1 hingga 2 hari.

Faktor lain yang mempengaruhi proses remodeling tulang ialah antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa pereduksi radikal bebas yang sangat penting untuk mendukung proses remodeling tulang. Reactive oxygen species (ROS) atau kadar radikal bebas yang berlebih dapat menyebabkan efek kerusakan oksidatif. Antioksidan melalui mekanisme penghambatan ROS yang memiliki pengaruh pada proses nekrosis sel osteoblas membuat proses formasi tulang tetap berjalan yang ditunjukkan dengan peningkatan jumlah osteoblas dan penurunan osteoklas disertai penurunan biomarker CTX. Kandungan antioksidan dapat ditemukan di beberapa tanaman yang ada di Indonesia, salah satu tanaman yang banyak mengandung antioksidan dan sering dikonsumsi masyarakat adalah daun kenikir. Penelitian terbaru

saya melihat adanya kandungan antioksidan yang kuat pada daun kenikir dari hasil uji DPPH, yang berpotensi mempengaruhi proses remodeling tulang.

Penyakit/disease seperti Diabetes Mellitus diketahui mempengaruhi tulang melalui pengambilan glukosa selama proses remodeling tulang. Penyerapan glukosa melalui protein transporter glukosa (GLUT 1) diatur oleh macrophage stimulating (MST 1), yang merupakan kinase hulu dari jalur pensinyalan Hippo. MST 1 bertanggung jawab untuk mengatur pertumbuhan sel, proliferasi, dan apoptosis. Dalam proses remodeling tulang, MST 1 berperan dalam mengatur struktur cincin aktin dan jalur pensinyalan integrin. Selain itu, DM juga dikaitkan dengan peningkatan stres oksidatif. Stres oksidatif yang meningkat akan mengaktifkan jalur pensinyalan Hippo. Meningkatnya apoptosis seluler akan menyebabkan ketidakseimbangan dalam proses remodeling tulang sehingga mengganggu kualitas tulang.

Beberapa penelitian yang telah saya lakukan menggunakan beberapa rancangan penelitian eksperimental, terutama desain Randomized Post-test Only Control Group, dengan penggunaan tikus putih (*Rattus norvegicus*) sebagai hewan coba untuk penelitian tulang. Pada profil penelitian sebelumnya saya ingin menunjukkan komitmen dalam memahami proses remodeling tulang yang kompleks, menyangkut teknik analisis data yang relevan untuk menilai dampak perlakuan pada variabel-variabel terkait.

Visi penelitian dalam mencapai harmonisasi metabolisme tulang (interaksi kompleks antara sel-sel tulang, seperti osteosit, osteoblas, dan osteoklas, serta sinyal-sinyal molekuler yang memodulasi keseimbangan formasi-resorpsi tulang) cukup krusial dalam menghadapi tantangan kesehatan tulang kedepan. Penelitian lebih luas dapat dilakukan dengan pendekatan multidisipliner dan berorientasi pada translasi penemuan ilmiah ke dalam upaya prevensi dan promosi yang efektif. Penelitian yang memanfaatkan temuan ilmiah terkini untuk mengembangkan intervensi yang dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari merupakan langkah kunci dalam mencapai harmonisasi metabolisme tulang. Ini mencakup pengembangan strategi pencegahan yang efektif,

suplementasi yang dapat diakses oleh populasi luas, dan metode deteksi dini risiko gangguan tulang.

Berdasar uraian hasil penelitian diatas masih perlu penelitian lanjutan melalui studi pendekatan holistik dalam memahami suatu variabel atau faktor yang dapat mempengaruhi atau terlibat dalam proses remodeling tulang, yang digambarkan pada pohon penelitian berikut:

1. Hormon

- 1.1 Estrogen
 - 1.1.1 Pengaruh pada pembentukan tulang
 - 1.1.2 Hubungan dengan resorpsi tulang
- 1.2 Glukokortikoid
 - 1.2.1 Pengaruh terhadap keseimbangan formasi-resorpsi
 - 1.2.2 Dampak pada kepadatan mineral tulang

2. Diet/Nutrisi

- 2.1 Kalsium
 - 2.1.1 Keterkaitan dengan pembentukan tulang
 - 2.1.2 Pengaruh pada kepadatan tulang
- 2.2 Vitamin D (esktrak tumbuhan)
 - 2.2.1 Peran dalam penyerapan kalsium
 - 2.2.2 Dampak pada metabolisme tulang

3. Latihan Fisik

- 3.1 Jenis Latihan
 - 3.1.1 Latihan Intensitas Tinggi
 - 3.1.1.1 Pengaruh pada kepadatan tulang
 - 3.1.1.2 Interaksi dengan hormon dan faktor nutrisi
 - 3.1.2 Latihan submaksimal/Intensitas Sedang
 - 3.1.2.1 Efek pada formasi tulang baru
 - 3.1.2.2 Pengaruh terhadap resorpsi tulang

- 3.2 Intensitas dan Durasi

- 3.2.1 Pengaruh dosis pada remodeling tulang

4. Antioksidan

- 4.1 Flavonoid

- 4.1.1 Potensi melindungi sel-sel tulang

- 4.1.2 Interaksi dengan radikal bebas

-

- 4.2 Vitamin C dan E

- 4.2.1 Dampak pada keseimbangan formasi-resorpsi

- 4.2.2 Perlindungan terhadap kerusakan oksidatif pada tulang

5. Penuaan

- 5.1 Osteoporosis dan Remodeling Tulang

- 5.1.1 Dampak penuaan pada pembentukan tulang

- 5.1.2 Perubahan hormon terkait penuaan

-

- 5.2 Anti-Aging Intervention

- 5.2.1 Potensi intervensi pada hormon dan nutrisi

- 5.2.2 Latihan fisik sebagai strategi anti-penuaan pada tulang

Penelitian yang memfokuskan pada remodeling tulang dengan mempertimbangkan faktor-faktor utama seperti hormon, diet/nutrisi, latihan fisik, antioksidan, dan penuaan memiliki implikasi akademik yang signifikan dan manfaat langsung terhadap masyarakat. Dari segi akademik, pemahaman mendalam tentang pengaruh hormon, seperti estrogen dan glukokortikoid, pada proses pembentukan dan resorpsi tulang dapat menjadi kontribusi penting terhadap literatur ilmiah. Temuan ini dapat memperkaya pengetahuan masyarakat tentang regulasi hormonal dalam dinamika tulang, membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut tentang pengembangan terapi yang terfokus pada pengaturan hormon untuk mencegah atau mengelola gangguan tulang.

Studi tentang peran kritis kalsium dan vitamin D, khususnya pada setiap ekstrak yang dibuat sebagai asupan diet, dalam

metabolisme tulang dari perspektif diet/nutrisi juga dapat memberikan landasan teoritis. Kontribusi ini dapat menyumbang pada pengembangan panduan gizi yang lebih akurat dan efektif dalam meningkatkan kesehatan tulang masyarakat secara keseluruhan.

Dari sisi latihan fisik, pemahaman lebih lanjut tentang efek latihan intensitas tinggi dan latihan intensitas sedang, serta variabel durasi latihan pada kepadatan tulang, dapat memberikan kontribusi yang substansial dalam bidang olahraga dan ilmu kesehatan. Temuan ini dapat membuka jalan untuk pengembangan program latihan yang lebih tepat dan efektif untuk meningkatkan kesehatan tulang di berbagai kelompok populasi.

Penting juga untuk mengakui dampak antioksidan dalam melindungi sel-sel tulang dari kerusakan oksidatif. Penelitian ini dapat memberikan basis ilmiah untuk pengembangan suplemen atau strategi diet yang dapat digunakan dalam upaya pencegahan dan manajemen gangguan tulang. Konsekuensinya, hal ini dapat mendukung penyuluhan kesehatan dan praktik klinis yang lebih baik di tingkat komunitas.

Terakhir, pemahaman lebih lanjut tentang dampak penuaan pada remodeling tulang dan potensi intervensi memperlambat penuaan memiliki relevansi langsung dalam mengatasi masalah kesehatan populasi yang menua. Kontribusi ini dapat menjadi landasan bagi pengembangan kebijakan kesehatan yang lebih baik, terutama dalam menyusun program-program pencegahan osteoporosis dan strategi anti-penuaan yang holistik.

Secara keseluruhan, keseimbangan remodeling tulang ditentukan oleh harmonisasi seluler tulang yaitu keseimbangan fungsi osteoblas, osteosit, dan osteoklas dengan komponen penyusun matriks tulang, sebagai proyeksi peningkatan kepadatan tulang. Proses ini merupakan kajian penting tentang kesehatan tulang yang berdampak pada kesehatan tubuh pada umumnya sehingga produktivitas kerja terjaga. Berdasarkan uraian di atas, dapat kami rumuskan beberapa rekomendasi terkait hal tersebut, diantaranya: 1) meningkatkan wawasan dan kewaspadaan masyarakat secara umum terkait penurunan kepadatan tulang;

2) meningkatkan efektivitas upaya preventif dan promotif seperti latihan fisik dengan intensitas sedang serta mensosialisasikan diet/nutrisi yang baik untuk proteksi kepadatan tulang.

Hadirin yang saya muliakan,

Saya mengucapkan terimakasih kepada Pemerintah Republik Indonesia dalam hal ini diwakili oleh Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Mendikbudristek), **Nadiem Anwar Makarim, B.A., M.B.A.**, Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Riset dan Teknologi, **Prof. Ir. Nizam, M.Sc., DIC., Ph.D**, Direktur Sumber Daya Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Riset dan Teknologi, **Dr. Mohammad Sofwan Effendi, M.Ed.** yang telah menyetujui pengangkatan saya sebagai Guru Besar dalam bidang ilmu **Fisiologi Kedokteran** pada Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada Direktur Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Riset dan Teknologi, **Prof. Dr. Ir. M. Faiz Syuaib, M.Agr.**,

Kepada yang terhormat Rektor Universitas Airlangga, **Prof. Dr. Mohammad Nasih, S.E., M.T., Ak.CMA.**, Para Wakil Rektor, **Prof. Dr. Bambang Sektiari Lukiswanto, drh., DEA; Prof. Dr. Muhammad Madyan, S.E., M.Si., M.Fin; Prof. Dr. Ni Nyoman Puspaningsih, dra., M.Si; Prof. Muhammad Miftahussurur, dr., M.Kes., Sp.PD-KGEH., Ph.D, FINASIM;** Sekretaris Universitas Airlangga, **Dr. Koko Srimulyo, Drs., M.Si** atas dukungan, fasilitas dan memberikan persetujuan yang telah memproses dan memfasilitasi serta mengizinkan pengusulan Guru Besar saya.

Kepada yang terhormat Ketua Senat Akademik Universitas Airlangga, **Prof. Dr. Djoko Santoso, Ph.D., K-GH., FINASIM,** dan Sekretaris Senat Akademik, **Prof. Dr. Mustain Mashud, M.Si.**, serta Ketua Komisi Sumber Daya dan Infrastruktur Senat Universitas Airlangga **Prof. Dr. Soetojo, dr., Sp.U(K)**, beserta seluruh Anggota Senat Akademik yang telah banyak membantu, mengusulkan, dan menyetujui usulan pengangkatan

saya sebagai Guru Besar. Semoga saya dapat memenuhi harapan serta menjalankan peran serta tanggung jawab yang terkait dengan jabatan ini dengan sebaik-baiknya.

Tidak lupa terima kasih saya sampaikan kepada Direktur Sumberdaya Manusia Universitas Airlangga, **Prof. Dr. Ir. Endang Dewi Masithah, MP**, beserta jajarannya yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan dukungan, perhatian dan bantuan dalam proses pengusulan Guru Besar saya. Terima kasih yang tulus juga saya sampaikan kepada *peer-reviewers* karya ilmiah kepada **Prof. Dr. Budi Santoso, dr., Sp.O.G., Subsp.F.E.R; Prof. Viskasari Pintoko Kalanjati, dr., M.Kes., PA(K), Ph.D; Prof. Dr. Anita Yulianti drg., M.Kes, dan Prof. Dr. Dwi Setyawan, S.Si., M.Si., Apt.** yang sangat mensupport saya selama pengusulan Guru Besar ini.

Ucapan terima kasih kepada yang terhormat Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, **Prof. Dr. Budi Santoso, dr., Sp.O.G., Subsp.F.E.R**, dan para Wakil Dekan **Prof. Dr. Achmad Chusnu Romdhoni, dr., Sp.T.H.T.B.K.L., Subsp. Onk.(K), FICS.; Dr. Hanik B. Hidayati, dr., Sp.N., SubSp. NN-NK; Dr. Sulistiawati, dr., M.Kes**, yang telah banyak memberikan dukungan, perhatian, dan bantuannya dalam proses pengusulan sampai pengukuhan Guru Besar hari ini. Tidak lupa kami sampaikan terima kasih kepada Direktur RSUD Dr. Soetomo, **Prof. Dr. Cita Rosita Sigit Prakoeswa, dr., Sp. KK(K), FINS DV, FAAD.**, beserta seluruh jajaran direksi. Serta Direktur RS Universitas Airlangga, **Prof. Dr. Nasronudin, dr., SpPD., K-PTI, FINASIM** beserta jajaran Direksi, sekaligus beliau sebagai Ketua BPF Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, atas dukungan pada proses pengusulan Guru Besar saya.

Kepada yang saya hormati tim promotor saat menyelesaikan S3 **Prof. Soetjipto, dr., MS., Ph.D.**; ko-promotor, **Prof. Dr. Harjanto, JM, dr., AIFM.** (alm); **Prof. Dr., Djoko Roeshadi, dr., SpOT.** (alm); **Prof. Dr., Sunarko Setyawan, dr., M.S.** (alm) dan sebagai penguji dan pembimbing **Prof. Dr. Teddy Ontoseno, dr., Sp.A(K), ; Prof. Dr. I Ketut Sudiana, M.S., ; Prof. Dr. H. M. Rasjad Indra, dr., M.S.** (alm); **Prof. Dr. Paulus Liben, dr.,**

M.S. (alm); dan **Dr. Hari Basuki Notobroto, dr., M.Kes.**, yang penuh dedikasi dan penuh kesabaran membimbing saya.

Terima kasih kami sampaikan kepada guru-guru saya dan sejawat dalam bidang ilmu Fisiologi, **Prof. R. Soedarso Djojonegoro, dr.** (alm); **Prof. Martin Setiabudi, dr., Ph.D.** (alm); **Prof. Dr. Harjanto, JM, dr., AIFM.** (alm); **Prof. Dr., Sunarko Setyawan, dr., M.S.** (alm) ; **Prof. Dr. Paulus Liben, dr., M.S.** (alm); **Choesnan Effendi, dr., AIF.,;** **Hendro Martono, dr., M.S.** (alm); **Djoko Sutikno, dr., M.S.** (alm); **Cholil Munif, dr., M.S.** (alm); **Tauchid Al Amin, dr., M.S.** (alm); **Harlina Soetjipto, dr., M.S.**; **Tjitra Wardani, dr., M.S.**; **Dr. Elyana Asnar, dr., M.S.**; **Dr. Lilik Herawati, dr., M.Kes.**, **Dr. Purwo Sri Rejeki, dr., M.Kes.**; **Prof. Dr. Bambang Purwanto, dr., M.Kes**; **Raden Argarini, dr., M.Kes. Ph.D.**; **Irfiansyah Irwadi, dr., M.Si**; **Kristanti Wanito Wigati, dr., M.Si.,;** **Sundari Indah Wiyasihati, dr., M.Si**; **Hayuris Kinandita, dr., M.Si.**; **Eka Arum Cahyaning Putri, dr., M.Kes**; **Misbkhul Munir, dr., M.Kes**, beserta tenaga kependidikan, **Mas Arifin, Mbak Miftachul, Mbak Nuri, dan Mas Heru**, yang telah bekerjasama dalam mengembangkan fisiologi, meneliti dan mendidik para mahasiswa, serta mengajarkan nilai-nilai yang berharga bagi kehidupan.

Kepada Ketua dan Sekretaris Departemen Ilmu Faal dan Biokimia Kedokteran **Dr. Gwenny Ihsan Prabowo, dr., M.Kes, Irfiansyah Irwadi, dr., M.Si** beserta seluruh staf dosen dan tenaga kependidikan, saya mengucapkan terima kasih telah banyak membantu saya.

Kepada semua rekan kerja di Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Universitas Airlangga, **Prof. Dr. Eduardus Bimo A.H drh., M.Kes**; **Yanuardi Raharjo, S.Si., M.Sc., Ph.D**; **Dr. Pratiwi Soesilowati, drg., M.Kes**; **Dr. Niko Azhari Hidayat, Sp.BTKV(K)**; **Kurniawati, S.KM**; **Zeni Ramila, SE**; **Boedhi Kiswoyo, S.H**; **Yuni Ristiana, SE**; **Wishnu Okky Pranadi S.M**; **Rahmat Hermawan, S.Sos**; **Asih Pitoyo**; **Bayu Lukito Nugroho, S.E.**; **Wundri Hapsari, A.Md**; **Ferdian Wiradesi, S.A**; **Totok Susanto**; **Munawi**; **Rio**

Yuniar Dwinanta; Ansor Rachmanu; Siti Hamidah, S.Pi; ; Ika Roikhanah, S.Tr.T; Moch. Akbar Firdaus, S.Ant; Silvia Maya Ananta, Skeb., Bd., saya mengucapkan terima kasih atas semua dukungan dan kerjasamanya, sehingga tim ini tetap solid dan maju dalam banyak hal.

Untuk guru-guru saya sejak di **SD Sriwedari Malang, SMP Negeri 1 Malang, SMA Negeri 3 Malang**, serta **dosen Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga** saya haturkan terima kasih yang tak terhingga atas didikannya yang telah berperan besar dalam membentuk saya hingga seperti saat ini. Kepada seluruh **sahabat dari SD hingga kuliah di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga tahun 1985 sejawat C85, rekan S2 Ilmu Kedokteran Dasar angkatan tahun 1998, dan rekan program studi S3 Ilmu Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga angkatan tahun 2007,** saya ucapkan terima kasih atas kebersamaan, kekompakan, dan dukungannya selama ini.

Pada kesempatan ini, izinkan saya menghaturkan terima kasih yang tak terhingga kepada **Ibu saya, Almh. Hj. Roesmiah dan Ayah saya, Alm. H. Sirin Arief**, yang telah mendidik dan membesarkan saya dengan penuh cinta dan kasih sayang, mengajarkan keberanian, kemandirian dalam menghadapi hidup, dan sayang terhadap sesama. Kepada kedua mertua saya **Almh. Rr. Marindijah dan Alm. R. Moedjiono Hardjokoesoemo**, terima kasih telah mengajarkan keteguhan, ketabahan dan kesabaran kepada saya. Ucapan terima kasih untuk suami tercinta, **Haryo Senoadji, S.E.** dan kedua jagoan saya **Samudera Wicaksono, S.H., M.Kn.** beserta istri **Talia Putri Adianti, S.Kep., M.Kes., dan Yoga Akbar Arifandi, S.Ked**, terima kasih atas cinta kasih, dukungan dan pengertian yang luar biasa dari kalian semua, permohonan maaf bila sering kehilangan waktu kebersamaan. Semoga Allah SWT selalu melindungi keluarga kita sekalian. Aamiin.

Kepada kakak saya, **Farida Gusti Hanum, Mardiana Dwi Ratna, Tri Herawati Agustini, Maria Fauziah, Christina**

Pancawati, Syahril Jaya, Lucky Ariani, Muhammad Arief, Chaerullah Putra serta kakak dan adik ipar saya, **Haryo Prihartono, Atik Dwi Atmawati, Ani Lukitowati, Haryo Adi Prabowo, Haryo Prakoso** (alm), **Haryo Sambodo**, dan **Natalia Harini Trikusumawati**, dan segenap keluarga besar terima kasih telah memberikan dukungan, kasih sayang dan kerukunan yang terjalin selama ini.

Terselenggaranya acara hari ini berkat dukungan dari kerja sama tim panitia yang luar biasa atas arahan Sekretaris Universitas Airlangga, Bapak **Dr. Koko Srimulyo, Drs., M.Si** dan Ketua panitia **Yanuardi Raharjo, S. Si, M.Sc., Ph.D** dan seluruh panitia yang bekerja keras untuk suksesnya acara hari ini.

Terakhir, saya ucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada seluruh hadirin, guru, senior, sejawat teman dan sahabat yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu atas seluruh dukungan selama ini. Semoga Allah SWT membalas dan melipatgandakan seluruh kebajikannya. Aamiin YRA.

Demikian pidato saya. Saya mengucapkan terima kasih atas kesabaran hadirin menyimak apa yang saya sampaikan. Bilamana ada hal baik yang saya sampaikan, tentu itu karena Allah SWT, dan bilamana ada kekurangan dan hal yang tidak berkenan, itu adalah kesalahan dan kelemahan pribadi saya. Mohon dimaafkan. Terima kasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

DAFTAR PUSTAKA

1. Lesmana H, 2013. Latihan Fisik Intensitas Submaksimal dan Kalsitonin Salmon Meningkatkan Kepadatan Tulang Tikus Putih Masa Pertumbuhan. Tesis. Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Olahraga, Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Surabaya.
2. Sari GM, 2001. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kedelai (Glycine Max) dibanding Estrogen Konjugasi terhadap kepadatan tulang tikus putih. Tesis. Program Studi Magister Ilmu Kedokteran Dasar. Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Surabaya.
3. Sari GM, 2010. Pengaruh Glukokortikoid Jangka Panjang terhadap Apoptosis Lining Cells tulang ('Resting Cells' of Osteoblasts. Laporan Program Penelitian Unggulan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Surabaya.
4. Sari GM, 2012. Mekanisme Gangguan Remodeling Tulang akibat Latihan Fisik Intensitas Tinggi melalui Perubahan Kadar Glukokortikoid, Osteoprotegerin, Osteokalsin, C-telopeptide dan Jumlah Osteoblas Apoptotik. Disertasi. Program Studi Doktor Ilmu Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Surabaya.
5. Sari GM, 2020. Mechanism of Bone Metabolism Interruption Due to High Intensity Physical Exercise. Systematic Reviews in Pharmacy. Volume 11, Issue 10; Pages 836 – 843
6. Oliver J, Hall JE, Hall ME, Guyton AC. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. Guyt Hall Textb Med Physiol. 2021;14:993-997.
7. Ardies CM. Diet, Exercise, and Chronic Disease.; 2014. doi:10.4324/9781351022620-9
8. Lauralee Sherwood. Human Physiology. 9th ed. Cengage Learning; 2016.
9. Cooper C, Dawson-Hughes B, Gordon CM, Rizzoli R. Healthy nutrition, healthy bones. Int Osteoporos Found. Published online 2015:180. www.iofbonehealth.org
10. The IOF. That ' S Osteoporosis. International Osteoporosis Foundation; 2019. www.iofbonehealth.org Reach
11. The IOF. Campaign | World Osteoporosis Day. Published online 2022. http://worldosteoporosisday.org/2016/campaign
12. Dirjen Pelayanan Kesehatan. Osteoporosis pada Lansia. 2022;12–5. Available from: <https://ugm.ac.id/id/newsPdf/931-osteoporosis-pada-lansia>

13. Bunawan SN, Bunawan H, Baharum N, Amin NM, Noor NM. Cosmos Caudatus Kunth: A Traditional Medicinal Herb. Glob J Pharmacol [Internet]. 2014;8(3):420–6. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/262731234>
14. Barry Halliwell dan John M. C. Gutteridge. Free Radicals in Biology and Medicine. 5th ed. Oxford University Press; 2015.
15. Sari GM et al. Acute Effects of Interval and Continuous Physical Activity with Moderate Intensity on Biomarker Bone Formation Procollagen Amino Terminal Propeptide and Bone Carboxy-Terminal Crosslink Teleoptide. J Int Dent Med Res [Internet]. 2023;16(1):124–31. Available from: <https://web-s-ebscohost-com.ezproxy.uwc.ac.za/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=e527e35d-855a-42e7-8e9f-e65208c73bad%40redis>
16. Barrett KE et al. *Ganong's 26th Ed 2019 Review of Medical Physiology 26th Edition.Pdf*; 2019



RIWAYAT HIDUP**A. Data Pribadi**

Nama Lengkap : Prof. Dr. Gadis Meinar Sari, dr.,
 M.Kes
 NIP : 196605041996032001
 Tempat/Tanggal Lahir : Malang/ 4 Mei 1966
 Agama : Islam
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Satus Perkawinan : Kawin
 Nama Suami/Istri : Haryo Senoadji, S.E.
 Nama Anak : 1. Samudera Wicaksono, S.H., M.Kn
 2. Yoga Akbar Arifandi, S.Ked
 Pekerjaan : 1. Ketua Lembaga Penelitian dan
 Pengabdian kepada Masyarakat
 Universitas Airlangga, Tahun 2020
 – Sekarang
 2. Staf Pengajar Departemen
 Fisiologi dan Biokimia Kedokteran,
 Fakultas Kedokteran Universitas
 Airlangga Tahun 1996 - Sekarang
 Golongan/Pangkat : Pembina/ IV A
 Perguruan Tinggi : Universitas Airlangga
 Alamat : Jl. Mayjend. Prof. Dr. Moestopo 47
 Surabaya
 Telp./Faks. : (031) 5020251, 5030252-3 / (031)
 5022472
 Alamat Rumah : Manyar Tirtomoyo II nomor 52A,
 Surabaya 60116
 Telp./Faks. : 08123093233
 Alamat e-mail : gadis-m-s@fk.unair.ac.id

B. Riwayat Pendidikan

Pendidikan Dasar, Menengah dan Tinggi (S1-S3)

Tahun 1979	Lulus SD Sriwedari Malang
Tahun 1982	Lulus SMP Negeri 1 Malang
Tahun 1985	Lulus SMA Negeri 3 Malang
Tahun 1985-1991	S1 dan Profesi Program Studi Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
Tahun 1998-2001	S2 Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
Tahun 2007-2012	S3 Program Pendidikan Doktor Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga

C. Riwayat Pangkat dan Jabatan

Tahun 1996	CPNS
Tahun 1997	PNS
Tahun 2000	Asisten Ahli
Tahun 2006	Lektor
Tahun 2021	Lektor Kepala
Tahun 2023	Guru Besar

D. Pendidikan Tambahan: Pelatihan/Lokakarya/ Simposium

Tahun 2013	International Union of Physiological Sciences (IUPS) 2013, Bristol, United Kingdom
Tahun 2015	Kongres Nasional IAIFI ke XVI dan Seminar, Simposium, Workshop ke XXIV, Padang, Sumatera Utara.
Tahun 2016	International Symposium on Global Physiology 2016, Manado, Sulawesi Utara.
Tahun 2018	The 3rd International Symposium of Public Health (ISOPH), Surabaya, Jawa Timur.
Tahun 2018	2018 6th International Conference on Biological and Medical Sciences (ICBMS 2018), Korea Selatan.

Tahun 2019	<i>18th Annual Hospital Management Asia 2019</i> , Hanoi, Vietnam.
Tahun 2019	International Conference on Pharmacy and Pharmaceutical Science (ICPPS) 2019, Tokyo, Japan
Tahun 2019	Workshop Redesain Kurikulum Berbasis Revolusi Industri 4.0, Surabaya, Jawa Timur.
Tahun 2020	Peserta pada “ <i>Squamous Cell Carcinoma of Head and Neck</i> ” Indonesian ORL-HNS, Surabaya, Jawa Timur.
Tahun 2021	Online simposium Ikatan Dokter anak Indonesia “ <i>Stunting: Tantangan dan Penanganan di Indonesia</i> ”
Tahun 2021	Simposium Hari Osteoporosis Nasional “Saatnya Bertindak: Osteoporosis dapat dicegah dan diobati”, Surabaya, Jawa Timur.
Tahun 2022	Pelatihan Pembuatan Modul Digital Bagi Dosen, Surabaya, Jawa Timur.
Tahun 2023	Higher Education Executive Workshop “Tata Kelola Perguruan Tinggi menuju Universitas Berkelas Dunia”, Nusa Dua, Bali.
Tahun 2023	Biorisk Management for Management and Leadership at Airlangga University, ITD, Surabaya, Jawa Timur.
Tahun 2023	Training for Trainers dosen Pengajar mata kuliah Pembelajaran Dasar Bersama, Surabaya, Jawa Timur.
Tahun 2023	Diklat Teknik Publikasi Di Jurnal Scopus, Surabaya, Jawa Timur.
Tahun 2023	Pelatihan Penulisan Bahan Ajar, Surabaya, Jawa Timur.
Tahun 2023	Simposium Adventure and Remote Medicine Simposium Adventure and Remote Medicine “Thank’s God Joy Sailing”, Surabaya, Jawa Timur.
Tahun 2023	Global Sustainable Development Congress, Times Higher Education (THE), Glasgow, United Kingdom
Tahun 2023	QS Higher Education Summit Asia Pacific 2023, Kuala Lumpur, Malaysia

E. Publikasi Karya Ilmiah Melalui Jurnal**Publikasi Jurnal**

Tahun	Judul
Jurnal Internasional	
2019	Comparison Of Sport Massage And Combination Of Cold Water Immersion With Sport Massage On Decrease Of Blood Lactic Acid Level
2019	Combination Effect Of Core Stability Exercise And Contract Relax Exercise On Hamstring Flexibility
2019	Formulation And Characterizations Of Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System Of Extract Petiveria Alliacea (Singawalang) Leaves
2019	Effect Of Dayak Onion Tuber (Eleutherine Americana Merr.) Extract To Prevent Increased Necrosis Of Kidney Tubular Epithelial Cells In Mice (Mus Musculus) To Oral Lead Acetate Exposure
2019	The Combination Of Exercise And Ascorbic Acid Decrease Blood Glucose Level And Tend To Ameliorate Pancreatic Islets Area On High Carbohydrate Diet Rats
2019	Compliance In Maintaining Hand Cleaning On Health Care Workers In Neonatology Unit In Tertiary Referral Hospital Indonesia: The Usage Of CCTV For Supervision
2019	The Development Of Student Worksheet Based On Predict Observe Explain To Increase Students' Conceptual Understanding Of The Reaction Rates
2020	Fundamental Movement Skill Approach to Combat Childhood Obesity in Surabaya, Indonesia: Potential Effects of Video Games Based Exercises (Exergaming)
2020	High Glycemic Index Diet Decreases Insulin Secretion Without Altering Akt And Pdx1 Expression On Pancreatic Beta Cells In Mice
2020	Transient Receptor Potential Cation Channel Subfamily V Member-1 and Matrix Metalloproteinase-8 Expression of Capsaicin Administration in Periodontitis
2020	Mechanism of Bone Metabolism Interruption Due to High Intensity Physical Exercise

Tahun	Judul
2021	Additional Effect of Foot Core Stability on Active Single Leg Stance (ASLS) for Dynamic Balance Athlete with Chronic Ankle Instability (CAI)
2021	Effect of Moderate-Intensity Acute Physical Activity on Decreasing Cortisol Levels in Obese Female
2021	Systematic Review and Meta-Analysis of the Efficacy of MLC901 (NeuroAiD IITM) for Acute Ischemic Brain Injury in Animal Models
2021	Different Effect of Static Stretching and Neurodynamic Technique in Increasing Hamstring Flexibility on Hamstring Tightness
2021	The Effect of Static Stretching Hamstring on Increasing Hamstring Muscle Extensibility and Pelvic Tilt Angle on Hamstring Tightness
2021	The Self-Nanoemulsifying Drug Delivery System Of Petiveria Alliaceae Extract Reduced The Homeostatic Model Assessment-Insulin Resistance Value, Interleukin-6, And Tumor Necrosis Factor- α Level In Diabetic Rat Models
2021	Systematic Review and Meta-Analysis of the Efficacy of MLC901 (NeuroAiD IITM) for Acute Ischemic Brain Injury in Animal Models
2021	Efficacy and quality of life assessment in the use of subcutaneous immunoglobulin treatment for children with primary immunodeficiency disorder
2021	The self-nanoemulsifying drug delivery system of Petiveria alliaceae extract reduced the homeostatic model assessment-insulin resistance value, interleukin-6, and tumor necrosis factor- α level in diabetic rat models
2021	The self-nanoemulsifying drug delivery system of Petiveria alliaceae extract reduced the homeostatic model assessment-insulin resistance value, interleukin-6, and tumor necrosis factor- α level in diabetic rat models
2022	The Combination Of Intermittent Caloric Restriction And Moderate-Intensity Interval Training In Decreasing Blood Glucose And CRP Levels With A High Glycemic Index Diet
2022	Effect of Nocturnal and Diurnal Moderate-intensity Swimming Exercise on Increasing Irisin Level of Female Mice (<i>Mus musculus</i>)

Tahun	Judul
2022	Comparison Of The Acute Response Of Morning And Evening Outdoor Exercise To Oxygen Saturation (SpO2) After Aerobic Activity
2022	Profile Of Type 2 Diabetes Mellitus Patients With Hypoglycemia Events In RSUD Dr. Soetomo Hospital, Surabaya from January 2019-March 2021
2023	Adverse Cardiac Events Following mRNA COVID-19 Vaccination: A Systematic Review And Meta-Analysis
2023	Risk Factors with Otoacoustic Emission and Automated Auditory Brainstem Response examinations in Infant
2023	Acute Effects of Interval and Continuous Physical Activity with Moderate Intensity on Biomarker Bone Formation Procollagen Amino Terminal Propeptide and Bone Carboxy-Terminal Crosslink Teleopeptide
2023	The Effect Of Walking Physical Exercise On Blood Pressure Of The Pedestrian Community In Penjaringan Sari Surabaya
Jurnal Nasional	
2012	Long-Term Glucocorticoids Effects Of Bone Lining Cells Apoptosis
2014	Latihan Fisik Intesitas Submaksimal Dan Kalsitonin Salmon Meningkatkan Kepadatan Tulang Tikus Masa Pertumbuhan
2014	Submaximal-Intensity Exercise And Salmon Calcitonin Improve Bone Density In Growing Rat
2016	Hyperglycemia Caused Reduction Of Cortical Bone Thickness In Streptozotocin-Induced Diabetic Rat
2016	The Effect Of Long Term Administration Of Glucocorticoid To Bone Lining Cells Apoptosis
2016	Effect Of Caffeine On Endurance Duration Of Student Using Graded Exercise Test
2016	Pengaruh Muscle Energy Tehnique Terhadap Penurunan Intensitas Nyeri Pada Ibu Pascaseksio Sesaria
2017	Efek Ekstrak Daun Singawalang (<i>Petiveria alliacea</i>) dalam Menurunkan Kadar Glukosa Darah melalui Peningkatan Ekspresi AMPK- α 1 pada Tikus Model Diabetes Melitus
2017	Pengaruh Pemberian Pasta Nano-Hidroksiapatit Terhadap Mikroporositas Enamel Setelah Perawatan Bleaching

Tahun	Judul
2017	Pengaruh Pemberian Kafein Per Oral terhadap Kadar Gula Darah pada Tikus Wistar (<i>Rattus norvegicus</i>) Hiperglikemia
2018	Factor Correlated With The Intention Of Iron Tablet Consumption Among Female Adolescents
2019	Physical Exercise and Bone Health
2019	The Effect of Hypercholesterolemia On Cortical Bone Thickness Of Wistar Rats (<i>Rattus Novergicus</i>)
2019	Correlation Of Mothers With History Of Diabetes Mellitus And Infants With Anti-Gad65
2019	Pengaruh Exercise Intensitas Tinggi terhadap Ketebalan Endometrium Mencit (<i>Mus Musculus</i>)
2020	Correlation between Patient's Age and Advanced Response Time with Outcome of Cardio Pulmonary Resuscitation in Cardiac Arrest Patient
2020	The Relation Between IGF-1 Levels and Fasting Blood Glucose in Obese Women
2020	Pre-Operative Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Protocol Compliance Towards Major Surgery Patients at Dr. Soetomo General Hospital, Surabaya
2020	The Comparison of Total Cholesterol Level in DMPA and Combination Injection Contraception Users
2020	Effect of Adaptive Exercise on Body Temperature in Children with Motoric Disorder
2020	Profile of Diarrheal Patients Aged Less Than Five Years Old Hospitalized in Dr. Soetomo General Hospital Surabaya in 2016-2018
2020	Efek Akut Latihan Senam Persadia 1 Terhadap Kadar Malondialdehyde Dan Kadar Creatine Kinase
2020	Pump It Up and Zig Zag Run Training Improve Children Agility Age 7-8 Years Old
2020	Effect Of Interval Exercise Versus Continuous Exercise On Increases Energy Expenditure On A Treadmill
2020	Acute Moderate Intensity Exercise Decreases Oxygen Saturation In Obese Women

Tahun	Judul
2021	Correlation between FEV1% Predicted and Blood Eosinophils in Patients with Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)
2021	Hubungan Dismenorea Primer Dengan Aktivitas Belajar Pada Siswi Sman 8 Surabaya
2021	Midwives' Perceptions Of The Concept Of Third Stage Of Labour In Di Rs Dr Tadjuddin Chalid Makasar
2021	The Differencess Of Discontinuitas Iud In Post Placental And Intra-Cesarean In Madiun
2021	Perbedaan Skor Fungsi Seksual Pasien Prolaps Uteri Antara Operatif Dan Non-Operatif.
2021	Early Stunting Detection Education as an Effort to Increase Mother's Knowledge about Stunting Prevention
2021	Aktivitas Fisik Akut Interval Dan Kontinyu Intensitas Moderat Tidak Dapat Menurunkan Kadar Biomarker Resorpsi Tulang CTx
2021	Different Sexual Function Of Uteric Prolapse Patients Between Operative And Non-Operative
2021	The Relationship Of Distance To Health Facilities And Physical Activities In Relation To The Quality Of Life Of Postmenopausal Women
2022	Correlation Between Obesity And Successful Ovulation Induction With Clomiphene Citrate
2022	Anxiety And It's Relationship With Adherence To Visit Antenatal Care In Pregnant Women
2022	Lamp Light Exposure During Sleep and Sleep Quality of Medical Student Universitas Airlangga Batch 2012
2022	The Effect of MST 1 Inhibition Through Hippo Pathway on Diabetes Mellitus (DM) Induced Osteoporosis.
2022	Hubungan Pengetahuan, Sikap Dan Motivasi Terhadap Perilaku Menjaga Higiene Vagina Saat Menstruasi Pada Remaja Putri
2023	Peningkatan Daya Tarik Desa Kare Kecamatan Kare Kabupaten Madiun melalui Pengembangan Ekowisata Berbasis Pasrtisipatif-Kolaboratif

Tahun	Judul
2023	Peningkatan Pengetahuan dan Ketrampilan dalam Bidang Bahasa dan Budaya di Desa Kare Kabupaten Madiun
2023	The effect of walking physical exercise on blood pressure of the pedestrian community in Penjaringan Sari Surabaya

E. Penulisan buku

Tahun 2016	Riset unggulan Universitas Airlangga 2016
Tahun 2018	Ekspedisi Maluku Barat Daya Catatan Harian Rumah Sakit Terapung Ksatria Airlangga
Tahun 2019	Program Book: Musculoskeletal Trauma And Pain Management Update + Patient Safety And Clinical Ethics
Tahun 2019	Modul IPE InterProfesional Education Keselamatan Pasien (Tutor)
Tahun 2019	Modul interprofessional education topik keselamatan pasien: untuk mahasiswa
Tahun 2021	Dokter Sharing and Caring Magazine
Tahun 2021	Karya Riset dan Hasil Pengabdian Universitas Airlangga 2021
Tahun 2022	Antihoaks pada vaksinasi covid-19
Tahun 2022	Biomedik keperawatan
Tahun 2022	Menoar Sulbar Bakti Sosial Relawan RSTKA untuk Korban Gempa Bumi di Palipi, Majene, dan Mamuju
Tahun 2023	Masalah kesehatan di Kampung Rinca, Nusa Tenggara Timur: akar masalah dan solusi

F. Pembicara/Seminar/Kuliah Tamu 5 Tahun Terakhir

Tahun 2018	Pembicara pada kegiatan The 3rd International Symposium of Public Health (ISOPH)
Tahun 2018	Pembicara pada kegiatan Deteksi Gangguan Kesehatan Masyarakat Pelabuhan Di Kalimas Tanjung Perak Melalui Pelayanan Rumah Sakit Terapung Ksatria Airlangga

Tahun 2019	Pembicara pada kegiatan 4th International Conference on Pharmacy and Pharmaceutical Science (ICPPS 2019) Tokyo, Japan “Effect of Dayak Onion Tuber (<i>Eleutherine Americana</i> Merr) Extract to Prevent Increased Necrosis of Kidney Tubular Epithelial Cells in Mice (<i>Musculus</i>) to Oral Lead Acetate Exposure”
Tahun 2019	Pembicara pada kegiatan Sport Clinic Seminar “Biomolecular of Bone Injuries”
Tahun 2019	Pembicara pada kegiatan Hospital Ship Specialist for Remote Community: Empowering People's Health and Social Care
Tahun 2019	Pembicara pada acara Continuing Medical Education CDK (Cermin Dunia Kedokteran) IDI Surabaya
Tahun 2019	Pembicara pada acara Clinical Management on Dengue
Tahun 2019	Pembicara pada acara Surabaya Primary Care Forum 2019
Tahun 2019	Pembicara pada acara Modul Penguatan Kompetensi KDI - PDUI
Tahun 2019	Pembicara pada acara National Sport Science Meeting 3rd Symposium
Tahun 2019	Pembicara pada acara Exercise Prescription for Osteoporosis Prevention PB PEROSI
Tahun 2019	Pembicara pada acara Open House international Medical Science and Application Competition (Medspin) 2019
Tahun 2019	Pembicara pada acara School of Mawapres
Tahun 2021	Pembicara pada kegiatan Pengmas Implementasi Penggunaan Logbook Cegah Stunting “Edukasi dan Deteksi Dini Stunting”
Tahun 2021	Pemateri pada kegiatan Workshop Peningkatan Reputasi Global Universitas Airlangga
Tahun 2022	Pembicara pada Kegiatan “Workshop Penyusunan Roadmap Penelitian dan Pengabdian Masyarakat” Universitas Veteran Jawa Timur
Tahun 2022	Pemateri pada kegiatan Pengmas “Pengembangan Ekowisata Berbasis Partisipatif-Kolaboratif di Desa Kare, Kec. Kare, Kab. Madiun

Tahun 2022	Pembicara pada Kegiatan “Workshop Reskilling Review Internal” Universitas Airlangga
Tahun 2022	Pembicara pada Kegiatan “Diklat Calon Dosen Tetap Universitas Airlangga Angkatan VI tahun 2022”
Tahun 2022	Pembicara pada Kegiatan “Diklat Calon Tenaga Pendidik Tetap Universitas Airlangga Angkatan VII tahun 2022”
Tahun 2023	Pembicara Praktik Baik Pelaksanaan PKM Internasional, Universitas Terbuka, Jakarta

G. Penelitian 5 Tahun Terakhir

Tahun 2020	Ekspresi Osteoblas, Osteosit, Osteoklas dan Ketebalan Tulang yang terpapar Olahraga Intensitas Tinggi dengan pemberian Kombinasi Vitamin C dan E
Tahun 2021	Cloroquine/Hydrocloroquien Prevention of Coronavirus Disaese (COVID-19) In The Healthcare Setting; A Randomised Placebo-Controlled Prophylaxis Study (COPCOV)
Tahun 2022	Tinjauan Sistematis dan Meta Analisis Adverse Cardiac Events Pasca Pemberian Vaksin COVID-19
Tahun 2023	Potensi Antioksidan Ekstrak Daun Kenikir(Cosmos caudatus) pada Modulasi Remodeling Tulang melalui analisis Biomarker Osteokalsin dan C-Telopeptide-DRTPM
Tahun 2023	Optimalisasi Intensitas Exercise dalam Meningkatkan Kualitas Spermatozoa melalui Ekspresi SOD, Bcl-2 Testis, Jumlah Sel Spermatogenik, dan Kualitas Kromatin- Penelitian Dasar Unggulan (PDU) Universitas Airlangga
Tahun 2023	Integritas Saluran Cerna Anak Sunting di Kabupaten Kupang dan Kabupaten Sumba Barat Daya, Provinsi Nusa Tenggara Timur-PDKN 2023