

Senyum Sehat,
Hidup Berkualitas!

BIOTEKNOLOGI

DALAM PERAWATAN GIGI DAN MULUT

Sains • Inovasi
• Senyum Sehat

APA ITU BIOTEKNOLOGI ORAL CARE?

Bioteknologi oral care adalah pemanfaatan mikroorganisme, enzim, protein, gen, sel, dan teknologi biologis lainnya untuk mencegah, mendiagnosis, dan mengobati penyakit gigi dan mulut, serta menjaga kesehatan rongga mulut secara optimal.

1 PENDAHULUAN & PREVALENSI PENYAKIT

Karies gigi dan penyakit periodontal masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang signifikan.

KARIES GIGI

>95%

populasi dewasa terasam karies



GINGIVITIS

hingga 90%

populasi mengalami gingivitis (tahap awal penyakit periodontal)



DAMPAK

- Biaya perawatan tinggi
- Noda gigi & bau mulut
- Masalah kosmetik
- Menurunkan kepercayaan diri sosial

2 ETIOLOGI & PATOGENESIS

PENYEBAB UTAMA: PLAK GIGI (BIOFILM)

Biofilm kompleks yang terdiri dari >500 spesies bakteri!



KARIES GIGI

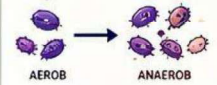
Gula diet difermentasi oleh bakteri asam (mis. *S. mutans*) menjadi asam.



pH turun di permukaan gigi
→ demineralisasi email
→ karies

PENYAKIT PERIODONTAL

Plak di margin gusi matang & berubah dari flora aerob ke anaerob (mis. *P. gingivalis*), memicu respons inflamasi inang.



Respons inflamasi merusak jaringan dan tulang penyangga

3 RUTE PENCEGAHAN & PENGENDALIAN SAAT INI

HIGIENE MEKANIS

Pembersihan plak secara mekanis adalah cara utama:

- Sikat gigi 2x sehari
- Benang gigi
- Pembersih interdental

FLUORIDA

Agen antikaries paling efektif:

- Remineralisasi email
- Menghambat metabolisme bakteri

AGEN ANTIMIKROBA

Bahan kimia seperti klorheksidin (CHX) atau triklosan triklam obat kumur dan pasta gigi membantu mengendalikan gingivitis.

4 SISTEM ENZIM DALAM PERAWATAN MULUT

Produk berbasis enzim (mis. Zendium, Biotene) masih memiliki pangsa pasar kecil, namun penelitiannya terus berkembang!

FUNGSI UTAMA ENZIM

ENZIM PENDISPERSI PLAK
Memecah matriks biofilm (polisakarida) sehingga bakteri lebih mudah terlepas.
Contoh: Dekstranase, Mutanase

ENZIM ANTIBAKTERI
Menghambat pertumbuhan bakteri patogen atau mengganggu metabolismenya.
Contoh: Sistem laktoperoksidase

5 POTENSI MASA DEPAN BIOTEKNOLOGI

Inovasi hari ini, senyum sehat untuk esok!

1

SISTEM ENZIM GENERASI BARU



Rekayasa genetika (enzim rekombinan) meningkatkan:

- ✓ Stabilitas
- ✓ Aktivitas
- ✓ Retensi di mulut

2

VAKSI & IMUNOLOGI



Pengembangan vaksin antikaries dan antibodi topikal untuk menghambat perlekatan bakteri spesifik pada permukaan gigi.

3

TERAPI PENGANTIAN (PROBIOTIK/ (PREBIOTIK)



Mengantian bakteri patogen dengan organisme jinak yang tidak menghasilkan asam atau menggunakan probiotik untuk menekan pertumbuhan patogen.

4

PEPTIDA ANTIMIKROBA



Peptida alami atau sintesis (mis. defensin) yang dapat membunuh bakteri atau mengaktifkan respons imun inang.

5

TEKNOLOGI BERBASIS FAGE



Bakteriophage digunakan antibodi sebagai "agen terapeutik" atau membunuh bakteri mulut obat tepat ke lokasi infeksi.

7 PERAN MIKROORGANISME DALAM KESEHATAN MULUT

MIKROORGANISME BAIK (KOMENSAL)

- Menjaga keseimbangan pH
- Menghambat pertumbuhan patogen (kompetisi nutrisi & ruang)
- Memproduksi zat antimikroba alami (bakteriosin, H_2O_2)
- Melatih sistem imun



MIKROORGANISME PATOGEN (SAAT KESEIMBANGAN TERGANGGU)

- Menghasilkan asam & toksin
- Merusak email, gusi, dan tulang penyangga gigi
- Memulai inflamasi & infeksi



6 MANFAAT BIOTEKNOLOGI DALAM KESEHATAN GIGI DAN MULUT

- Pencegahan penyakit lebih efektif
- Perawatan lebih spesifik & personal
- Mengurangi penggunaan antibiotik kimia
- Mempercepat penyembuhan jaringan
- Meningkatkan kenyamanan dan kepatuhan perawatan
- Mendukung kesehatan mulut jangka panjang

8 KESIMPULAN

Aplikasi praktis bioteknologi dalam diagnosis dan pengobatan penyakit mulut saat ini masih terbatas. Namun, selesainya Proyek Genom Manusia dan kemajuan dalam genomik serta proteomik mikroba akan membuka jalan bagi alat skrining baru dan pendekatan intervensi yang lebih personal, aman, dan efektif di masa depan.

- Pemahaman mekanisme penyakit lebih mendalam
- Diagnostik cepat & akurat
- Terapi inovatif berbasis biologi
- Pendekatan personal sesuai profil individu
- Kualitas hidup meningkat

YUK, JAGA KESEHATAN GIGI & MULUT!

- Sikat gigi 2x sehari dengan pasta gigi berfluorida
- Bersihkan sela gigi setiap hari
- Batasi konsumsi gula
- Rutin periksa ke dokter gigi minimal 6 bulan sekali



BIOTEKNOLOGI KELAS F • KELOMPOK 4



BIOTECHNOLOGY IN ORAL CARE



PRESENTED BY:

- Inge Marlina M (2024210064)
- Intan Aulia (2024210065)
- Intan Putri W (2024210066)
- Irene Kannitha AP (2024210067)
- Jihan Muda T (2024210069)
- Khansa Labibah (2024210072)
- Lidya Pratiwi (2024210075)

Mengapa Oral Disease Masih Menjadi Masalah?

Karies gigi dan penyakit periodontal masih sangat umum di masyarakat. Dampaknya bukan hanya pada kesehatan, tetapi juga kualitas hidup.

DATA PREVALENSI

>95% populasi dewasa di Amerika Serikat mengalami karies gigi.

Biaya perawatan karies di AS mencapai **> \$30 miliar** per tahun.

Lebih banyak anak mengalami karies gigi dibandingkan asma.

Karies gigi masih menjadi penyebab utama kehilangan gigi.

Hingga **90%** orang Amerika pernah mengalami gingivitis.

35% populasi dewasa >30 tahun mengalami periodontitis.

KARIES GIGI



Lesi karies: mulai dari demineralisasi hingga kavitas.

PENYAKIT PERIODONTAL



Gingivitis
(radang gusi)

Periodontitis awal
(kedalaman kantong ↑)

Periodontitis lanjut
(kehilangan tulang)

Plak dental
menumpuk

Respon inflamasi
jaringan host

Kerusakan jaringan
& kehilangan gigi

DAMPAK PENYAKIT ORAL



Kesehatan terganggu

Nyeri, infeksi, kehilangan gigi, dan risiko penyakit sistemik (mis. diabetes, penyakit kardiovaskular).



Kualitas hidup menurun

Sulit makan, berbicara, tidur; menurunkan kepercayaan diri dan interaksi sosial.



Beban ekonomi tinggi

Biaya perawatan besar, absensi kerja/sekolah, produktivitas menurun.



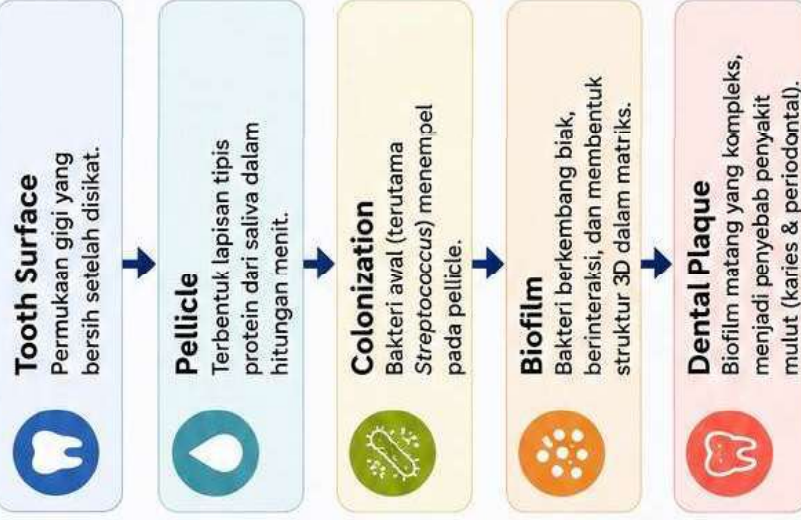
HUBUNGAN DENGAN FARMASI

- Prevalensi yang tinggi menjadi dasar kebutuhan akan **terapi** dan **produk oral care** yang lebih efektif.
- Mendorong inovasi farmasi dalam pengembangan bahan aktif, sistem penghantaran, diagnostik, dan produk preventif.

Dental Plaque sebagai Target Utama Terapi

Dental plaque adalah biofilm yang terbentuk secara bertahap di permukaan gigi dan menjadi penyebab utama karies gigi dan penyakit periodontal.

FLOWCHART PEMBENTUKAN PLAK



APA ITU DENTAL PLAQUE?



CIRI BIOFILM PLAK



HUBUNGAN DENGAN FARMASI

Biofilm membuat obat sulit bekerja.



- ✓ Matriks plak membatasi penetrasi obat.
- ✓ Bakteri dalam biofilm lebih resisten terhadap antibiotik dan antiseptik.
- ✓ Mikro lingkungan plak (asam, rendah oksigen) menurunkan efektivitas obat.



Oleh karena itu, biofilm/plak menjadi **TARGET UTAMA** berbagai **teknologi bioteknologi** di bidang oral care.



DIAGNOSIS BERBASIS BIOTEKNOLOGI

Menggunakan teknologi modern untuk diagnosis yang lebih akurat, cepat, dan spesifik.

➤ DIAGNOSIS KONVENSIONAL VS BIOTEKNOLOGI

ASPEK	KONVENSIONAL	BIOTEKNOLOGI
 Metode Utama	Pemeriksaan klinis, probing, radiografi	PCR, Probe DNA, Antibodi Monoklonal
 Target Deteksi	Tanda klinis dan kerusakan jaringan	Mikroorganisme spesifik penyebab penyakit
 Sensitivitas	Rendah (Deteksi Tahap Lanjut)	Sangat Tinggi (Deteksi Dini)
 Fokus	Kondisi penyakit yang sudah terjadi	Penyebab penyakit biologis



➤ KETERBATASAN PEMERIKSAAN TRADISIONAL

Pemeriksaan tradisional masih banyak digunakan dalam diagnosis penyakit gigi dan mulut. Namun, metode ini umumnya baru mendeteksi penyakit setelah muncul perubahan klinis atau kerusakan jaringan yang dapat diamati. Akibatnya, deteksi dini terhadap perkembangan penyakit menjadi lebih terbatas.



TEKNOLOGI DIAGNOSIS MODERN

1. PCR (Polymerase Chain Reaction) digunakan untuk mendeteksi materi genetik mikroorganisme dengan sensitivitas yang tinggi.
2. DNA Probe memungkinkan identifikasi bakteri tertentu melalui pengenalan urutan DNA yang spesifik.
3. Antibodi Monoklonal dapat mengenali antigen tertentu sehingga membantu identifikasi mikroorganisme secara lebih akurat.



MANFAAT YANG DIPEROLEH

1. Penetrasi mikroorganisme penyebab penyakit dengan lebih akurat.
2. Membantu mendeteksi penyakit pada tahap yang lebih awal.
3. Memberikan informasi yang lebih spesifik dibandingkan pemeriksaan konvensional.



POTENSI PENGEMBANGAN

1. Penanda genetik berporensi digunakan untuk mengetahui risiko seseorang mengalami karies atau penyakit periodontal.
2. Proteomic marker dapat membantu melihat perubahan biologis yang terjadi selama proses penyakit.



HUBUNGAN DENGAN FARMASI

1. Diagnosis yang lebih akurat membantu pemilihan terapi yang lebih tepat.
2. Informasi biologi yang lebih lengkap memungkinkan penyesuaian terapi sesuai kondisi masing-masing pasien.
3. Hal ini mendukung penerapan pengobatan yang dipersonalisasi agar hasil pengobatan lebih efektif.



"Setelah penyakit dapat diidentifikasi lebih dini, langkah berikutnya adalah bagaimana mencegah kerusakan gigi."



FLUORIDE AND THE PREVENTION OF DENTAL CARIES



Cara Kerja Fluoride dalam Mencegah Karies Gigi

1 CARA KERJA FLUORIDE



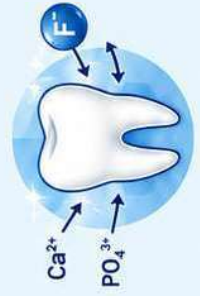
- Fluoride bekerja terutama pada struktur gigi dan plak gigi.
- Efektif ketika kadar fluoride rendah namun konstan di plak gigi dalam jangka waktu lama (± 12 jam).
- Meningkatkan ketahanan gigi terhadap serangan asam dan menurunkan risiko karies secara signifikan.

2 MENGURANGI DEMINERALISASI



- Fluoride mengurangi larutnya mineral dari enamel akibat asam yang dihasilkan bakteri dalam plak.
- Membentuk lapisan seperti "pelindung" di permukaan gigi dan mengurangi porositas enamel.
- Membantu mempertahankan mineral kalsium (Ca^{2+}) dan fosfat (PO_4^{3-}) di dalam struktur gigi.

3 MENINGKATKAN REMINERALISASI



- Fluoride mempercepat pengembalian mineral (kalsium dan fosfat) ke dalam enamel yang mulai rusak (lesi awal karies).
- Membentuk fluorapatite, yaitu kristal enamel yang lebih stabil dan tahan terhadap asam.
- Dapat menghentikan dan bahkan mengembalikan lesi karies pada tahap sangat awal.

4 EFEK TERHADAP METABOLISME BAKTERI



- Memodulasi toleransi asam plak dengan menghambat ATPase.
- Mengurangi produksi asam dengan menghambat enolase.
- Mempengaruhi transport membran glukosa.
- Mengurangi sintesis glikan oleh Gtf (glucosyltransferase), meskipun tidak selalu menurunkan aktivitas enzim tersebut.

5 HUBUNGAN FARMASI: CONTOH AGEN AKTIF YANG TERBUKTI SECARA KLINIS



Fluoride dalam air minum
(0,1–1 ppm F^-)
Terbukti menurunkan insidensi karies pada seluruh populasi.



Fluoride toothpaste
(1000–1500 ppm F^-)
Penggunaan 2 kali sehari adalah faktor utama penurunan karies selama beberapa dekade terakhir.



Fluoride mouthrinse
(200–500 ppm F^-)
Memberikan paparan fluoride topikal tambahan untuk perlindungan karies.



Fluoride delivery device
(slow-release system)
Perangkat kecil yang melekat pada gigi dan melepaskan fluoride secara konstan dan lambat. Efektif secara klinis.

DEMINERALISASI

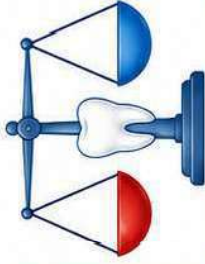


Plak gigi

Asam menurunkan pH
pH turun di bawah kritis ($\approx 5,5$) sehingga menyebabkan lingkungan asam.



Mineral larut keluar
Ion Ca^{2+} dan PO_4^{3-} keluar dari enamel ke dalam plak/saliva.
Terjadi demineralisasi.



KARIES TERJADI JIKA
DEMINERALISASI > REMINERALISASI



Fluoride hadir
Fluoride dari pasta gigi, obat kumur, air minum, atau perangkat pelepas fluoride hadir di plak.



Mineral kembali
Ion Ca^{2+} dan PO_4^{3-} kembali ke enamel dengan bantuan fluoride.



Enamel lebih kuat
Terbentuk fluorapatite yang lebih stabil dan tahan terhadap asam.

HASIL AKHIR

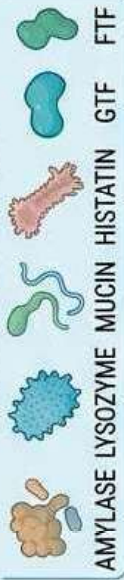


Keseimbangan demineralisasi dan remineralisasi yang dipertahankan oleh fluoride menjaga gigi tetap sehat dan bebas karies.

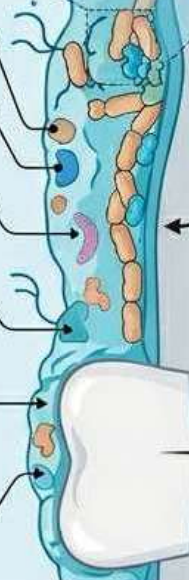
Fluoride adalah satu-satunya agen anticaries dengan bukti klinis kuat yang direkomendasikan untuk penggunaan rutin dalam kebersihan mulut.

DENTAL PLAQUE DENGGE PELIKEL

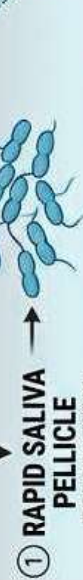
SALIVARY COMPONENTS



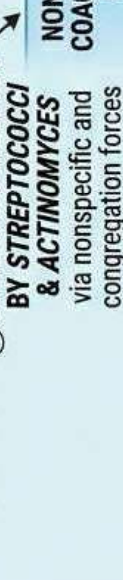
AMYLAZE
LYSOZYME
MUCIN
HISTATIN
GTF
FTF



1 RAPID SALIVA
PELLICLE
FORMATION



2 EARLY COLONIZATION
BY STREPTOCOCCI
& ACTINOMYCES



via nonspecific and
congregation forces

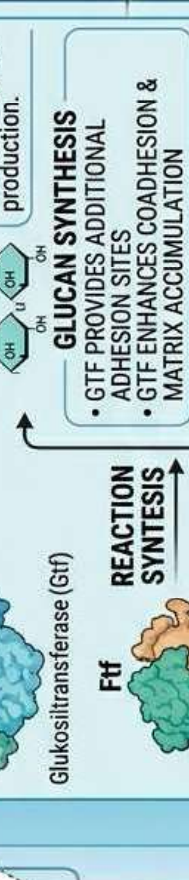
NONSPECIFIC &
COAGGREGATION
FORCES

DENTAL PLAQUE FORMATION & BIOTECHNOLOGY

BIOMOLECULE & PROTEIN SYNTHESIS



GTF & FTF ROLE ON PELLICLE



GLUCAN SYNTHESIS
• GTF PROVIDES ADDITIONAL
ADHESION SITES
• GTF ENHANCES COADHESION &
MATRIX ACCUMULATION

FRUCTAN SYNTHESIS
[cite: 71]



SUCROSE
INTAKE
BACTERIAL
BINDING

SUCROSA
MAKANAN

PLAQUE
MATRIX

Initial *S. mutans*
adherence and
glucan
formation are
influenced by Gtf
production.

MATRIX
DEGRADATION

DEXTRANASE
Degrades
α-1,6 linkage

MUTANASE
Degrades
α-1,3 linkage

AMYLASE
Degrades
α-1,4 linkage

CLINICAL ISSUES: Specificity, retention,
and resistance.

PHARMACEUTICAL RELATIONSHIP: BIOMOLECULES & PROTEINS AS THERAPEUTIC AGENTS

PLAQUE DISPERSION APPROACH

- 1 IDENTIFY
POTENTIAL
ENZYME
- 2 DESIGN
FORMULATION
- 3 CLINICAL
TRIALS &
VALIDATION

• Challenge: Efficacy

ANTIBACTERIAL BIOMOLECULE APPROACH

- 1 UTILIZE
NATURAL
MECHANISMS
- 2 COMMERCIALIZE
NICHES
PRODUCTS
- 3 CLINICAL
VALIDATION

• Challenge:
Doubts

FUTURE ENZYME SYSTEMS & DRUG DELIVERY

01.

Tantangan:

- Instabilitas enzim
- Retensi rendah pada rongga mulut
- Saliva clearance (enzim cepat hilang oleh aliran saliva)

02.

Solusi:

- Recombinant Enzyme

Produksi enzim yang lebih stabil, spesifik, dan efisien.

- Krill-Derived Enzyme

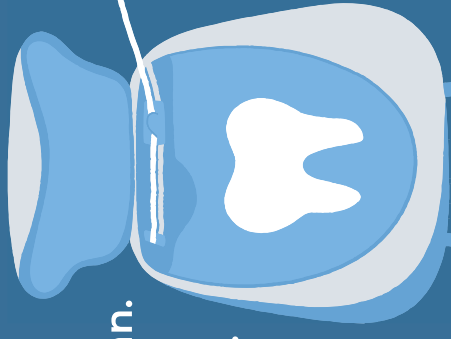
Sumber enzim baru dengan aktivitas biologis yang menjanjikan.

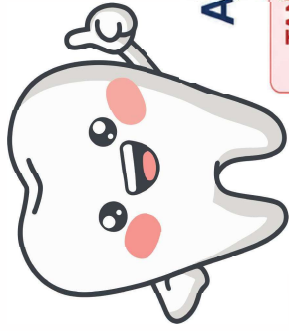
- Microcapsule Technology

Melindungi enzim dari degradasi dan meningkatkan stabilitas.

- Controlled Release System

Melepaskan enzim secara bertahap untuk memperpanjang efek terapeutik.





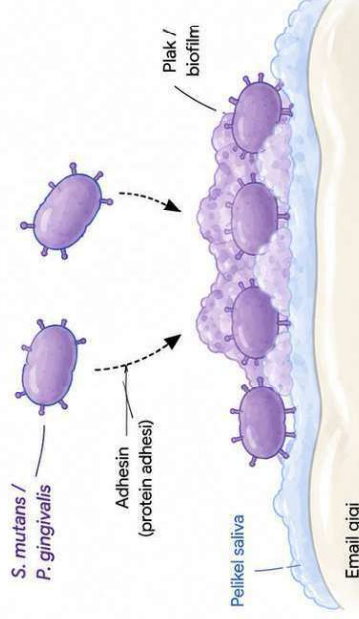
VAKSIN DAN ANTIBODI



ANTIBODI MENGHAMBAT ADHESI BAKTERI

TANPA ANTIBODI

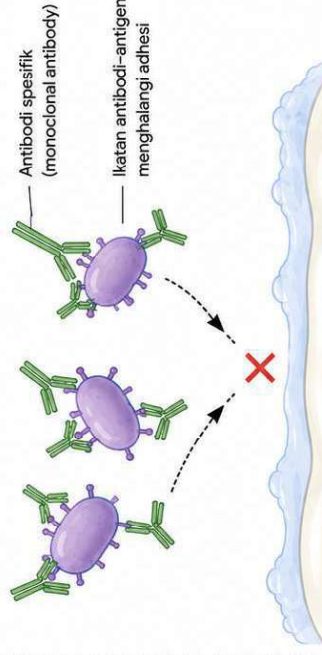
Bakteri menempel pada permukaan gigi dan membentuk plak/biofilm



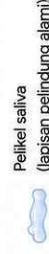
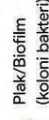
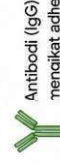
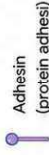
Kolonisasi meningkat → Produksi asam & toksin ↑
→ Karies / Periodontitis

DENGAN ANTIBODI

Antibodi berikatan dengan bakteri/adhesin sehingga menghambat adhesi



Adhesi terhambat → Kolonisasi berkurang
→ Kesehatan rongga mulut terjaga



Bakteri patogen
(*S. mutans* / *P. gingivalis*)

Adhesin
(protein adhesi)

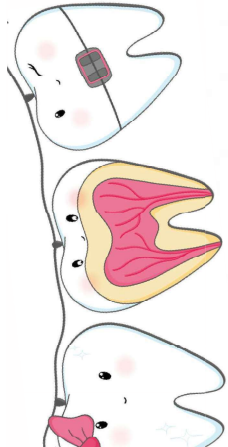
Antibodi (IgG)
mengikat adhesin/antigen

Plak/Biofilm
(koloni bakteri)

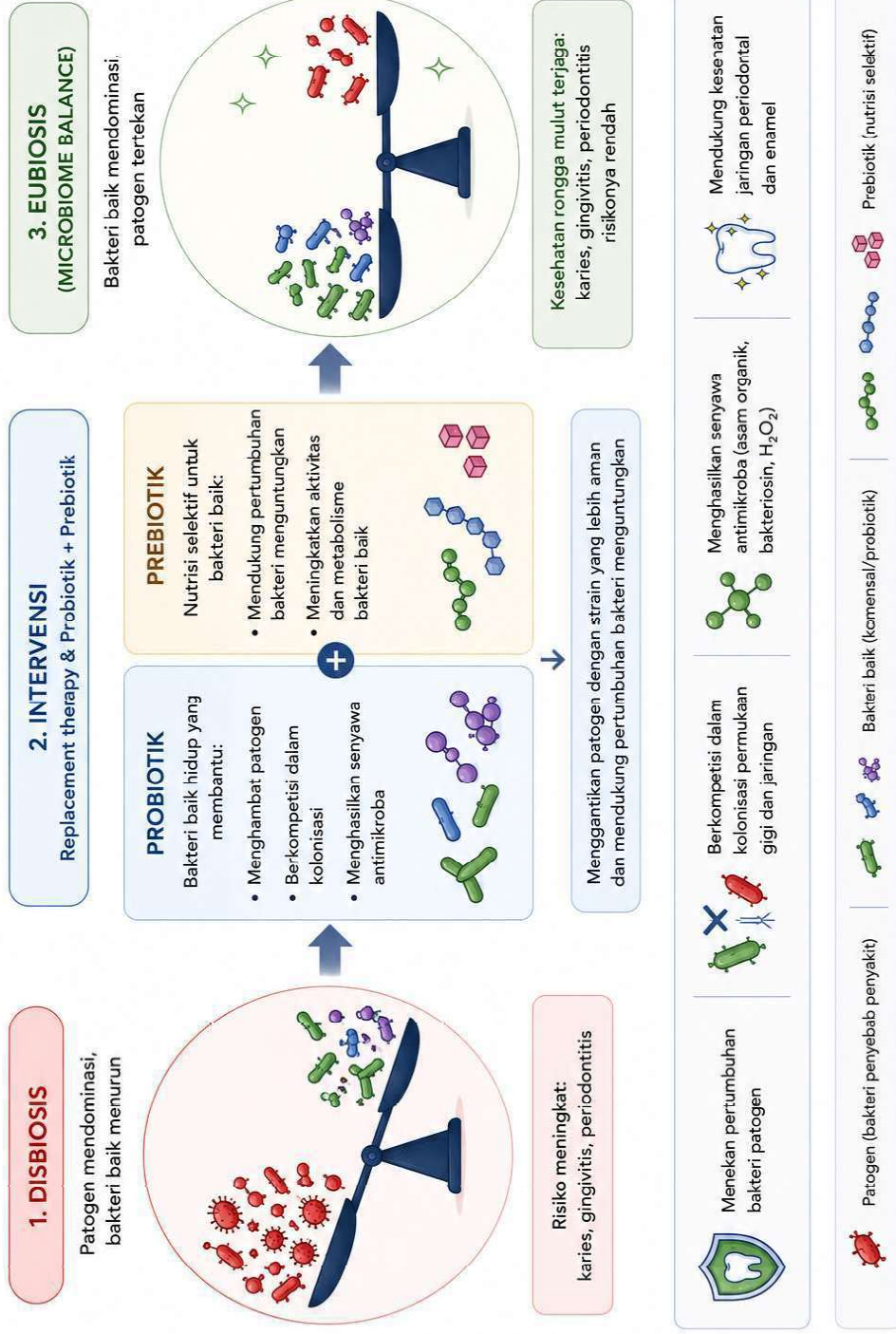
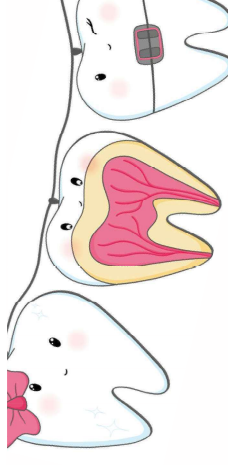
Pelikel saliva
(lapisan pelindung alami)



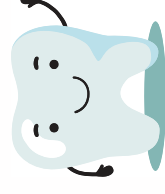
- *Passive immunization*: pemberian antibodi siap pakai untuk perlindungan langsung bakteri penyebab penyakit rongga mulut.
- *Monoclonal antibody*: antibodi spesifik untuk mengenali antigen tertentu bakteri patogen.
- Target utama: *Streptococcus mutans* → penyebab karies gigi; *Porphyromonas gingivalis* → berperan dalam periodontitis.
- Vaksin dan antibodi bekerja dengan menghambat kolonisasi bakteri, adhesi pada permukaan gigi atau menetralkan faktor virulensinya.
- Hubungan farmasi: termasuk pengembangan biologics dan imunoterapi sebagai pendekatan terapi yang lebih spesifik dibandingkan antimikroba konvensional.



REPLACEMENT THERAPY DAN PROBIOTIK



- *Replacement therapy* mengganti bakteri patogen dengan *strain* lebih aman, tidak menyebabkan penyakit.
- Probiotik menekan pertumbuhan patogen, berkompetisi dalam kolonisasi dan menjaga keseimbangan mikrobiota oral.
- Prebiotik sebagai sumber nutrisi bakteri menguntungkan sehingga mendukung aktivitas.
- Hubungan farmasi? Pendekatan tersebut berkembang menjadi *microbiome - based therapy*, yang memodulasi mikrobiota untuk menjaga kesehatan dan mencegah penyakit rongga mulut.



FUTURE BIOTECHNOLOGY IN ORAL CARE

Future Directions in Oral Health Treatment

1 GENOMICS



- Analisis gen & mikrobioma oral
- Prediksi risiko penyakit
- Identifikasi biomarker & target terapi
- Terapi lebih tepat & efektif

2 ANTIMICROBIAL PEPTIDES (AMPs)



- Alternatif antibiotik berbasis peptida
- Target spesifik pada bakteri patogen
- Mengurangi resistensi antibiotik
- Efek samping lebih rendah

3 PHAGE THERAPY



- Virus (bakteriofag) yang menyerang bakteri patogen tertentu
- Presi tinggi terhadap bakteri target
- Menjaga keseimbangan mikrobiota oral
- Potensi mengatasi resistensi antibiotik

4 PROTEOMICS



- Analisis protein saliva sebagai biomarker
- Deteksi dini penyakit oral
- Monitoring respons terapi
- Pemahaman mekanisme penyakit pada level molekuler

5 PERSONALIZED MEDICINE

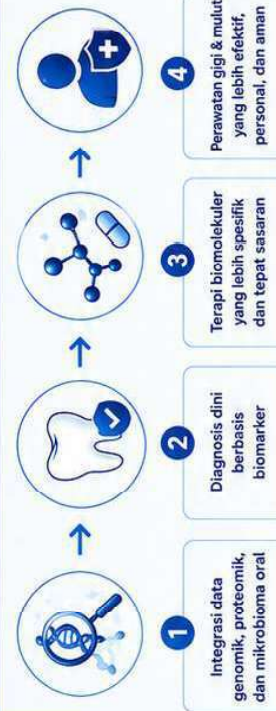


- Terapi berdasarkan profil biologis & genetik pasien
- Precision medicine untuk hasil terapi optimal
- Pendekatan individual sesuai kebutuhan pasien
- Meningkatkan efektivitas & kepatuhan terapi

TEKNOLOGI YANG MASIH BERKEMBANG

- Pemanfaatan bioteknologi untuk memahami penyakit oral pada tingkat molekuler semakin maju.
- Pengembangan agen biologis baru seperti peptida antimikroba, bakteriofag, dan protein terapeutik terus diteliti.
- Inovasi dalam analisis genomik dan proteomik membuka peluang terapi yang lebih akurat & personal.

ARAH RISET ORAL CARE MASA DEPAN



HUBUNGAN DENGAN FARMASI

- Precision Medicine:** terapi disesuaikan dengan karakteristik biologis pasien
- Terapi Biomolekuler:** pemanfaatan peptida, protein, dan agen biologis lainnya
- Targeted Drug Delivery:** penghantaran obat lebih tepat sasaran ke jaringan target
- Pengembangan Obat Baru:** peluang inovasi agen biologis untuk kesehatan oral

TUJUAN AKHIR



KESEHATAN MULUT YANG OPTIMAL & BERKELANJUTAN

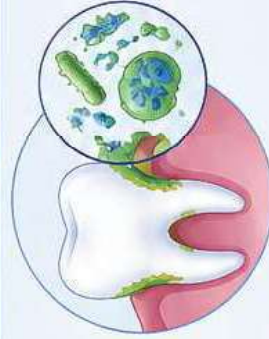


KESIMPULAN

Biotechnology Applications in Oral Care

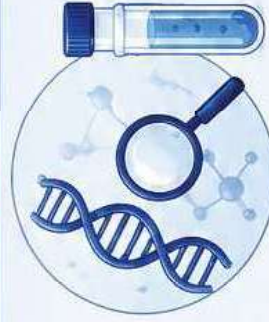


1 PLAK SEBAGAI TARGET UTAMA



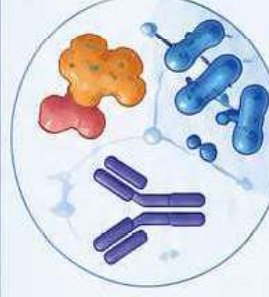
- Plak gigi merupakan faktor utama penyebab penyakit oral.
- Menjadi target utama dalam pencegahan dan terapi penyakit oral.

2 BIOTEKNOLOGI UNTUK DIAGNOSIS



- Genomik, proteomik, dan teknologi biomarker saliva.
- Membantu diagnosis penyakit oral lebih dini.
- Meningkatkan akurasi dan efektivitas deteksi.

3 AGEN BIOLOGIS MENJANJIKAN



- Enzim membantu menghambat pembentukan plak dan patogen.
- Antibodi menargetkan patogen secara spesifik.
- Probiotik mendukung keseimbangan mikrobiota oral dan kesehatan mulut.

4 MASA DEPAN TERAPI ORAL CARE



- Terapi berkembang menuju pendekatan yang lebih spesifik dan tepat sasaran.
- Disesuaikan dengan profil biologis dan kebutuhan individu.
- Hasil terapi lebih efektif, aman, dan berkelanjutan.

RINGKASAN PERKEMBANGAN BIOTEKNOLOGI DALAM ORAL CARE



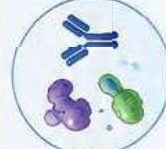
PLAK ORAL

Merupakan penyebab utama penyakit oral.



DIAGNOSIS BERBASIS BIOMARKER

Deteksi dini lebih akurat dan efektif.



TERAPI BIOLOGIS (ENZIM, ANTIBODI, PROBIOTIK)

Mengendalikan patogen dan menjaga keseimbangan mikrobiota oral.



PRECISION & PERSONALIZED ORAL CARE

Terapi lebih spesifik, personal, dan berkelanjutan.

BIOTEKNOLOGI KELAS F

KELOMPOK 4

THANK YOU

— ANY QUESTIONS? —

