



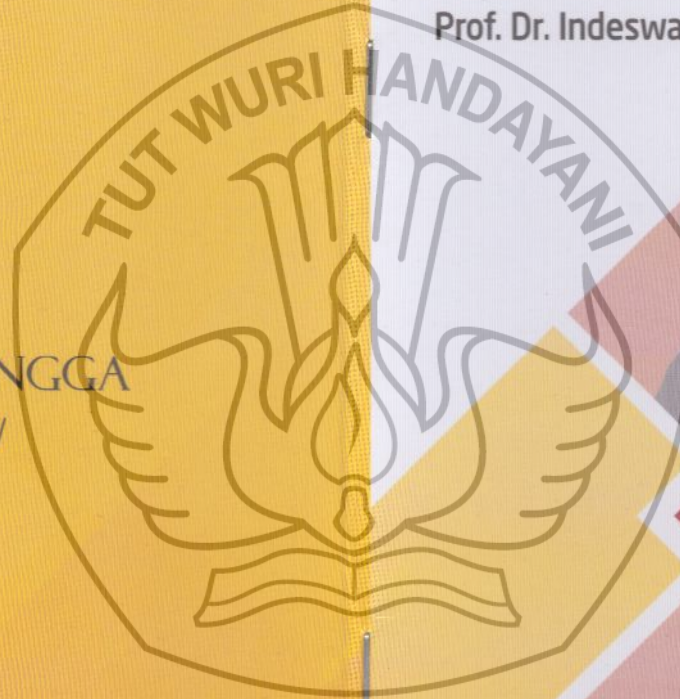
PIDATO PENGUKUHAN

ERA GENOMIK DAN PROTEOMIK
DALAM KEDOKTERAN GIGI
MENUJU *PRECISION MEDICINE*

Prof. Dr. Indeswati Diyatri, drg., M.S.

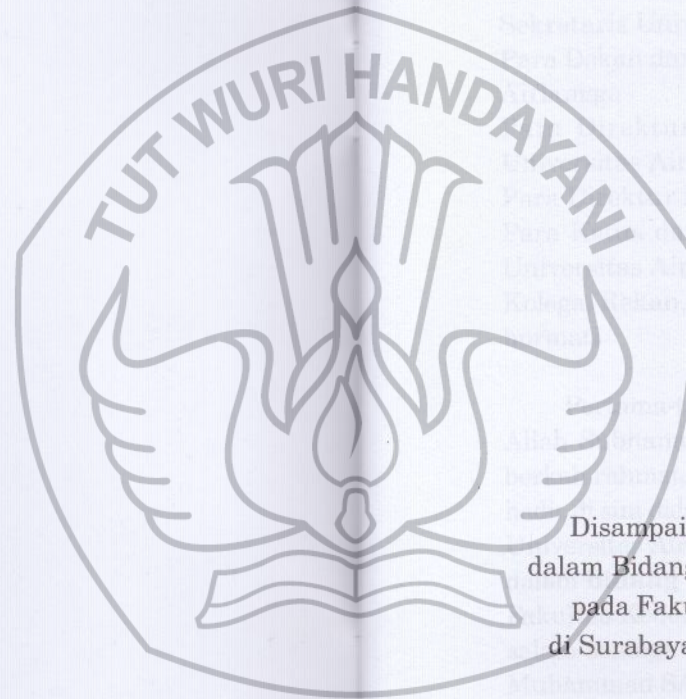


UNIVERSITAS AIRLANGGA
Excellence with Morality



Disampaikan pada
Pengukuhan Jabatan Guru Besar
dalam Bidang Ilmu Biokimia Penyakit Jaringan Periodontal
pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga di Surabaya
pada Hari Rabu, Tanggal 18 Desember 2024

**ERA GENOMIK DAN PROTEOMIK
DALAM KEDOKTERAN GIGI
MENUJU *PRECISION MEDICINE***



Pidato

Disampaikan pada Pengukuhan Jabatan Guru Besar
dalam Bidang Ilmu Biokimia Penyakit Jaringan Periodontal
pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga
di Surabaya pada Hari Rabu, Tanggal 18 Desember 2024

Oleh

INDESWATI DIYATRI

Bismillahirrohmanirrohim

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Salam sejahtera untuk kita semua.

Yang terhormat,

Ketua dan Anggota Majelis Wali Amanat Universitas Airlangga
Rektor Universitas Airlangga

Ketua dan Anggota Senat Akademik Universitas Airlangga

Para Wakil Rektor Universitas Airlangga

Sekretaris Universitas Airlangga

Para Dekan dan Wakil Dekan Fakultas di lingkungan Universitas Airlangga

Para Direktur dan Wakil Direktur Sekolah di lingkungan Universitas Airlangga

Para Direktur Direktorat di lingkungan Universitas Airlangga

Para Ketua dan Sekretaris badan/lembaga/pusat di lingkungan Universitas Airlangga

Kolega, Rekan, Keluarga, Undangan, dan para hadirin yang saya hormati

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Allah Subhanahu Wata'ala, "Alhamdulillah rabbil'alam", atas berkah rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga kita semua dapat hadir di sini dalam keadaan sehat wal'afiat untuk menghadiri Sidang Universitas Airlangga dalam rangka Pengukuhan Guru Besar saya dalam **bidang Biokimia Penyakit Jaringan Periodontal** pada Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Airlangga. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat.

Pada kesempatan yang membahagiakan pada Sidang Universitas Airlangga dalam rangka Pengukuhan Guru Besar yang terhormat ini, perkenankanlah saya menyampaikan pidato pengukuhan Guru Besar saya dengan judul:

**ERA GENOMIK DAN PROTEOMIK DALAM
KEDOKTERAN GIGI MENUJU *PRECISION MEDICINE***



tertentu, dan secara total, manusia memiliki 20.000-25.000 gen di seluruh genom. Setiap gen terdiri dari beberapa kombinasi 4 basa nitrogen, yaitu **Adenin, Timin, Guanin, Sitosin**. Basa tersebut berpasangan secara komplementer (A-T, C-G) untuk membentuk struktur heliks ganda DNA. Kombinasi tiga basa (kode genetik/triplet kodon) tersebut mengkode asam amino, dengan jumlah keseluruhan 20 asam amino. Rangkaian 20 asam amino menyusun molekul protein, dapat berupa protein struktural yang merupakan komponen penyusun individu, dan protein fungsional yang menjalankan berbagai fungsi di dalam tubuh, misalnya dalam fungsi metabolisme dan kekebalan tubuh (imunitas).

2) **Human Genome Project pada tahun 2003, sebuah proyek untuk memetakan genom manusia**

Pemetaan genom manusia dalam aplikasinya memungkinkan untuk melakukan pengobatan dari sekadar mengobati gejala menjadi sesuatu yang lebih terarah pada individu sesuai dengan pemetaan genom personal yang unik. Pengobatan seperti dikenal sebagai *precision medicine*. Perubahan dalam cara kita berpikir tentang perawatan medis ini telah menciptakan peluang untuk menerapkan *precision medicine* pada banyak aspek perawatan klinis dan kesehatan masyarakat. Dengan pemetaan genom, dapat dipahami siapa yang paling berisiko terinfeksi bakteri atau virus, hal ini mungkin terjadi karena orang dengan profil genom tertentu lebih rentan tertular. Demikian pula, pilihan pengobatan mungkin memiliki efek yang berbeda pada orang dengan profil genom yang berbeda. Selain itu, beberapa pengobatan dapat menyebabkan efek samping pada orang tertentu tergantung pada profil genom mereka.

Manfaat Human Genome Project untuk Precision Medicine

Penyelesaian *Human Genome Project* (HGP) telah memberikan rintisan bidang *precision medicine* secara signifikan, di mana *precision medicine* menjanjikan banyak manfaat yang

meningkatkan keberhasilan perawatan kesehatan. Berikut ini adalah manfaat utama *Human Genome Project*:

1. **Peningkatan Pemahaman tentang Penyakit:**

Human Genome Project telah memfasilitasi pemahaman yang lebih mendalam tentang dasar molekuler penyakit, khususnya hubungan antara kelainan hereditas dan kanker. Pengetahuan ini memungkinkan identifikasi mutasi dan variasi genetik yang berkontribusi terhadap perkembangan penyakit. Misalnya, pada penyakit kanker rongga mulut, teridentifikasi lebih dari 200 lokus kerentanan genetik yang meningkatkan pemahaman tentang mekanisme penyakit dan pengobatan yang tepat.

2. **Pengobatan personal:**

Precision medicine memanfaatkan informasi genomik seseorang terkait dengan penyesuaian pengobatan untuk masing-masing pasien, sehingga dapat memastikan bahwa terapi lebih efektif dan memiliki lebih sedikit efek samping. Pendekatan ini telah terbukti bermanfaat dalam pengobatan kanker, di mana terapi terarah dapat dirancang berdasarkan profil genetik tertentu. Kemampuan untuk memberikan obat yang tepat pada dosis dan waktu tepat untuk setiap pasien merupakan tujuan utama pengobatan personal, sehingga mengurangi risiko efek samping dan meningkatkan hasil terapi.

3. **Diagnosis dan Pencegahan Dini:**

Dengan telah diketahuinya informasi genomik memungkinkan dilakukan diagnosis penyakit yang lebih awal dan lebih akurat, sehingga tindakan pencegahan dapat diambil sebelum penyakit berkembang. Hal ini penting dalam kondisi seperti kanker, di mana deteksi dini saat ini masih merupakan tantangan, namun penting untuk pengobatan yang efektif. Integrasi data genetik dengan informasi kesehatan lainnya juga dapat membantu dalam memprediksi risiko penyakit dan menerapkan strategi pencegahan lebih terarah.

4. **Peningkatan Penelitian dan Pemanfaatan Data:**

Human Genome Project telah membuka jalan bagi banyak proyek genomik nasional dan internasional, yang mempromosikan

pemanfaatan data dan kolaborasi. Proyek ini bertujuan untuk menentukan variasi genomik normal dan patologis, meningkatkan ketepatan diagnostik, dan memungkinkan pengobatan personal. Pembentukan *database* dan keterkaitan data genomik dengan rekam medis meningkatkan kemampuan untuk melakukan studi skala besar dan mengembangkan diagnostik dan perawatan yang lebih tepat.

5. Pengembangan Terapi Baru:

Human Genome Project telah memungkinkan untuk identifikasi target terapi baru, yang memungkinkan untuk pengembangan obat-obatan baru dan strategi pengelolaan pasien. Hal ini berdampak khusus dalam bidang onkologi, di mana pendekatan pengobatan presisi telah meningkatkan tingkat kelangsungan hidup dan keefektifan pengobatan.

6. Pemberdayaan Pasien:

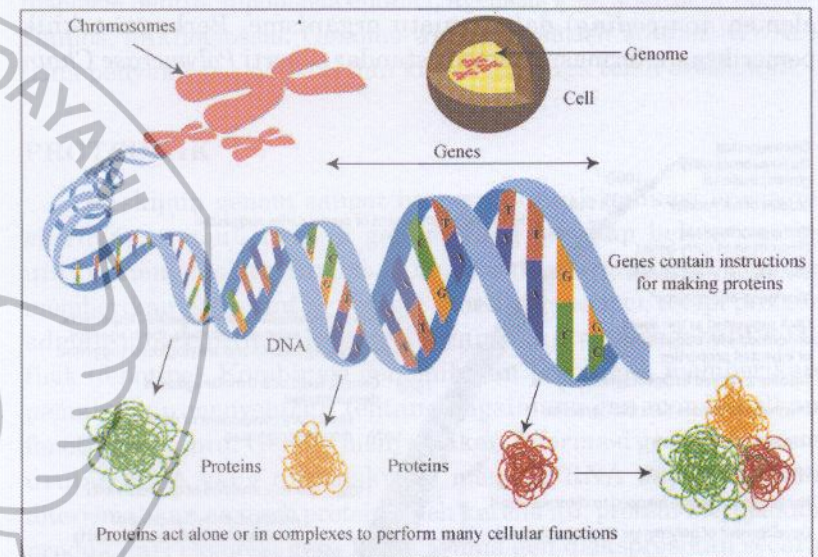
Precision medicine memungkinkan untuk memberikan informasi kesehatan kepada pasien secara personal, sehingga memungkinkan pasien untuk membahas bersama tentang keputusan yang tepat terkait perawatan kesehatan pasien. Pendekatan individual ini mendorong keterlibatan pasien dan kepatuhan terhadap rencana perawatan

PENERJEMAHAN DNA MENJADI PROTEIN

Hadirin yang saya hormati,

Gen adalah unit dasar hereditas yang mengandung informasi genetik, dan berfungsi sebagai **template** atau *blue print* yang mengkode informasi yang digunakan untuk membentuk **protein**, yang selanjutnya menjalankan sebagian besar fungsi tubuh. **Protein** adalah molekul yang memainkan peran kunci dalam hampir semua fungsi biologis dalam sel dan tubuh, seperti **enzim**, **antibodi**, **hormon**, dan **transpor molekul**. Protein terbentuk dari susunan asam amino yang ditentukan oleh urutan basa pada gen. Struktur dan fungsi protein ditentukan oleh susunan asam amino yang tepat.

Sintesis protein terjadi melalui dua tahap, yaitu **Transkripsi** dan **Translasi**. Pada proses **Transkripsi**, informasi dari gen (yang ada dalam DNA) disalin menjadi **messenger RNA (mRNA)**. Selanjutnya mRNA membawa salinan informasi genetik dari inti sel ke sitoplasma, tempat protein akan disintesis. Proses kedua adalah **Translasi**, di mana mRNA diterjemahkan menjadi rantai polipeptida (protein) oleh ribosom di sitoplasma. Rantai polipeptida yang dihasilkan kemudian melipat menjadi bentuk tiga dimensi yang fungsional, menjadi **protein**.



Gambar 2. Ilustrasi sintesis protein yang dikode oleh gen yang terletak di DNA (<http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Global/terms-of-use.htm>, 2024)

Perubahan dalam urutan DNA (mutasi) dapat memengaruhi protein yang dihasilkan. Jika mutasi mengubah urutan asam amino dalam protein, maka hal tersebut dapat mengubah struktur dan fungsi protein, yang bisa menyebabkan gangguan atau penyakit.

GENOMIK

Hadirin yang saya muliakan,

Istilah genom pertama kali dicetuskan pada tahun 1920 oleh Hans Winkler, seorang ahli botani dan genetika dari Jerman untuk menggambarkan kumpulan materi genetik lengkap dalam suatu organisme. Genom adalah seluruh susunan genetik nukleus sel manusia atau jumlah total semua gen dalam suatu individu.

Genomik adalah cabang ilmu yang mempelajari genom secara keseluruhan, yaitu kumpulan lengkap DNA (termasuk gen dan elemen *non-coding*) dalam suatu organisme. Berbagai teknik pemeriksaan, termasuk metode standar seperti *Polymerase Chain*

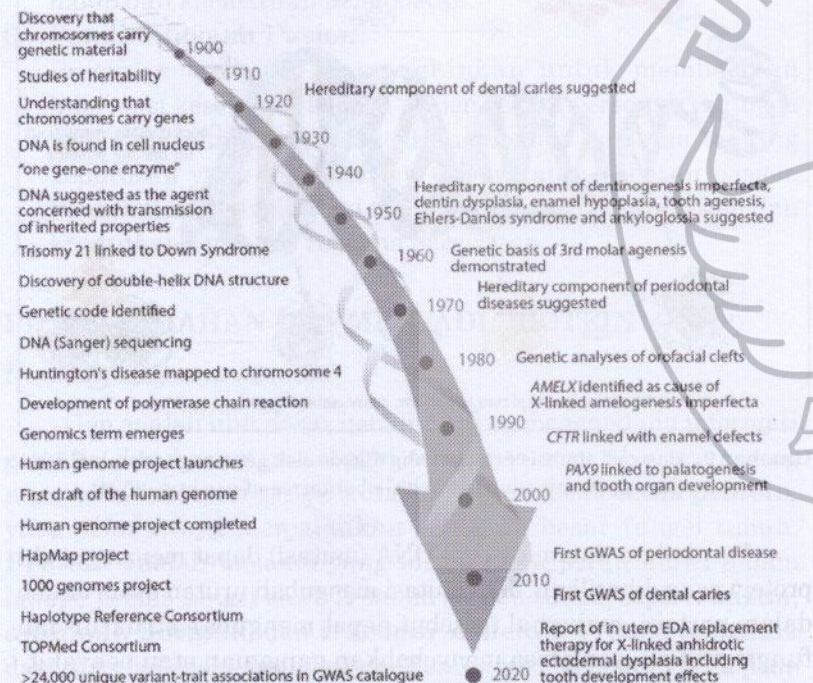
Reaction (PCR), serta teknologi mutakhir untuk analisis genom secara luas, *Whole Exome Sequencing/Whole Genome Sequencing* (WES/WGS), digunakan dalam bidang ini.

Gambar di bawah ini menunjukkan perkembangan penelitian mengenai genom yang telah dimulai sejak tahun 1900 dikaitkan dengan kesehatan rongga mulut. Dimulai dengan pengamatan mengenai komponen hereditas dari karies gigi telah dilaporkan sejak tahun 1920. Dalam perkembangannya telah dilaporkan juga beberapa penyakit hereditas, termasuk dentinogenesis imperfekta, displasia dentin, hipoplasia enamel, agenesis gigi, sindroma Ehlers-Danlos, ankiloglossia. Genome-wide association studies (GWAS) pada penyakit periodontal dan karies gigi juga telah dilakukan.

PROTEOMIK

Meskipun genom sangat berperan untuk aplikasi *precision medicine*, namun urutan genom yang lengkap belum cukup untuk menjelaskan fungsi biologis suatu organisme. Genom memberikan dasar untuk potensi genetik (genotipe), tetapi protein adalah molekul fungsional yang langsung memengaruhi sifat fisik (fenotipe). Kombinasi genomik dan proteomik memberikan pemahaman menyeluruh tentang bagaimana gen menghasilkan fenotipe tertentu. Genom menyediakan informasi genetik berupa urutan DNA yang ditranskripsi menjadi RNA dan kemudian diterjemahkan menjadi protein. Oleh karena itu, protein merupakan produk dari ekspresi gen. Tidak semua gen diekspresikan secara bersamaan. Genomik memberikan informasi tentang potensi genetik, sedangkan proteomik menunjukkan bagaimana potensi ini diwujudkan dalam bentuk protein yang aktif secara biologis. Protein yang dihasilkan dari translasi gen sering mengalami modifikasi (misalnya fosforilasi, glikosilasi) yang memengaruhi fungsinya. Modifikasi ini tidak dapat diprediksi hanya dari informasi genomik, sehingga proteomik memberikan wawasan yang sangat penting.

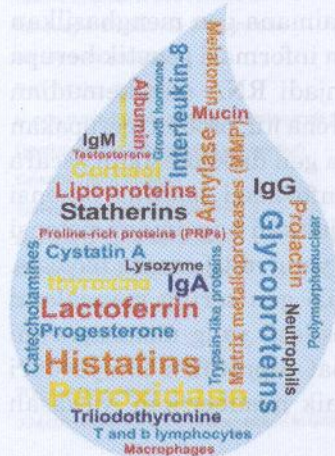
Proteomik adalah studi tentang protein, yaitu molekul yang membawa sebagian besar proses biologis. Analisis protein dapat



Gambar 3. Timeline penelitian genom (sisi kiri) dan perkembangan penting khusus kesehatan mulut (sisi kanan) sejak tahun 1900 (Divaris, 2019)

menjelaskan pemahaman tentang fenotipe sel, yaitu karakteristik atau sifat yang dapat diamati dari suatu organisme, yang merupakan hasil interaksi antara genotipe dan lingkungan. Pendekatan proteomik berfokus pada identifikasi potensi protein sebagai *biomarker*, yang mencerminkan keadaan inflamasi, toksisitas, kerusakan jaringan, atau karsinogenesis dan digunakan secara substansial untuk mengurangi waktu dan biaya.

Dibandingkan dengan jaringan keras gigi, saliva dan cairan saku gusi (*Gingival Crevicular Fluid/GCF*) lebih banyak dipelajari untuk analisis proteomik karena saliva atau GCF bisa diperoleh secara non-invasif, ketidaknyamanan dan kecemasan pasien dapat dikurangi dibandingkan dengan penggunaan darah, serum, atau plasma. Berbagai protein telah diidentifikasi pada saliva dan GCF terkait dengan penyakit di rongga mulut, misalnya periodontitis kronis dan agresif, *Oral Squamous Cell Carcinoma*, karies, *denture stomatitis*, *Sjögren's syndrome*, pergerakan gigi ortodontik, dan gingivitis, maupun penyakit sistemik seperti diabetes mellitus. Menurut *Human Saliva Proteome Project* (HSPP), lebih dari 3.000 protein telah diidentifikasi dalam saliva manusia, sedangkan dalam GCF diidentifikasi 400 sampai dengan 1.500 protein.



Gambar 4.

Ilustrasi protein dan peptida pada setetes saliva manusia (Kurshid *et al.*, 2016)

HUBUNGAN GENOMIK DAN PROTEOMIK DALAM BIDANG KEDOKTERAN

Bagaimana hubungan genomik dan proteomik dalam aplikasi di bidang medis dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pada penelitian tentang keparahan suatu penyakit, analisis gen dapat mengidentifikasi polimorfisme genetik yang berkorelasi dengan risiko terkena ataupun terhindar dari penyakit, sedangkan peran proteomik adalah menunjukkan protein mana yang terlibat dalam proses patologis atau mengalami perubahan ekspresi pada penyakit tertentu.
2. Untuk dapat memberikan pengobatan yang presisi (*precision medicine*), genomik memberikan informasi tentang kerentanan genetik individu terhadap penyakit dan proteomik membantu menentukan protein yang menjadi target potensial untuk terapi.
3. Kombinasi informasi tentang genomik dan proteomik dapat dimanfaatkan untuk menemukan *biomarker* diagnostik atau prediktif, misalnya dalam penyakit infeksi atau penyakit autoimun.
4. Untuk memahami kondisi biologis yang kompleks, genomik memberikan gambaran statis berupa urutan DNA, sementara proteomik memberikan gambaran dinamis bagaimana protein berinteraksi dan berfungsi dalam kondisi tertentu.

Proteomik dan genomik bekerja sama untuk memberikan pemahaman menyeluruh tentang keadaan biologis dan penyakit. Genomik menjelaskan potensi genetik suatu organisme, sedangkan proteomik menunjukkan bagaimana informasi genetik ini diwujudkan secara fungsional melalui protein. Kombinasi keduanya sangat penting untuk aplikasi klinis, seperti pengobatan presisi, diagnostik, dan penemuan terapi baru.

Contoh aplikasi peran kombinasi genomik dan proteomik, misalnya pada periodontitis, terdapat gen yang menunjukkan polimorfisme gen yang mengkode sitokin pro inflamasi seperti IL-1, serta protein yang dihasilkan dari polimorfisme gen tersebut yang terkait dengan peradangan yang dapat dideteksi pada saliva

atau cairan gingiva. Dengan genomik dapat diidentifikasi mutasi pada gen tertentu, dan proteomik menunjukkan bagaimana mutasi tersebut memengaruhi jalur sinyal protein yang berperan dalam perkembangan kanker. Pada metabolisme obat, genomik memberikan informasi tentang variasi gen yang memengaruhi metabolisme obat dan proteomik mengukur aktifitas enzim terkait metabolisme pada jaringan tertentu

GENOMIK DAN PROTEOMIK DI KEDOKTERAN GIGI

Hadirin yang saya hormati,

Era genomik dan proteomik sedang menjadi tantangan dalam kedokteran gigi menuju *precision medicine*, di mana perawatan disesuaikan dengan profil genetik, molekuler, dan lingkungan setiap individu. Dengan pemanfaatan data genetik dan protein spesifik individu, *precision medicine* dalam kedokteran gigi berpotensi meningkatkan akurasi diagnosis, efektivitas perawatan, dan upaya pencegahan penyakit.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh faktor genetik terhadap kondisi di rongga mulut. Penelitian tentang karies menunjukkan bahwa faktor lingkungan bersama dengan faktor genetik berkontribusi terhadap terjadinya karies gigi, dan keduanya sama penting untuk perkembangan karies. Penelitian menunjukkan tentang dasar genetik beberapa penyakit rongga mulut, di antaranya adalah agenesis molar ketiga dan pengurangan ukuran gigi, orofasial *cleft*, delesi pada gen amelogenin sebagai penyebab amelogenesis imperfekta terkait kromosom X, mutasi pada gen **CFTR** (*Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator*) sebagai penyebab *Cystic Fibrosis* yang juga menyebabkan kerusakan enamel.

Telah dilaporkan terdapat hubungan antara genotipe Interleukin-1 β dan penyakit periodontal. Meskipun terdapat kemungkinan bahwa faktor genetik berkontribusi terhadap penyakit periodontal, namun hal tersebut belum didukung oleh data yang tersedia, karena etiologi penyakit periodontal multifaktorial dengan faktor herediter yang kompleks. Periodontitis merupakan

penyakit inflamasi kronis yang merupakan kondisi kompleks karena sering kali melibatkan beberapa komponen kausal yang berperan secara bersamaan, dan berinteraksi satu sama lain. Dengan kata lain, penyakit ini merupakan hasil interaksi kompleks antara genetika dan lingkungan, misalnya antara komunitas mikroba (*biofilm*) dan respons *host*, dan faktor etiologi tersebut sulit dijelaskan secara terpisah. Mungkin saja faktor kerentanan genetik lebih menonjol pada populasi ras/etnis tertentu. Pengetahuan ini telah membantu pemahaman umum kita tentang penyakit inflamasi kronis, termasuk penyakit periodontal.

Periodontitis di Indonesia masih merupakan penyakit inflamasi dengan prevalensi tinggi. Menurut Riset Kesehatan Dasar (Riset Kesehatan Dasar) 2018, prevalensi penyakit periodontal, termasuk periodontitis, di Indonesia adalah sekitar 74,1%. Angka ini mencakup prevalensi pada jaringan pendukung gigi, seperti gingiva dan tulang alveolar. Tingginya prevalensi periodontitis, menunjukkan bahwa periodontitis memerlukan penanganan yang lebih baik, dan pendekatan genomik bisa menjadi alternatif yang menjanjikan.

Polimorfisme gen adalah variasi atau perbedaan dalam urutan DNA di suatu posisi tertentu pada genom yang terjadi di populasi manusia dengan frekuensi minimal 1%. Variasi ini dapat melibatkan satu basa nukleotida (disebut *Single Nucleotide Polymorphism*/SNP) atau segmen DNA yang lebih besar. Polimorfisme gen biasanya tidak menyebabkan penyakit secara langsung, tetapi dapat memengaruhi kerentanan seseorang terhadap penyakit atau respons terhadap pengobatan. Berikut adalah beberapa penelitian tentang gen (polimorfisme gen) yang mengkode protein yang berperan pada kerusakan jaringan periodontal:

1. **Polimorfisme gen IL-1 (Interleukin-1)** pada periodontitis berupa respons imun yang berlebihan, peradangan, dan destruksi jaringan meningkat yang memperburuk kerusakan pada periodontitis.
2. **Polimorfisme gen TNF- α (Tumor Necrosis Factor- α)** dapat memengaruhi tingkat produksi TNF- α , sehingga berdampak

pada inflamasi, destruksi jaringan periodontal, dan resorpsi tulang alveolar yang lebih parah.

3. **Polimorfisme gen *Matrix Metalloproteinase-1* (MMP-1)** yang paling sering dikaitkan dengan periodontitis terjadi pada promotor gen MMP-1 di posisi -1607 1G/2G. Ekspresi berlebihan MMP-1 pada individu dengan genotipe **2G/2G** berkontribusi pada degradasi kolagen, kerusakan jaringan periodontal, dan resorpsi tulang alveolar yang lebih cepat.
4. **Polimorfisme gen *TIMP-1* (*Tissue Inhibitor of Metalloproteinase-1*)** dapat mempengaruhi ekspresi atau aktivitas protein TIMP-1, yang mengubah kemampuan tubuh untuk menghambat aktivitas MMP, hal ini dapat menyebabkan degradasi jaringan periodontal yang lebih cepat. Pasien dengan polimorfisme TIMP-1 tertentu mungkin menunjukkan respons yang lebih buruk terhadap terapi periodontal konvensional karena aktivitas MMP yang tidak terkontrol.
5. **Polimorfisme gen *Receptor Activator of Nuclear Factor Kappa-B* (RANK)** dapat menyebabkan peningkatan sensitivitas terhadap RANKL, menghasilkan hiperaktivasi osteoklas, resorpsi tulang menjadi berlebihan, dan mempercepat kerusakan tulang alveolar.
6. **Polimorfisme gen *Receptor Activator of Nuclear Factor Kappa-B Ligand* (RANKL)** meningkatkan ekspresi RANKL menyebabkan hiperaktivasi osteoklas, yang mempercepat resorpsi tulang alveolar pada periodontitis. Polimorfisme gen RANKL dianggap sebagai faktor genetik predisposisi yang meningkatkan kerentanan individu terhadap periodontitis agresif atau kronis.
7. **Polimorfisme gen *Osteoprotegerin* (OPG)** menurunkan ekspresi OPG atau efektivitasnya dapat mempercepat resorpsi tulang alveolar pada pasien dengan periodontitis.

Hadirin yang saya hormati,

Pengetahuan tentang polimorfisme gen memungkinkan pendekatan pencegahan dan terapi yang lebih personal

berdasarkan risiko genetik pasien. *Genotyping* gen dapat membantu mengidentifikasi individu yang berisiko tinggi terhadap periodontitis. Memahami variasi genetik dapat meningkatkan deteksi dini dan pengobatan periodontitis, serta mendukung pengembangan strategi berbasis ***precision medicine*** di kedokteran gigi. Informasi genetik dapat digunakan untuk mengembangkan strategi pencegahan dan perawatan personal, seperti program pemantauan rutin bagi pasien dengan polimorfisme risiko tinggi. Perbedaan genetik dapat menjelaskan variasi keparahan periodontitis antara individu meskipun terpapar faktor risiko lingkungan yang serupa. Pemahaman tentang polimorfisme gen dapat membantu dalam merancang strategi pencegahan yang lebih efektif untuk mencegah progresi periodontitis pada individu yang rentan.

Hadirin yang saya muliakan,

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut ini adalah beberapa peranan genomik dan proteomik dalam kedokteran gigi:

PERAN GENOMIK DALAM KEDOKTERAN GIGI

1. *Diagnosis Penyakit Gigi dan Mulut*

Genomik berperan penting dalam mendiagnosis berbagai penyakit gigi dan mulut, baik yang bersifat lokal maupun terkait dengan kondisi sistemik. Genomik memungkinkan identifikasi penyebab genetik penyakit, prediksi risiko, dan personalisasi pendekatan klinis untuk setiap individu. Studi genomik memungkinkan mengungkap polimorfisme gen yang meningkatkan risiko penyakit gigi dan mulut. Dengan mengetahui variasi genetik ini, dokter gigi selaku tenaga medis dapat mengidentifikasi pasien yang memiliki predisposisi terhadap beberapa penyakit tertentu, misalnya periodontitis, karies gigi, atau maloklusi. Beberapa penyakit gigi dan mulut bersifat genetik dan sulit didiagnosis tanpa teknologi genomik, misalnya *amelogenesis imperfecta* atau *dentinogenesis*

imperfecta. *Amelogenesis imperfecta* adalah gangguan genetik yang memengaruhi enamel gigi, menyebabkan enamel gigi menjadi tipis, rapuh, atau tidak terbentuk sama sekali, sehingga gigi mudah rusak. *Dentinogenesis imperfecta* adalah kelainan genetik yang memengaruhi pembentukan dentin, sehingga menyebabkan dentin menjadi rapuh, mudah patah atau rusak. Gangguan genetik yang mempengaruhi perkembangan gigi atau rahang juga dapat didiagnosis menggunakan analisis genom. Pada karies, gen yang mengkode amelogenin yang terkait dengan struktur enamel, dapat mempengaruhi risiko karies. Genomik membantu mengidentifikasi variasi genetik yang memengaruhi kerentanan individu terhadap periodontitis, misalnya gen yang mengkode Osteoprotegerin, suatu protein yang berperan dalam pengendalian jaringan keras termasuk tulang alveolar. Analisis genom juga dapat mendeteksi mutasi genetik spesifik yang terkait dengan kanker mulut, seperti mutasi pada gen TP53 (gen pengkode protein p53) atau *Epidermal Growth Factor Receptor (EGFR)*. Selain itu, juga diketahui data terkait polimorfisme gen *Msh Homebox 1 (MSX1)* dan *Paired Box 9 (PAX9)* yang dikaitkan dengan terjadinya hipodontia, serta variasi genetik pada *Fibroblast Growth Factor Receptor-2 (FGFR2)* yang terkait dengan sindrom Apert (gangguan pertumbuhan kraniofasial).

2. **Prediksi Risiko Penyakit**

Dengan memahami profil genetik pasien, dokter gigi dapat memprediksi risiko individu terhadap penyakit tertentu, seperti penyakit periodontal, karies, kanker mulut, dan kelainan perkembangan gigi. Misalnya, varian genetik pada gen OPG telah dikaitkan dengan peningkatan risiko periodontitis.

3. **Deteksi Dini dan Pencegahan**

Penelitian genomik memungkinkan pengembangan *biomarker* genetik untuk mendeteksi penyakit oral secara non-invasif pada tahap awal, sebelum muncul gejala klinis, sehingga dapat dilakukan tindakan preventif, misalnya **individu** dengan gen yang terkait dengan kelainan enamel dapat diberikan tindakan pencegahan seperti fluoridasi dini. Contoh *biomarker* untuk

kanker **mulut** adalah dengan menganalisis genetik mutasi pada gen TP53 atau *Cyclin-Dependent Kinase Inhibitor 2A (CDKN2A)* dalam saliva. *Biomarker* penyakit sistemik dapat memberikan manifestasi oral, yaitu *biomarker* diabetes mellitus yang mempengaruhi kesehatan periodontal dapat dideteksi melalui *biomarker* genetik terkait inflamasi.

4. **Farmakogenomik**

Profil genetik memungkinkan tenaga medis untuk memprediksi respons pasien terhadap obat-obatan tertentu, seperti anestesi lokal, antibiotik, atau obat antinyeri. Sebagai contoh pada respons terhadap *scaling* dan *root planing (SRP)*, polimorfisme gen pro-inflamasi seperti IL-1 β dapat mempengaruhi efektivitas terapi periodontal. Respons terhadap efektivitas anestesi ditunjukkan oleh polimorfisme gen *Cytochrome P2D6 (CYP2D6)* yang memengaruhi metabolisme obat anestesi lokal. Hal ini dapat membantu mengurangi risiko efek samping dan menentukan dosis yang optimal.

5. **Penelitian dan Pengembangan**

Genomik memungkinkan pengembangan obat baru dan terapi berbasis gen yang lebih efektif. Genomik dan proteomik saliva memfasilitasi pengembangan diagnostik non-invasif untuk berbagai penyakit. Studi genomik mendukung penciptaan biomaterial baru untuk rekayasa jaringan gigi atau tulang. Penelitian dan pengembangan tentang penyakit periodontal dapat dilakukan dengan mendeteksi variasi genetik mikroba periodontal atau *biomarker* inflamasi dalam saliva. Penelitian untuk mengidentifikasi mutasi DNA atau ekspresi RNA terkait kanker pada saliva dapat dikembangkan untuk terapi personal.

6. **Rekayasa Genetika dan Regenerasi**

Di masa mendatang memungkinkan dilakukan intervensi berbasis gen untuk memperbaiki mutasi genetik yang menyebabkan kelainan gigi atau jaringan lunak mulut, dan juga penggunaan teknik genomik untuk meningkatkan regenerasi jaringan, seperti regenerasi tulang alveolar atau jaringan periodontal.

PERAN PROTEOMIK DALAM KEDOKTERAN GIGI

1. **Diagnosis Non-Invasif dengan Saliva**

Saliva adalah sumber *biomarker* proteomik yang dapat mencerminkan status kesehatan mulut dan sistemik. Profil protein dalam saliva dapat membantu mendeteksi penyakit periodontal, *oral squamous cell carcinoma*, dan penyakit autoimun seperti *Sjogren's syndrome*. Profil proteomik saliva dapat mendeteksi protein inflamasi (seperti sitokin IL-1 β , TNF- α) yang berhubungan dengan kerusakan jaringan periodontal. Analisis proteomik membantu mengenali perubahan protein pelindung seperti amilase, histatin, atau mucin yang mempengaruhi pelapisan enamel dan flora normal oral.

2. **Biomarker Penyakit**

Identifikasi protein tertentu yang terkait dengan penyakit dapat digunakan untuk pemantauan progresifitas penyakit atau evaluasi respons terapi, misalnya peningkatan protein tertentu dalam saliva atau cairan gingiva bisa menjadi indikator awal inflamasi periodontal.

3. **Pemahaman Mekanisme Penyakit**

Dengan menganalisis perubahan protein pada kondisi penyakit, proteomik memberikan wawasan tentang mekanisme patogenetik. Pada periodontitis, perubahan profil protein inflamasi seperti Matrix Metaloproteinase-1 (MMP-1), *Tissue Inhibitor of Metalloproteinase-1* (TIMP-1), atau protein matriks membantu memahami degradasi jaringan periodontal. Gangguan fungsi saliva dapat ditunjukkan melalui penurunan protein antimikroba seperti laktoferrin dan histatin menunjukkan mekanisme kerentanan terhadap infeksi oral.

4. **Pencegahan Penyakit**

Proteomik dapat digunakan untuk mengembangkan strategi pencegahan yang lebih efektif dengan memahami peran protein protektif di rongga mulut. Protein saliva seperti mucin, statherin, dan histatin membantu mempertahankan homeostasis oral. Deteksi protein pelindung yang rendah dapat mendorong untuk dilakukan intervensi dini untuk mencegah kerusakan gigi.

5. **Monitoring Penyembuhan dan Respons Terapi**

Proteomik dapat digunakan untuk memantau respons terhadap terapi, perubahan profil protein saliva sebelum dan sesudah terapi menunjukkan efektivitas pengobatan. Proteomik juga dapat membantu memahami reaksi jaringan terhadap implan, termasuk pengembangan biofilm atau infeksi. Selain itu, studi proteomik membantu dalam analisis proses regenerasi setelah tindakan seperti *grafting* tulang atau penggunaan biomaterial.

6. **Pengembangan *precision medicine***

Proteomik memungkinkan pendekatan *personalized medicine* dalam kedokteran gigi. Profil protein unik individu dapat membantu menentukan jenis pengobatan terbaik, seperti pilihan antibiotik untuk periodontitis. Studi tentang protein spesifik juga memandu pengembangan obat atau biomaterial yang lebih sesuai dengan kebutuhan.

Hadirin yang saya muliakan,

PRECISION MEDICINE DALAM PRAKTIK KEDOKTERAN GIGI

Dalam praktik Kedokteran Gigi, *precision medicine* mencakup hal berikut:

1. **Perawatan personal:**

Dengan data genomik dan proteomik, dokter gigi dapat merancang rencana perawatan yang lebih spesifik. Pasien dengan risiko genetik tinggi terhadap karies mungkin membutuhkan rencana pencegahan intensif, seperti aplikasi fluor yang lebih sering atau panduan diet ketat.

2. **Prediktif:**

Precision medicine memprediksi risiko penyakit rongga mulut berdasarkan informasi genetik dan proteomik.

3. **Preventif:**

Mengembangkan strategi pencegahan khusus untuk mengurangi risiko penyakit.

4. Pencegahan Dini dan Intervensi Minimal:

Precision medicine memungkinkan deteksi dini terhadap kecenderungan penyakit, yang berarti perawatan dapat dilakukan pada tahap yang lebih awal dengan metode yang kurang invasif.

PROSES UNTUK MENCAPAI *PRECISION MEDICINE* DI KEDOKTERAN GIGI

1. Pengumpulan dan Integrasi Data

Meliputi pengumpulan Data Genetik: mengumpulkan informasi genetik serta riwayat keluarga terkait penyakit gigi dan mulut untuk memahami kecenderungan individu terhadap penyakit gigi dan mulut. Melakukan uji genetik untuk mengidentifikasi polimorfisme genetik yang terkait dengan risiko penyakit gigi dan mulut, respons inflamasi, kerusakan jaringan, atau penyembuhan, seperti periodontitis, karies gigi, atau gangguan pertumbuhan dan perkembangan gigi. Data Lingkungan dan Gaya Hidup, meliputi faktor-faktor seperti pola makan, kebiasaan kebersihan mulut, kebiasaan hidup (misalnya merokok), dan risiko paparan lingkungan. Data Klinis: Mengumpulkan riwayat kesehatan lengkap, termasuk riwayat penyakit gigi dan mulut sebelumnya, kondisi medis lainnya, pemeriksaan klinis, dan hasil perawatan secara terperinci. Melakukan pemeriksaan gigi dan mulut untuk menilai kondisi gigi, gingiva, dan jaringan keras dan lunak lainnya. Melakukan pemeriksaan pencitraan seperti rontgen (X-ray), CT scan, atau MRI untuk memeriksa struktur gigi dan jaringan yang lebih dalam.

2. Analisis *Biomarker*:

Mengidentifikasi dan menganalisis *biomarker* protein dalam saliva atau cairan gingiva untuk mendeteksi tanda-tanda awal penyakit gigi dan mulut, periodontitis atau penyakit mulut lainnya. Memeriksa metabolit yang ada dalam saliva atau cairan gingiva untuk mengidentifikasi pola metabolik yang berkaitan dengan kondisi gigi atau respons terhadap pengobatan tertentu.

3. Penyusunan Rencana Perawatan Personal:

Meliputi pengelompokan pasien (Stratifikasi Pasien) ke dalam subkelompok berdasarkan profil risiko dan fenotipe penyakit mereka untuk menyesuaikan perawatan. Merancang protokol perawatan khusus yang menangani kebutuhan unik setiap pasien dan meminimalkan risiko komplikasi berdasarkan profil genetik, mempertimbangkan *precision medicine*, melibatkan penggunaan obat-obatan atau terapi khusus yang disesuaikan dengan kondisi genetik pasien, seperti antibiotik tertentu atau penggunaan terapi sel punca untuk mempercepat penyembuhan jaringan.

4. Implementasi Terapi yang Tepat Berbasis Data dan Teknologi:

Pasien dengan risiko tinggi terhadap masalah gigi dan mulut (misalnya yang memiliki riwayat keluarga periodontitis atau yang memiliki gen tertentu yang meningkatkan risiko) dapat diberikan perawatan preventif yang disesuaikan, seperti penggunaan obat kumur antimikroba, pemeliharaan kebersihan mulut yang lebih ketat, atau program penghindaran faktor risiko (misalnya merokok atau pola makan tidak sehat). Menggunakan perangkat lunak dan alat digital untuk memantau perkembangan kesehatan gigi pasien, merencanakan dan menyesuaikan terapi berdasarkan data yang diperoleh (misalnya menggunakan sistem pengawasan berbasis *Artificial Intelligence* atau perangkat pengukuran genetik). Jika terjadi perubahan dalam kondisi pasien atau perkembangan penyakit gigi dan mulut, *precision medicine* dapat disesuaikan berdasarkan temuan terbaru.

5. Pengobatan Lanjutan dan *Monitoring*:

Pemantauan pasien yang telah diberikan *precision medicine* secara berkala menggunakan pencitraan atau uji genetik untuk melihat respons terhadap terapi dan penyesuaian perawatan jika diperlukan.

6. Edukasi dan Pemantauan Pasien:

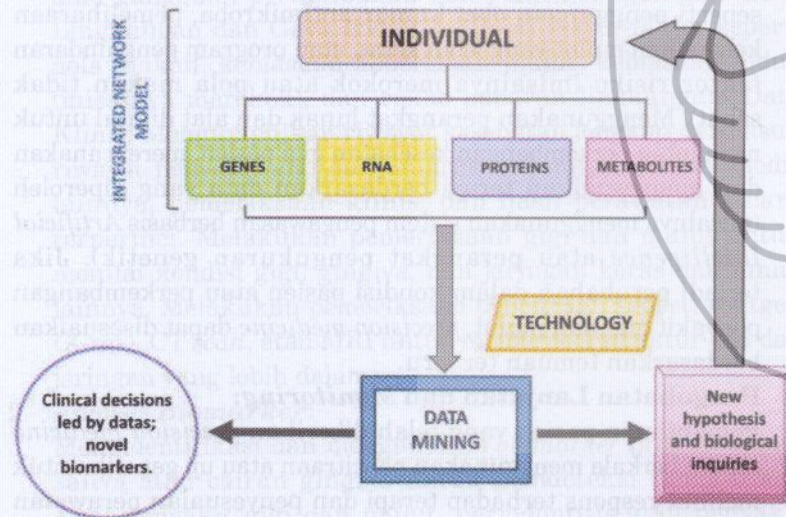
Menedukasi pasien tentang pentingnya perawatan pribadi berdasarkan informasi genetik, termasuk memberikan

informasi tentang kebiasaan kesehatan mulut yang optimal, pola makan, dan gaya hidup yang mendukung kesehatan mulut yang lebih baik. Melakukan pemantauan jangka panjang untuk menilai apakah terapi yang diberikan memberikan hasil yang optimal, dan untuk mengidentifikasi kemungkinan masalah gigi yang timbul di masa depan.

7. Evaluasi Berkelanjutan:

Melakukan evaluasi jangka panjang untuk menilai keberhasilan *precision medicine*, termasuk pengurangan gejala atau perbaikan kondisi jaringan. Berdasarkan respons pasien, hasil pemeriksaan lanjutan, dan data genetik yang diperoleh, dapat dilakukan penyesuaian *precision medicine* untuk memastikan hasil yang lebih baik.

Gambar berikut menunjukkan proses untuk mencapai pengobatan personal.



Gambar 5. Ilustrasi proses di balik pengobatan yang dipersonalisasi (Malcangi et al., 2023)

TANTANGAN DAN MASA DEPAN *PRECISION MEDICINE* DALAM KEDOKTERAN GIGI

Hadirin yang saya hormati

Meskipun konsep *precision medicine* menjanjikan, namun ada tantangan signifikan yang perlu dipertimbangkan untuk mengoptimalkan penerapannya, sekaligus peluang besar untuk masa depan.

1. Kompleksitas Data dan Analisis Bioinformatika:

Jumlah data genetik dan proteomik yang sangat besar, pasti membutuhkan perangkat analisis bioinformatika canggih untuk interpretasi dan sebelum dilakukan aplikasi klinis. Data klinis, genetik, dan lingkungan sering kali berasal dari berbagai sumber dengan format yang berbeda, sehingga sulit untuk dianalisis secara terintegrasi. Tidak semua data yang dikumpulkan memiliki kualitas yang tinggi, kesalahan pengumpulan data atau kurangnya standar dapat mempengaruhi analisis.

2. Kesenjangan Teknologi dan Pendidikan:

Kedokteran gigi harus menyesuaikan dengan perkembangan teknologi terkini dalam mengintegrasikan data genomik, proteomik, dan data klinis pasien. Penerapan *Artificial Intelligent* (AI), pembelajaran mesin, dan teknologi canggih lainnya dalam praktik kedokteran gigi masih dalam tahap awal. Pendidikan kedokteran gigi juga harus mengikuti perkembangan teknologi mutakhir dan kemajuan ilmiah guna mempersiapkan praktisi masa depan yang berorientasi pada *precision medicine*.

3. Biaya dan Aksesibilitas:

Precision medicine masih tergolong mahal dan terbatas aksesnya, meskipun teknologi yang berkembang pesat diharapkan membuat biaya lebih terjangkau di masa depan. Biaya *precision medicine* melibatkan teknologi canggih seperti *Artificial Dentistry*, pembelajaran berdasarkan kemajuan teknologi untuk menghasilkan *output* yang tinggi, meskipun memerlukan investasi yang cukup besar untuk dikembangkan

dan diimplementasikan. Integrasi teknologi ini ke dalam praktik kedokteran gigi rutin memerlukan investasi finansial yang signifikan, yang dapat menjadi hambatan bagi banyak praktik kedokteran gigi.

Penggunaan *bigdata* dan disertai analisis yang canggih, memerlukan sistem manajemen data yang kuat dan kepatuhan yang ketat terhadap peraturan privasi. Masalah etika dan perlunya pedoman internasional (*rule of the game*) tentang manajemen data dan daya komputasi merupakan tantangan penting yang perlu ditangani sebelum diterima secara meluas.

Pendidikan kedokteran gigi perlu mengimbangi kemajuan teknologi. Kurikulum kedokteran gigi saat ini mungkin tidak cukup mempersiapkan dokter gigi masa depan untuk menghadapi kompleksitas kedokteran gigi presisi, yang menyebabkan tenaga kerja tidak sepenuhnya siap untuk memanfaatkan teknologi baru ini.

Kedokteran gigi presisi berfokus pada perawatan pasien individual, yang tampaknya memerlukan waktu yang cukup panjang untuk diterapkan pada masyarakat luas, bertujuan untuk mengatasi kebutuhan kesehatan mulut di tingkat masyarakat.

4. Etika dan Privasi:

Data genetik pasien perlu dikelola dengan hati-hati terkait privasi dan aspek etis, terutama karena informasi ini berpotensi memengaruhi penilaian perawatan jangka panjang.

Integrasi AI dan teknologi digital dalam kedokteran gigi menimbulkan persoalan tentang privasi dan keamanan data pasien. *Precision Medicine* harus memastikan bahwa informasi pasien dilindungi dari akses dan pelanggaran yang tidak sah dan hal ini merupakan tantangan yang sangat penting. Pemanfaatan AI yang benar sesuai etika memerlukan transparansi tentang bagaimana data pasien digunakan dalam proses pengambilan keputusan.

Pasien harus diberi informasi (*Informed Consent*) yang memadai tentang bagaimana data mereka akan digunakan, terutama

jika AI dan perangkat digital lainnya digunakan, termasuk memahami potensi risiko dan manfaat dari teknologi AI.

Etika profesional harus dipatuhi dengan ketat. Tenaga medis harus menyeimbangkan penggunaan teknologi canggih dengan menjaga standar etika. Ini termasuk memprioritaskan kesejahteraan pasien di atas kepentingan komersial dan memastikan bahwa penggunaan teknologi tidak mengorbankan kualitas perawatan. Munculnya kedokteran gigi estetika serta meningkatnya iklan perawatan kesehatan menimbulkan tantangan etika tambahan, karena dapat mempengaruhi harapan pasien dan keputusan perawatan. Pemanfaatan kedokteran gigi presisi yang efektif bergantung pada manajemen data berupa pengumpulan dan analisis kumpulan data yang beragam dan luas. Pada saat ini, pemanfaatan AI masih berfokus pada kumpulan data yang sempit, yang membatasi potensi prediksi yang akurat dan perawatan yang personal.

ARAH *PRECISION MEDICINE* DI MASA DEPAN:

Beberapa faktor yang berperan untuk mencapai *Precision Medicine* di bidang Kedokteran Gigi adalah:

1. Pemanfaatan Teknologi Canggih

Inovasi dalam teknologi molekuler (misalnya genomik, metabolomik) diharapkan dapat terintegrasi sepenuhnya ke dalam praktik kedokteran gigi dalam beberapa dekade mendatang, sehingga meningkatkan akurasi diagnostik dan perencanaan perawatan.

2. Perawatan Personal

Precision Dentistry bertujuan untuk mengubah pendekatan "satu ukuran untuk semua" dengan menyesuaikan diagnostik dan terapi untuk masing-masing pasien berdasarkan faktor genetik, lingkungan, dan gaya hidup mereka. Pengembangan data individu secara personal menggunakan teknologi penyimpanan data secara digital dapat memfasilitasi rehabilitasi dan perawatan lainnya.

3. Reformasi Pendidikan:

Institusi pendidikan kedokteran gigi harus memasukkan bidang ilmiah baru seperti analisis *bigdata*, biologi sel punca, dan rekayasa jaringan ke dalam kurikulum pendidikan dokter gigi untuk mempersiapkan lulusan agar memahami tentang *precision medicine*. Kurikulum yang berbasis pada pengobatan personal dapat membantu lulusan pendidikan kedokteran gigi untuk menyesuaikan dengan keterampilan yang dibutuhkan, memastikan tenaga kerja masa depan yang kompeten.

4. Integrasi Kesehatan Masyarakat.

Precision Dentistry juga harus memenuhi kebutuhan kesehatan mulut pada tingkat masyarakat, mengintegrasikan perspektif kesehatan masyarakat untuk memastikan akses yang adil terhadap perawatan gigi tingkat lanjut.

Dalam upaya menghadapi tantangan masa depan *precision medicine* dan menghadirkan layanan pengobatan yang presisi bagi masyarakat, pada tahun 2022 Pemerintah Republik Indonesia telah resmi meluncurkan *Biomedical & Genome Science Initiative* (BGSi). BGSi merupakan program inisiatif nasional pertama guna mengembangkan pengobatan yang lebih tepat bagi masyarakat. Caranya, dengan mengandalkan teknologi pengumpulan informasi genetik (genom) dari manusia maupun patogen seperti virus dan bakteri atau bisa disebut dengan *Whole Genome Sequencing* (WGS). Pengembangan WGS ini sejalan dengan transformasi bioteknologi dalam aktivitas bio surveillance dan layanan kesehatan yang ditujukan dalam peningkatan deteksi patogen dan memperbaiki pengobatan.

Sebagai informasi, kami telah melakukan penelitian yang merupakan langkah awal menuju *precision medicine*, tentang polimorfisme dan ekspresi gen *Matrix Metalloproteinase-1* (MMP-1), *Tissue Inhibitor of Metalloproteinase-1* (TIMP-1), *Receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand* (RANK), *RANK Ligand* (RANKL), dan *Osteoprotegerin* (OPG) pada penderita periodontitis agresif dan kronis. Pada penelitian tersebut dilakukan pemeriksaan gen dan protein saliva penderita periodontitis.

Periodontitis agresif merupakan inflamasi pada jaringan penyangga gigi yang ditandai dengan proses peradangan yang cepat disertai kerusakan yang parah pada ligamen periodontal dan tulang alveolar. Pada periodontitis agresif, faktor etiologi lokal terdapat dalam jumlah minimal namun sudah dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan perlekatan jaringan periodontal dengan cepat disertai kerusakan yang parah. Secara klinis, keadaan rongga mulut penderita periodontitis agresif biasanya tampak bersih, tidak terdapat akumulasi plak dan karang gigi dalam jumlah besar, bahkan tidak terlihat tanda inflamasi yang jelas, tetapi proses terjadinya kehilangan perlekatan gingiva dan resesi gingiva tiga sampai empat kali lebih cepat daripada periodontitis kronis. Periodontitis agresif biasanya terjadi pada individu yang secara sistemik sehat dan pada umumnya terdapat riwayat keluarga yang menderita periodontitis agresif, mengindikasikan adanya faktor genetik yang berperan pada terjadinya dan mempercepat keparahan periodontitis agresif.

Pemeriksaan polimorfisme gen bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan varian genetik antara pasien periodontitis agresif dan kronis. Ekspresi gen dilakukan pada saliva pasien untuk mengetahui profil protein pada pasien tersebut. Pemeriksaan MMP-1 dan TIMP-1 bertujuan untuk mengetahui kerusakan pada jaringan lunak penyangga gigi, dan pemeriksaan OPG, RANK, dan RANKL untuk mengetahui kerusakan pada jaringan keras penyangga gigi. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan pada polimorfisme gen OPG dan ekspresi gen OPG, RANK, RANKL, dan MMP-1 pada saliva penderita periodontitis. Beberapa gen yang diperiksa, hanya polimorfisme gen OPG yang menunjukkan perbedaan pada penderita periodontitis agresif dibandingkan periodontitis kronis. Sedangkan pada pemeriksaan beberapa protein saliva, semua menunjukkan perbedaan, kecuali kadar TIMP-1 yang tidak menunjukkan perbedaan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pada penelitian kami, polimorfisme gen OPG dan protein MMP-1, OPG, RANKL, dan MMP-1 dapat menjadi kandidat *biomarker* untuk periodontitis agresif.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Pengetahuan tentang genomik memungkinkan untuk dilakukan pemeriksaan yang canggih untuk mendeteksi, memahami, dan mendiagnosis penyakit gigi dan mulut. Informasi genetik, tenaga medis dapat mengembangkan strategi diagnostik dan perawatan yang lebih akurat, efisien, dan personal, meningkatkan prognosis dan kualitas hidup pasien.

Proteomik adalah faktor yang sangat penting dalam kedokteran gigi, memberikan wawasan mendalam tentang biologi molekuler penyakit dan mendukung pengembangan diagnostik, terapi, dan pencegahan yang lebih efektif. Memanfaatkan teknologi proteomik, dalam praktik kedokteran gigi dapat menjadi lebih personal, akurat, dan berbasis bukti.

Integrasi genomik dan proteomik ke dalam kedokteran gigi menghadirkan potensi besar bagi *precision medicine* dalam meningkatkan diagnosis, pencegahan, dan perawatan yang lebih spesifik. Dengan terus berkembangnya teknologi ini, masa depan pelayanan bidang kedokteran gigi akan semakin personal, efektif, efisien, dan terintegrasi dengan kesehatan sistemik pasien dalam mencapai kesehatan gigi dan mulut masyarakat Indonesia secara holistik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Hadirin yang saya muliakan

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 Guru Besar. Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati, perkenankanlah saya menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pemerintah Republik Indonesia dalam hal ini Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, **Nadiem Makarim, B.A., M.B.A.**, kepada Menteri Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi, **Prof. Dr. Ir. Satryo Soemantri Brodjonegoro**, dan

Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi **Prof. Dr. rer. nat. Abdul Haris, M.Sc.** yang menyetujui pengangkatan saya sebagai Guru Besar dalam Bidang Ilmu Biokimia Penyakit Jaringan Periodontal, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Airlangga.

Kepada yang terhormat Rektor Universitas Airlangga **Prof. Dr. Mohammad Nasih, SE., MT., Ak., CMA**, para Wakil Rektor **Prof. Dr. Bambang Sektiari Lukiswanto, drh., D.E.A.**; **Prof. Dr., Muhammad Madyan, S.E., M.Si., M.Fin.**; **Prof. Dr. Ni Nyoman Puspaningsih, Dra., M.Si.**; dan **Prof. Muhammad Miftahussurur, dr., M.Kes., Sp.PD-KGEH., PhD.** Saya menyampaikan terima kasih atas dukungan, fasilitas, dan memberikan persetujuan pengusulan pengangkatan saya sebagai Guru Besar.

Terima kasih kepada yang terhormat Ketua Senat Akademik Universitas Airlangga **Prof. Djoko Santoso, dr., PhD., SpPD., K-GH, FINASIM.** dan Sekretaris Senat Akademik beserta seluruh anggota, dan juga kepada Sekretaris Universitas **Dr. Koko Srimulyo, drs., M.Si.** atas dukungan, fasilitas, dan persetujuan pengusulan pengangkatan jabatan saya sebagai Guru Besar.

Saya sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh Tim PAK Universitas Airlangga yang telah me-review berkas saya, dan juga kepada Direktur Sumber Daya Manusia Universitas Airlangga beserta jajarannya yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan dukungan, perhatian, dan bantuan dalam proses pengusulan jabatan Guru Besar saya.

Kepada yang terhormat Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga **Prof. Dr., Muhammad Luthfi, drg., M.Kes.**; Para Wakil Dekan **Prof. Dr. Ira Widjiastuti, drg., M.Kes., Sp.KG (K).**; **Andra Risqiawan, drg., Ph.D., Sp.BM (K).**; dan **Dini Setyowati, drg., MPH., Ph.D., FISDPH. FISPD.**; serta Ketua Badan Pertimbangan Fakultas beserta seluruh anggota yang telah menyetujui dan mengusulkan kenaikan jabatan akademik saya ke jenjang Guru Besar, saya mengucapkan terima kasih atas kepercayaan dan dukungannya.

Ucapan terima kasih yang tulus serta penghargaan setinggi-tingginya saya sampaikan kepada seluruh staf pengajar di **Bagian Biologi Oral Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga**: Aqsa Sjuhada Oki, drg., M.Kes. (sebagai Ketua Bagian); Yuliati, drg., M.Kes. (sebagai Sekretaris Bagian); Prof. Dr. Retno Indrawati R., drg., M.Si.; Prof. Dr. Indah Listiana Kriswandini, drg., M.Kes.; Prof. Dr. Rini Devijanti Ridwan, drg., M.Kes.; Prof. Dr. Muhammad Luthfi, drg., M.Kes.; Prof. Dr. Ira Arundina, drg., M.Si.; Prof. Dr. Hendrik Setia Budi, drg., M.Kes.; Sidarningsih, drg., M.Kes.; Tantiana, drg., M.Kes.; Dr. Pratiwi Soesilawati, drg., M.Kes.; Dr. Anis Irmawati, drg., M.Kes.; Dr. Christian Khoswanto, drg., M.Kes.; Oki Fadhillah, drg., M.Kes., beserta seluruh staf pengajar yang telah purna tugas, atas rasa persaudaraan, dukungan dan kerja sama yang baik selama ini.

Kepada seluruh staf pengajar di **Departemen Ilmu Faal dan Biokimia Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga**, Dr. Gwenny Ichsan Prabowo, dr., M.Kes. (sebagai Kepala Departemen); Prof. Soetjipto, dr., MS., PhD.; Prof. Retno Handajani, dr., MS., PhD.; Prof. Dr. Harianto Notopuro, dr., MS.; Prof. Dr. Indri Safitri, dr., MS.; Suwandito, dr., Sudarno, dr., MKes.; Dr. Ema Qurnianingsih, dr., M.Si.; Dr. Lina Lukitasari, dr., M.Si.; Dr. Ira Humairah, dr., M.Si.; Dr. Siti Khaerunnisa, M.Si.; Dr. Citrawati Dyah Kencono Wungu, dr., M.Si., Langgeng Agung Waskito, dr., Ph.D.; Fithriyah Cholifatul Ummah, dr., M.Med.Ed., beserta seluruh staf pengajar yang telah purna tugas, saya sampaikan terima kasih atas kerja sama dan dukungannya selama ini.

Kepada semua guru yang telah mendidik dan mengajar saya mulai TK, SDK Santa Katarina II Surabaya, SMPN 12 Surabaya, SMAN 2 Surabaya, staf pengajar FKG Unair, staf pengajar Program Studi Magister Ilmu Kedokteran Dasar Unair, dan staf pengajar Program Doktor Program Studi Ilmu Kedokteran Unair, saya ucapkan terima kasih yang tulus telah menjadi bagian dari kehidupan pendidikan saya. Kepada tim promotor disertasi saya saat menyelesaikan Pendidikan S3, saya haturkan terima kasih yang tak terhingga kepada yang terhormat Promotor **Prof.**

Soetjipto, dr., M.S. Ph.D.; Ko promtor, **Prof. Dr. M. Rubianto, drg., M.S., Sp.Perio(K)**; dan **Prof. Dr. Yoes Prijatna Dachlan, dr., SpPar(K)** yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan memotivasi saya dalam melakukan penelitian dan penyelesaian pendidikan S3.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, izinkan saya menghaturkan dengan rasa hormat dan kasih sayang, terima kasih yang tulus dan mendalam kepada kedua orang tua saya yang sangat saya cintai, **almh. ibu Endang Partiningroem** dan **alm. bapak Harjono** yang telah mengasuh, mendidik, mengayomi, menafkahi, memberikan tauladan yang baik dan penuh kasih sayang, dan senantiasa mendoakan untuk kebahagiaan, kesuksesan, dan keselamatan saya. Semoga beliau selalu dalam limpahan rahmat dan mendapatkan tempat terbaik di sisi Allah SWT. Terima kasih juga saya haturkan kepada kedua mertua saya yang saya cintai, **almh. ibu Hj. Moesiah Kamil** dan **alm. bapak HR Kamil Koesoemo Prawiro** yang telah memberikan tauladan yang baik dan penuh kasih sayang dan senantiasa mendoakan kami sekeluarga. Semoga beliau selalu dalam limpahan rahmat dan mendapatkan tempat terbaik di sisi Allah SWT.

Tentunya ucapan terima kasih yang tak terhingga saya persembahkan kepada suami tercinta **Martino Agung Nugroho** yang selalu penuh pengertian, mendukung dan memberikan motivasi untuk saya. Kepada kedua anak saya tersayang **Dimas Aryaditya Nugroho** dan **Pranaditya Ananda Nugroho**, ibu sampaikan terima kasih atas cinta yang begitu besar, pengertian, dan dukungan yang selalu diberikan, kalian merupakan sumber semangat ibu. Terima kasih telah menjadi anak-anak baik yang menambah kebahagiaan ibu, semoga Allah SWT selalu menjaga kalian dalam kebaikan dan keselamatan di dunia dan akhirat.

Saya sampaikan juga terima kasih yang tulus atas dukungan dan kasih sayang kepada saudara-saudara saya **Anusa Tjandra Harjono** dan keluarga, **alm. Tri Mahesa Hendrajana, Birendrayana** dan keluarga, **Dwiyana Isyanawati** dan keluarga, dan **Harindrayana** dan keluarga. Terima kasih juga kepada saudara-saudara ipar saya **Endang Widjiharti** dan keluarga,

almh. Elly Kadwiharti dan keluarga, **Endah Sutriani** dan keluarga, **Dyah Supatminarni** dan keluarga, **almh. Dyah Pantjawati** dan keluarga, **Diah Rasawati Kristiani** dan keluarga, serta **Sarwirini** dan keluarga.

Kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan, mulai pada saat proses pengusulan sampai pengukuhan saya sebagai Guru Besar, yang tidak mungkin saya sebutkan satu-persatu, saya ucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya, khususnya kepada segenap panitia gabungan upacara pengukuhan jabatan Guru Besar yang telah bekerja keras untuk kesuksesan acara ini.

Akhir kata, kepada seluruh 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. Semoga Allah SWT membalas dengan kebaikan berlipat kepada para hadirin sekalian.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Bostanci N, Belibasakis GN. Precision periodontal care: from omics discoveries to chairside diagnostics. *Clin Oral Investig.* 2023;27:971–978.
- Calciolari E and Donos N. The use of omics profiling to improve outcomes of bone regeneration and osseointegration. How far are we from personalized medicine in dentistry?. *J. Proteom.* 2018;188:85–96.
- Chow AK, Low R, Yuan J, Yee KK, Dhaliwal JK, Govia S, et al. Bioinformatics for Dentistry: A secondary database for the genetics of tooth development. *PLoS ONE.* 2024;19(6):e0303628:1-16.
- Derewenda ZS. Secret of Life: Rosalind Franklin, James Watson, Francis Crick, and the discovery of DNA's Double Helix. *Acta Cryst.* 2022;D78:1469–1473.
- Deshmukh R and Deo PN. Proteomics and Genomics: The Future of Personalized Medicine. *Biomed J Sci &Tech Res.* 2018;2(1):2278–81.
- Divaris K. The Era of the Genome and Dental Medicine. *J Dent Res.* 2019;98(9):949–955.
- Duquette D. Implementation of public health genomics and applications to public health dentistry. *J. Public Health Dent.* 2019.
- Eng G, Chen A, Vess T, Ginsburg GS. Genome technologies and personalized dental medicine. *Oral Dis.* 2012;18:223–235
- Esteves CV, de campos WG, de Souza MM, Lourenço SV, siqueira WL, Lemos-júnior CA. Diagnostic potential of saliva proteome analysis: a review and guide to clinical practice. *Braz. Oral Res.* 2019;33:e043.
- Gameiro GR, Sinkunas V, Liguori GR, Auler-Ju Jnior JOC. Precision Medicine: Changing the way we think about healthcare. *CLINICS.* 2018;73:e723.
- Gavila P, Ajrithirong P, Chumnprai S, Kalpongkul N, Pisitkun T, Chantarangsu S, Sriwattanapong K, Tagami J and Porntaveetus T. Salivary proteomic signatures in severe dental fluorosis. *Sci Rep.* 2024;14:18372
- Goldman AD, Landweber LF. What Is a Genome? *PLoS Genet.* 2016; 21;12(7): e1006181.
- Gomathi GD, Gopalakrishnan S, Sudhakar U. Personalised medicine – A recent revolution in periodontics. *IP int. j. periodontol. implantol.* 2019;4(3):69-72.

- Grassl N, Kulak NA, Pichler G, Geyer PE, Jung J, Schubert S, Sinitcyn P, Cox J and Mann M. Ultra-deep and quantitative saliva proteome reveals dynamics of the oral microbiome. *Genome Med.* 2016;8:44.
- Hu S, Loo JA, and Wong DT. Human Saliva Proteome Analysis. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 2007;1098:323–329.
- Jung JY, Kim JW, Kim HA, Suh CH. Salivary Biomarkers in Patients with Sjögren's Syndrome. A Systematic Review. *Int. J. Mol. Sci.* 2021; 22, 12903
- Kabbashi S, Roomaney IA, Chetty M. Bridging the gap between omics research and dental practice. *BDJ Open.* 2024;10(16):1-9.
- Khurshid Z, Zohaib S, Najeeb S, ZafarMS, Rehman R, and Ur Rehman I. Advances of Proteomic Sciences in Dentistry. *Int. J. Mol. Sci.* 2016;17,728.
- Malcangi G, Patano A, Guglielmo M, Sardano R, Palmieri G, Di Pede C, de Ruvo E, Inchingolo AD, Mancini A, Inchingolo F, et al. Precision Medicine in Oral Health and Diseases: A Systematic Review. *J Pers Med.* 2023;13,725.
- Morelli T, Agler CS, Divaris K. Genomics of periodontal disease and tooth morbidity. *Periodontol 2000.* 2020;82:143–156.
- Nayak R, Mohanty R, Satapathy A, Das AC, Kumar M, Mohanty G. Proteomics and Genomics: An Awesome Diversity in the Periodontal World. *Indian J Forensic Med Toxicol.* 2020;4(4):8500-3.
- Nguyen N, Jheon AH & Reddy MS. Embracing Precision and Data Science in Dentistry. *J Calif Dent Assoc.* 2022;50(8):441-51.
- Paqué PN, Herz C, Wiedemeier DB, Mitsakakis K, Attin T, Bao K, Belibasakis GN, Hays JP, Jenzer JS, Kaman WE., et al. Salivary Biomarkers for Dental Caries Detection and Personalized Monitoring. *J. Pers. Med.* 2021;11(235):1-18.
- Pei F, Wang M, Wang Y, Pan X, Cen X, Huang X, Jin Y, Zhao Z. Quantitative proteomic analysis of gingival crevicular fluids to identify novel biomarkers of gingival recession in orthodontic patients. *J. Proteom.* 2022;266(104647):1-14.
- Petty LE, Silva R, de Souza LC, Vieira AR, Shaw DM, Below JE, Letra A. Genome-wide association study identifies novel risk loci for apical periodontitis. *J Endod.* 2023;49(10):1276-1288.
- Polverini PJ. Personalized medicine and the future of dental practice. *Per. Med.* 2018;15(6):449–451
- Pudakalkatti PS, Baheti AS, Sanjeevini, Hattarki SA, Kambali SS. Personalized Medicine in Dentistry. *J Orofac Sci.* 2015;9(1):3-6.

- Reddy MS, Shetty SR, Vannala V. Embracing Personalized Medicine in Dentistry. *J Pharm Bioallied Sci.* 2019;11(Suppl 2):S92–S96.
- Rojo AC, Heylen D, Aerts J, Thas O, Hooyberghs J, ErtaylanG and Valkenburg D. Towards Building a Quantitative Proteomics Toolbox in Precision Medicine: A Mini-Review. *Front Physiol.* 2021;12:Article 723510.
- Scarano E, Fiorita A, Picciotti PM, Passali GC, Calò L, Cabras T, Inzitari R, Fanali C, Messana I, Castagnola M, Paludetti G. Proteomics of saliva: personal experience. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2010;30:125-130.
- Sembler-Møller ML, Belstrøm D, Loch H, Pedersen AML. Proteomics of saliva, plasma, and salivary gland tissue in Sjögren's syndrome and non-Sjögren patients identify novel biomarker candidates. *J Proteomics;* 2020;225:103877:1-9.
- Sham BNI, Lewin SD, and Gran MM. Proteomic Investigations of In Vitro and In Vivo Models of Periodontal Disease. *Proteomics Clin Appl.* 2019;1900043:1-12.
- Tabak L, Green E, Devaney S, and Somerman M. Precision Health: Bringing Oral Health into the Context of Overall Health. *J. Adv. Dent. Res.* 2019;30(2):31–33.
- Tsuchida S, Satoh M, Takiwaki M and Nomura F. Current Status of Proteomic Technologies for Discovering and Identifying Gingival Crevicular Fluid Biomarkers for Periodontal Disease. *Int. J. Mol. Sci.* 2019;20(86):1-12.
- Yoithapprabhunath TR, Nirmal RM, Santhadevy A, Anusushanth A, Charanya D, Rojiluke, Sri Chinthu KK, Yamunadevi A. Role of proteomics in physiologic and pathologic conditions of dentistry: Overview. *J Pharm Bioallied Sci.* 2015;7(Supplement 2):S344-S349.
- Zhong L, Liu Y, Wang K, He Z, Gong Z, Zhao Z, Yang Y, Gao X, Li F, Wu H, Zhang S and Chen L. Biomarkers: paving stones on the road towards the personalized precision medicine for oral squamous cell carcinoma. *BMC Cancer.* 2018;18:911.

RIWAYAT HIDUP

A. DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Prof. Dr. Indeswati Diyatri, drg., M.S.
 NIP : 196203151987012001
 Tempat/Tanggal Lahir : Yogyakarta/15 Maret 1962
 Agama : Islam
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Status Perkawinan : Kawin
 Nama Suami : Martino Agung Nugroho
 Nama Anak : 1. Dimas Aryaditya Nugroho
 2. Pranaditya Ananda Nugroho
 Pekerjaan : Dosen Fakultas kedokteran Gigi
 Universitas Airlangga
 Golongan/Pangkat : IVb/Pembina Tk. 1
 Jabatan Akademik : Guru Besar
 Perguruan Tinggi : Universitas Airlangga
 Alamat : Jl. Mayjen. Prof. Dr. Moestopo 47
 Surabaya
 Telp/Faks : 031-5030255
 Alamat Rumah : Jl. Ngagel Kebonsari no. 1 Surabaya
 Alamat e-mail : indeswati-d@fkg.unair.ac.id

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1973	SDK Santa Katarina II Surabaya
1976	SMP Negeri 12 Surabaya
1980	SMA Negeri 2 Surabaya
1985	Pendidikan Dokter Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Airlangga
1993	Program Pasca Sarjana, Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga
2012	Program Doktor, Program Studi Ilmu Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga

C. PENDIDIKAN TAMBAHAN: PELATIHAN/LOKAKARYA/SIMPOSIUM

2023	Lokakarya Peningkatan Kemampuan Reviewer, Promosi Sitasi, dan Pengenalan OJS Dental Journal
2023	Workshop Penulisan Buku Nonfiksi dan Sertifikasi Penulis & Editor Profesional
2023	UNAIR Menulis For All
2022	Online Workshop IEEE Explore Digital Library
2021	Workshop The Use and Awareness of E-Resources Among Research Scholars
2021	Pelatihan The Importance of Being Able to Perform Various Impression Techniques in order to get Precise Result for Fixed Dental Prothesis
2021	Pelatihan Measuring Object on CBCT-3D Image
2021	Academic Writing Workshop for International Publication
2019	Workshop Metode Pembelajaran Pendidikan Menghadapi Revolusi Industri 4.0
2019	Workshop Nasional Redesain Kurikulum Berbasis Revolusi Industri 4.0
2019	Workshop International Dental Curriculum
2019	Comprehensive (basic-Advance) Ethical Training for Health-Related Involving Humans

D. PUBLIKASI KARYA ILMIAH MELALUI JURNAL 5 TAHUN TERAKHIR

2024	<i>Epigallocatechin-3-gallate</i> Modulates NF- κ B in <i>Porphyromonas gingivalis</i> -Induced Periodontitis
2024	The Viability of Osteoblasts against SHED Metabolites and EGCG for Biomaterial Osteogenesis
2024	Potential effect of Yemeni Sidr Honey on the Viability of Gingival Fibroblasts and Osteoblast Cells
2024	Antibacterial Effect of Metabolites from Stem Cells from Human Deciduous Teeth with Alfa-Mangostin and EGCG on <i>Streptococcus mutans</i> and <i>Staphylococcus aureus</i>
2024	Component Analysis of Qusthul Hindi (<i>Saussurea lappa</i>) Extract Nanoparticles and Their Potential as Anti-Inflammatories

2024	The EGCG and α -Mangosteen Stimulate SHED-IL10 and SHED-LL37 Metabolite Concentration
2024	Nanoparticle-Based Rice Husk Liquid Smoke as Periodontitis Therapy through OPG, RANK, and RANKL Expression
2024	Potential of Stem Cells from Human Exfoliated Deciduous Teeth (SHED)-derived Secretome Gel in the Wound Healing Process Post Tooth Extraction
2024	The effect of moderate intensity exercise on increasing bone density
2024	Cytotoxicity of turmeric extract (<i>Curcuma longa</i> linn.) on BHK21 Fibroblast Cells
2023	Nanoparticles of Liquid Smoke Rice Husk Inhibit <i>Porphyromonas gingivalis</i>
2023	Antibacterial effect of a gingival patch containing nano-emulsion of red dragon fruit peel extract on <i>Porphyromonas gingivalis</i> , <i>Aggregatibacter actinomycetemcomitans</i> , and <i>Fusobacterium nucleatum</i> assessed in vitro
2023	Ghrelin and Serotonin as Indicators of Obesity due to The Influence of Circadia on Wistar Rats
2023	Sudalama (<i>Artemisia vulgaris</i> L.) as Herb Therapy for Oral Squamous Cell Carcinoma
2023	The EGCG and ?-Mangosteen Stimulate SHED-IL10 and SHED-LL37 Metabolite Concentration
2023	Anti-inflammatory and antibacterial properties of insulin leaves (<i>Tithonia diversifolia</i>) for Periodontitis
2023	Inovasi Pembuatan Pasta Gigi Bahan Herbal untuk Pemberdayaan dan Peningkatan Kesehatan Gigi dan Mulut pada Komunitas di Bondowoso
2023	Anti-inflammatory gel insulin leaf extract (<i>Tithonia diversifolia</i>) against lymphocyte cell count of periodontitis wistar rats (<i>Rattus norvegicus</i>)
2022	The use of mucoadhesive oral patches containing <i>epigallocatechin-3-gallate</i> to treat periodontitis: an in vivo study
2022	Quantification of <i>Porphyromonas gingivalis</i> Bacteria in Final Trimester of Pregnant Women According to Their Oral Health Status
2022	The ability of mucoadhesive gingival patch loaded with EGCG on IL-6 and IL-10 expression in periodontitis

2022	Oral Microbiome Profiles and Inflammation in Pregnant Women Who Used Orthodontic Appliances
2022	A mucoadhesive gingival patch with Epigallocatechin-3-gallate green tea (<i>Camellia sinensis</i>) as an alternative adjunct therapy for periodontal disease: A narrative review
2022	Nanoparticles of Liquid Smoke Rice Husk Inhibit <i>Porphyromonas gingivalis</i>
2022	Osteoblast Viability of Liquid Smoke Rice Hull and Nanoparticles Form as Periodontitis Treatment
2022	Epigallocatechin gallate Mucoadhesive Gingival Patch as Potential Biomaterial to Regulate Macrophage and Lymphocyte Cells in Periodontitis: A Review
2022	Mangosteen Rind Extract Nano-Emulsion As Mucoadhesive Gingival Patch Effect on Osteoblast and Osteoclast Numbers in Periodontitis Induced Wistar Rats
2021	The effect of X-ray irradiation to the formation of polychromatic erythrocyte cell micronucleus in Wistar rats (<i>Rattus norvegicus</i>)
2021	New insight into the role of a combination of zinc oxide and turmeric rhizome liquid extract in osteogenic marker expression
2021	The effects of brotowali (<i>Tinospora crispa</i>) extract on the number of macrophage cells in wistar rats (<i>rattus norvegicus</i>) suffering from periodontitis
2021	Growth factor stimulation for the healing of traumatic ulcers with liquid rice hull smoke
2021	The Role of Rice Hull Liquid Smoke in the Traumatic Ulcer Healing
2021	The component analysis of liquid smoke from rice hulls and its toxicity test on baby hamster kidney cells [Análisis de componentes del humo líquido de las cáscaras de arroz y su prueba de toxicidad en células renales de crías de hámster]
2020	The Ability Of <i>Hylocereus Polyrhizus</i> For Gram Positive Bacteria And <i>Candida Albicans</i>
2020	Analysis of the expression of macrophage among periodontitis rat model after treatment with <i>graptophyllum pictum</i> (L.) Griff. leaves extract gel

2020	Immunoreactive scoring of metallothionein-3 (MT-3) expression as an indicator of metallic taste rats which are induced by doxorubicin and antioxidant
2020	Cytokines and Chemokines in Periodontitis
2020	Radioprotective Effect of Spirulina Platensis on Head and Neck Radiation-Induced Xerostomia
2020	The potency of Immunoglobulin Y anti Porphyromonas gingivalis to inhibit the adherence ability of Porphyromonas gingivalis on enterocytes
2020	Study Of Antibacterial Ability Of Hylocereus Polyrhizus For Gram Negative Bacteria
2020	Anti-adherence potential of immunoglobulin Y aggregatibacter actinomycetemcomitans against aggregatibacter actinomycetemcomitans adhesion
2020	The ability of immunoglobulin y from Porphyromonas gingivalis to prevent adhesion of Fusobacterium nucleatum and Aggregatibacter actinomycetemcomitans
2020	The forming of bacteria biofilm from Streptococcus mutans and Aggregatibacter actinomycetemcomitans as a marker for early detection in dental caries and periodontitis
2020	Acute toxicity test of liquid smoke of rice hull (oryza sativa) on mice (mus musculus)
2020	Single nucleotide polymorphisms (SNPs) of COL1A1 and COL11A1 in class ii skeletal malocclusion of ethnic Javanese patient
2020	The antibacterial effect of liquid smoke rice hull on porphyromonas gingivalis and its proliferative effects on osteoblast as periodontitis remedies: an in vitro study
2020	Meloxicam Inhibit the Growth of Oral Squamous Cell Carcinoma Induced by Benzopyrenes
2019	Density of Streptococcus mutans biofilm protein induced by glucose, lactose, soy protein and iron
2019	Differences Post-extraction Collagen-density of Wistar-rat With Aerobic and Anaerobic Interval-training
2018	Antioxidant effects of graptophyllum pictum leaf extract on malondialdehyde (MDA) levels of mice induced by a toxic dose of paracetamol

2018	Analysis of TP53 mutants due to chromium metal exposure on dental technicians at Surabaya Laboratory
2018	Mangosteen skin (Gracinia mangostana L) as stem cell growth factor

E. PENULISAN BUKU

2024	Buku Ajar Biologi Oral I (<i>Basic Apication</i>)
2023	Buku Ajar BIOLOGI ORAL II <i>Clinical Application</i>
2020	Modul norma adaptasi kebiasaan baru [sumber elektronis]
2020	Mari Cegah Covid-19

F. PEMBICARA/SEMINAR/KULIAH TAMU

2024	6 th RIME 2024 in conjunction with 27 th ISBM National Seminar, Faculty of Medicine Universitas Riau
2023	Seminar Nasional PBBMI XXVI 2023, Malang
2023	Kuliah Pakar Program Studi Terapi Gigi Program Sarjana Terapan, Jurusan Kesehatan Gigi Poltekkes Kemenkes Surabaya
2019	2 nd International Conference on Oral Microbiology and Oral Immunology, Malaysia
2018	The 32 nd IADR SEA Division Annual Scientific Meeting, Da Nang, Vietnam
2017	39 th Asia Pacific Dental Congress, Macau
2016	International seminar The Global Strategy to Combat Emerging Infectious Disease, Surabaya
2015	FDI Annual World Dental Congress, Bangkok, Thailand

G. PENELITIAN 5 TAHUN TERAKHIR

2024	Potensi Nanoemulgel Oregano Sebagai Biomaterial Regenerasi Jaringan Periodontal
2024	Inovasi Teknologi Nanoemulgel Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>) untuk Terapi Periodontitis

2024	Analisis Kadar Protein TNF- α dan BMP-2 dalam Sekretom Sel Punca Gigi Sulung sebagai Terapi Inovasi untuk Penyembuhan Luka Pasca Pencabutan Gigi
2023	Analisis ekspresi IL-6 dan FGF-2 pada terapi Traumatic ulcer menggunakan Nanopartikel ekstrak Qusthul Hindi
2022	Potensi nanoemulgel ekstrak oregano sebagai antiinflamasi dan hambatan destruksi jaringan periodontal
2022	Potensi Terapetik Patch Gingiva Mukoadesif Bahan Herbal Pada Tulang Alveolar dengan Periodontitis
2022	A mucoadhesive gingival patch with Epigallocatechin-3-gallate green tea (<i>Camellia sinensis</i>) as an alternative adjunct therapy for periodontal disease: A narrative review
2022	Potensi Nanopartikel Ekstrak Qusthul Hindi Sebagai Growth Factor Stem Sel Untuk Terapi Periodontitis
2022	<i>Epigallocatechin gallate</i> Mucoadhesive Gingival Patch as Potential Biomaterial to Regulate Macrophage and Lymphocyte Cells in Periodontitis: A Review
2022	Viabilitas Kombinasi Metabolit SHED dan EGCG pada kultur sel sebagai kandidat biomaterial osteogenesis
2021	Potensi Terapetik Patch Gingiva Bahan Herbal pada Tulang Alveolar dengan Periodontitis
2021	Potensi Nanopartikel Liquid Smoke Sekam Padi Sebagai Growth Factor Stem Sel Untuk Terapi Periodontitis
2020	Potensi Nano Partikel Ekstrak Buah Naga Merah untuk Pengelolaan penyakit Periodontal
2020	Potensi Madu Sidr untuk Pengelolaan Kesehatan Jaringan Periodontal
2020	Potensi Liquid Smoke Sekam Padi Sebagai Antibakteri Dan Anti-Inflamasi Terhadap <i>Porphyromonas gingivalis</i>
2019	Potensi terapeutik liquid smoke sekam padi terhadap traumatic ulcer

