

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian

Karies gigi merupakan penyakit jaringan keras gigi yang sering terjadi pada anak usia sekolah dan disebabkan oleh proses demineralisasi akibat aktivitas bakteri dalam plak. Proses ini terjadi secara bertahap hingga menyebabkan kerusakan enamel dan dentin. “Karies gigi merupakan proses kerusakan jaringan keras gigi yang dimulai dari demineralisasi enamel akibat aktivitas bakteri plak” (Lestari & Farhan, 2024).

Menurut World Health Organization (2022), karies gigi adalah salah satu penyakit tidak menular yang paling umum terjadi di seluruh dunia dan menjadi masalah kesehatan masyarakat yang signifikan, terutama pada anak-anak. Karies dapat memengaruhi kualitas hidup, termasuk fungsi makan, bicara, serta kepercayaan diri individu. Secara etiologi, karies terjadi akibat interaksi tiga faktor utama, yaitu host (struktur gigi dan saliva), mikroorganisme (bakteri kariogenik), substrat (karbohidrat fermentabel), dan waktu.

Tanda awal dari karies gigi adalah adanya white spot pada permukaan gigi. Hal ini menunjukkan daerah tersebut telah mengalami demineralisasi email. Jika demineralisasi berlanjut, maka white spot tadi akan berubah warna menjadi kecoklatan dan gigi akan mulai berlubang. Sebuah brown spot merupakan tanda karies gigi aktif dan selanjutnya terjadi kerusakan pada email atau dentin. Jika karies sudah hampir mencapai saraf gigi, maka akan menimbulkan rasa sakit. Rasa sakit akan bertambah parah jika terkena panas, dingin atau makanan dan minuman manis (Sri et al., 2016). Selain rasa sakit, karies gigi juga dapat menimbulkan bau mulut yang tidak sedap.

Pada anak usia 7 tahun, risiko karies meningkat karena berada pada fase gigi campuran (*mixed dentition*), yaitu masa peralihan dari gigi sulung ke gigi permanen. Pada fase ini, gigi permanen yang baru erupsi memiliki struktur enamel yang belum matang sehingga lebih rentan terhadap proses demineralisasi (Kemenkes RI, 2021).

Fluor topikal adalah suatu metode pencegahan karies dengan cara mengaplikasikan fluor secara langsung ke permukaan gigi dalam bentuk sediaan seperti gel, varnish, foam, atau larutan. Fluor topikal bekerja secara lokal pada permukaan gigi untuk meningkatkan ketahanan enamel terhadap asam dan mempercepat proses remineralisasi (Marinho et al., 2021).

Fluor topikal memiliki beberapa mekanisme kerja utama, yaitu:

1. Menghambat aktivitas metabolisme bakteri kariogenik
2. Menurunkan produksi asam dalam plak
3. Meningkatkan pembentukan fluorapatit yang lebih tahan terhadap asam
4. Mempercepat proses remineralisasi pada lesi awal karies

Selain itu, fluor topikal juga berfungsi sebagai agen protektif yang mampu membentuk lapisan pelindung pada permukaan gigi sehingga mengurangi risiko terjadinya kerusakan lebih lanjut (Gao et al., 2022).

Dalam praktik klinis, pengolesan fluor topikal merupakan salah satu tindakan preventif yang banyak digunakan karena prosedurnya sederhana, tidak invasif, aman, serta efektif dalam menurunkan prevalensi karies pada anak. Aplikasi ini biasanya dilakukan secara berkala sesuai dengan tingkat risiko karies individu.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa karies gigi adalah penyakit yang dapat dicegah melalui pendekatan preventif, salah satunya dengan penggunaan fluor topikal. Oleh karena itu, pemahaman mengenai definisi dan konsep dasar karies serta peran fluor sangat penting dalam upaya meningkatkan kesehatan gigi dan mulut, khususnya pada anak usia sekolah.

B. Patofisiologi

Patofisiologi karies gigi dimulai dari interaksi antara bakteri plak, substrat makanan terutama karbohidrat, serta permukaan gigi yang rentan. Bakteri akan memetabolisme gula menjadi asam yang menurunkan pH plak sehingga terjadi demineralisasi enamel. Menurut Willianti dkk. (2024), “karies terjadi akibat aktivitas bakteri plak yang memfermentasi karbohidrat sehingga menghasilkan asam yang merusak enamel gigi” (Willianti et al., 2024).

Penurunan pH yang berulang serta paparan gula yang sering memicu proses demineralisasi berulang kali sehingga mineral seperti kalsium dan fosfat larut dari struktur enamel (Lopez et al., 2023). Pada kondisi awal, demineralisasi subpermukaan dapat terlihat sebagai white spot lesion, yang merupakan tanda awal perubahan struktur enamel namun masih belum berupa kavitas nyata (Garcia & Hernandez, 2022).

Proses demineralisasi yang terus menurun dan tidak seimbang dengan proses remineralisasi menyebabkan progresivitas lesi. Pada fase ini, saliva berperan penting dalam memfasilitasi remineralisasi karena mengandung ion kalsium dan fosfat yang dapat bereaksi kembali dengan enamel yang rusak (Lee et al., 2024). Namun, ketika frekuensi asupan karbohidrat tinggi mengungguli kemampuan saliva untuk menetralkan asam, pH tetap rendah sehingga proses demineralisasi berlangsung dominan dibandingkan proses remineralisasi (Patel et al., 2023).

Saliva memiliki fungsi buffer yang sangat penting karena mampu menstabilkan pH rongga mulut setelah paparan asam; selain itu, saliva juga berperan dalam mengangkut ion mineral yang esensial untuk memperbaiki kerusakan awal enamel. Namun, individu dengan gangguan produksi saliva (*hyposalivation*) menunjukkan progresi karies yang lebih cepat karena tidak ada cukup ion untuk mendukung remineralisasi dan mengurangi kejadian demineralisasi (Xu & Chu, 2023). Oleh karena itu, kondisi fisiologis saliva menjadi salah satu determinan penting dalam patofisiologi karies.

Dalam konteks mikrobiologi karies, konsep *ecological plaque shift* menjelaskan bahwa bukan hanya kehadiran bakteri tertentu yang menyebabkan karies, tetapi juga perubahan keseimbangan komunitas bakteri akibat perubahan lingkungan mulut. Lingkungan plak yang rendah pH akan memilih dominasi bakteri aciduric yang terus memproduksi asam, sehingga secara ekologi biofilm menjadi semakin cariogenik (Thompson et al., 2022).

Progresi lesi dari enamel ke dentin terjadi ketika demineralisasi menembus lapisan tipis enamel dan mencapai dentin yang memiliki tingkat mineralisasi lebih rendah serta struktur tubulus yang mempermudah penetrasi bakteri. Dentin yang terserang menunjukkan peningkatan porositas dan kerusakan struktural yang lebih cepat dibanding enamel, sehingga kerusakan gigi semakin meluas (Martinez &

Silva, 2024). Pada tahap ini, aktivitas bakteri dan enzim proteolitik berkontribusi dalam degradasi matriks organik dentin yang kemudian menyebabkan rasa nyeri dan sensitivitas pada pasien.

Selain faktor mikrobiologis dan fisiokimia, faktor host seperti anatomi gigi, komposisi dan kuantitas saliva, serta respons imun juga mempengaruhi jalannya proses patofisiologis karies.

Enamel yang memiliki defek struktural, misalnya karena hipomineralisasi atau kelainan genetik, akan lebih rentan terhadap demineralisasi dibandingkan enamel yang sehat (Anderson & Wilson, 2023). Selain itu, faktor genetik yang memengaruhi protein saliva dan kemampuan host dalam mempertahankan keseimbangan mikrobiota juga menjadi faktor predisposisi karies.

Peran fluoride dalam proses ini sangat penting karena ion fluor dapat terintegrasi ke dalam struktur mineral enamel untuk membentuk fluorapatit, suatu bentuk mineral yang lebih stabil dan kurang larut terhadap serangan asam dibandingkan hidroksiapatit semula (Kumar et al., 2024). Fluoride juga memiliki kemampuan untuk menurunkan laju metabolisme bakteri kariogenik dan menghambat enzim-enzim penting dalam jalur fermentasi bakteri, sehingga produksi asam dapat ditekan (Nguyen et al., 2023). Karena pengaruh ini, penggunaan fluor topikal menjadi salah satu intervensi utama dalam pencegahan progresivitas karies.

Fenomena *demineralisasi–remineralisasi* ini merupakan proses yang dinamis dan berlangsung terus-menerus, tetapi melalui pengendalian faktor risiko seperti pengurangan konsumsi gula, peningkatan kebersihan mulut, dan penggunaan fluor topikal, proses karies dapat diperlambat bahkan dihentikan sebelum mencapai tahap kavitas yang tidak reversibel (O'Connor & Freitas, 2023).

Selain itu fluor juga dapat menghambat metabolisme bakteri kariogenik sehingga produksi asam berkurang. Dengan demikian, aplikasi fluor topikal mampu mengurangi perkembangan karies pada anak yang memiliki risiko tinggi.

C. Faktor Resiko dan Penyebab Terjadinya Karies

Terjadinya karies gigi sangat dipengaruhi oleh interaksi antara komunitas bakteri dalam plak, pola konsumsi karbohidrat, serta efektivitas paparan fluoride dalam mendukung remineralisasi enamel (Kumar et al 2024).

Faktor-faktor utamanya meliputi:

1. Faktor Mikroorganisme

Faktor mikrobiologi merupakan faktor utama dalam etiologi karies gigi. Biofilm dental atau plak gigi yang terakumulasi pada permukaan gigi menampung komunitas bakteri yang bersifat kariogenik. *Streptococcus mutans* dan *Lactobacillus* merupakan dua jenis bakteri yang paling sering dikaitkan dengan perkembangan karies karena kemampuannya memfermentasi karbohidrat menjadi asam dan mempertahankan lingkungan asam dalam plak

2. Faktor Diet dan Asupan Gula

Salah satu determinan terkuat dalam kejadian karies adalah frekuensi dan durasi paparan terhadap karbohidrat fermentabel, terutama sukrosa. Diet tinggi gula yang dikonsumsi secara sering menyebabkan pH plak turun berulang kali ke tingkat asam sehingga enamel menjadi lebih sering mengalami demineralisasi daripada remineralisasi. Konsumsi minuman manis, camilan bergula, atau makanan lengket yang tinggal di permukaan gigi juga secara signifikan meningkatkan risiko karies.

3. Kebersihan Gigi dan Mulut yang Kurang Baik

Perilaku kebersihan mulut yang kurang baik, seperti jarang menyikat gigi, tidak menggunakan pasta gigi berfluor, atau teknik menyikat yang tidak benar merupakan faktor risiko penting untuk karies. Plak yang tidak terkontrol akan meningkatkan retensi bakteri kariogenik sehingga mempercepat proses demineralisasi. Kebiasaan menyikat gigi dua kali sehari dengan flossing terbatas secara konsisten terbukti dapat menurunkan kejadian karies.

4. Faktor Perilaku dan Sosial Ekonomi

Tingkat pendidikan orang tua, status ekonomi, akses ke fasilitas kesehatan, serta kebiasaan kesehatan keluarga merupakan faktor risiko yang terbukti

mempengaruhi kejadian karies pada anak. Keluarga dengan literasi kesehatan yang rendah cenderung tidak menerapkan praktik pencegahan yang baik seperti penggunaan fluor topikal, kunjungan ke dokter gigi, atau konsumsi diet sehat.

5. Faktor Lingkungan dan Paparan Fluoride

Paparan fluoride dari air minum, pasta gigi, atau aplikasi topikal lama-lama memberikan efek protektif terhadap enamel. Namun, kurangnya paparan fluor, baik karena akses yang terbatas atau pemakaian pasta gigi yang tidak tepat, dikaitkan dengan tingginya risiko karies. Penelitian mengevaluasi hubungan antara paparan fluor topikal rutin dan kejadian karies menunjukkan bahwa populasi yang rutin mendapat paparan fluor memiliki prevalensi karies yang lebih rendah dibandingkan yang tidak.

Pemberian fluoride secara topikal terbukti efektif dalam menurunkan kejadian karies pada anak melalui mekanisme remineralisasi dan penghambatan aktivitas bakteri kariogenik.” (Kumar et al., 2024).

D. Gejala dan Manifestasi Klinis

Karies gigi pada tahap awal biasanya tidak menimbulkan keluhan yang jelas sehingga sering tidak disadari oleh pasien. Lesi awal dapat terlihat sebagai bercak putih pada permukaan enamel yang menandakan terjadinya demineralisasi “Lesi karies awal sering muncul sebagai white spot lesion yang menandakan terjadinya demineralisasi enamel” (Aldina, 2024).

Pada tahap ini, intervensi seperti penggunaan fluor topikal atau kontrol diet karbohidrat fermentabel dapat menghentikan atau membalikkan lesi melalui proses remineralisasi. Jika demineralisasi berlanjut tanpa intervensi, enamel akan mengalami kerusakan nyata dan terbentuk kavitas. Kavitas ini terlihat sebagai lubang atau cekungan pada permukaan gigi dan dapat memiliki warna cokelat atau hitam akibat akumulasi pigmen makanan dan bakteri (Lopez et al., 2023).

Manifestasi klinis pada tahap ini meliputi:

1. Sensitivitas terhadap rangsangan panas, dingin, atau manis
2. Nyeri spontan bila kavitas mencapai dentin atau dekat pulpa
3. Adanya bau mulut akibat akumulasi bakteri dan sisa makanan

Jika karies tidak ditangani, kerusakan akan menyebar ke dentin, yang lebih lunak dibanding enamel. Dentin memiliki tubulus yang memungkinkan penetrasi bakteri ke arah pulpa, sehingga menimbulkan peradangan pulpa (pulpitis).

Gejala pulpitis meliputi:

1. Nyeri tajam, terkadang spontan
2. Sensitivitas yang meningkat terhadap rangsangan panas dan dingin
3. Nyeri yang dapat menjalar ke wajah atau kepala
4. Pada pulpitis lanjut, nyeri sering tidak hilang meskipun rangsangan dihilangkan (Martinez & Silva, 2024)

Pada kasus karies yang berat atau tidak ditangani, infeksi dapat menyebar ke jaringan periodontal atau tulang alveolar, menimbulkan abses, bengkak wajah, dan demam. Infeksi kronik juga dapat berdampak pada kualitas hidup anak, menyebabkan kesulitan makan, gangguan tidur, dan penurunan konsentrasi di sekolah (Huang et al., 2022)

E. Diagnosis

Diagnosis ditegakkan berdasarkan anamnesisi dan pemeriksaan klinis oleh tenaga kesehatan gigi dengan menggunakan alat diagnostik seperti kaca mulut, sonde, pinset, ekskavator dan pencahaya yang cukup. Pemeriksaan bertujuan untuk melihat adanya perubahan warna, tekstur, atau kavitas pada permukaan gigi.

Diagnosis karies dilakukan melalui pemeriksaan klinis untuk mendeteksi perubahan struktur enamel serta adanya lesi karies” (Aldina, 2024).

F. Penatalaksanaan atau Pengelolaan

Penatalaksanaan karies dapat dilakukan melalui pendekatan preventif, promotif, maupun kuratif. Pada tahap awal, tindakan pencegahan seperti edukasi kebersihan gigi, kontrol diet, serta aplikasi fluor sangat dianjurkan. “Salah satu tindakan preventif yang dapat mengurangi prevalensi karies pada anak adalah aplikasi topical fluoride” (Ardinansyah et al., 2024). Aplikasi fluor topikal dilakukan dengan cara mengoleskan bahan fluor pada permukaan gigi sehingga dapat memperkuat enamel dan mencegah proses demineralisasi.

Mekanisme Kerja Fluoride. Fluoride memiliki beberapa mekanisme protektif terhadap karies:

1. Remineralisasi Enamel

Fluoride membantu deposit kalsium dan fosfat kembali ke enamel yang terdemineralisasi, membentuk fluorapatit, yang lebih tahan terhadap serangan asam daripada hidroksiapatit alami.

2. Penguatan Struktur Gigi

Fluoride membuat enamel lebih padat dan keras, mengurangi penetrasi asam ke dentin dan menurunkan risiko terbentuknya kavitas.

G. Prognosis

Prognosis karies gigi pada anak usia 7 tahun umumnya baik hingga sangat baik apabila dilakukan intervensi sejak tahap awal. Pada fase ini, sebagian besar lesi masih berupa white spot lesion yang bersifat reversibel melalui proses remineralisasi.

Penggunaan fluor topikal menjadi faktor utama dalam menentukan prognosis. Fluor mampu meningkatkan resistensi enamel terhadap asam serta mempercepat proses perbaikan jaringan gigi yang mengalami demineralisasi. Menurut penelitian oleh Walsh et al. (2021), “aplikasi fluoride varnish secara rutin dapat menurunkan insiden karies sebesar 26–43% pada anak dengan risiko tinggi.” Hal ini menunjukkan bahwa intervensi preventif memberikan dampak signifikan terhadap perbaikan prognosis.

Selain itu, penelitian oleh Chen et al. (2022) menyatakan bahwa “Lesi karies awal yang diberikan terapi fluor topikal menunjukkan peningkatan densitas mineral enamel secara signifikan dalam waktu 3–6 bulan.” Ini membuktikan bahwa fluor tidak hanya mencegah, tetapi juga memperbaiki kondisi gigi.

Faktor lain yang mempengaruhi prognosis antara lain:

1. Frekuensi paparan gula → semakin sering konsumsi gula, prognosis semakin buruk
2. Kebersihan gigi dan mulut → oral hygiene yang baik meningkatkan keberhasilan terapi

3. Peran orang tua → anak usia 7 tahun masih bergantung pada kontrol orang tua
4. Status saliva → saliva yang normal mempercepat remineralisasi

Prognosis karies pada anak sangat dipengaruhi oleh kombinasi antara intervensi fluor, kontrol diet, dan kebersihan mulut yang konsisten. Kumar et al. (2024).

Pada kasus dengan tindakan preventif seperti pengolesan fluor topikal, prognosis jangka panjang cenderung:

1. Mengurangi pembentukan karies baru
2. Menghambat progresivitas lesi lama
3. Mempertahankan struktur gigi hingga dewasa

Namun, apabila tidak dilakukan intervensi, lesi dapat berkembang menjadi kavitas irreversibel. “Lesi enamel yang tidak dirawat memiliki kemungkinan tinggi berkembang menjadi karies dentin dalam waktu relatif singkat pada anak.” Garcia & Hernandez (2022),

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa prognosis sangat bergantung pada deteksi dini dan konsistensi tindakan preventif, di mana fluor topikal berperan sebagai intervensi utama dalam meningkatkan ketahanan enamel dan menurunkan risiko karies.

H. Komplikasi

Karies gigi yang tidak segera ditangani dapat menyebabkan berbagai komplikasi yang memengaruhi kesehatan gigi dan mulut maupun kualitas hidup anak. Proses kerusakan gigi berlangsung secara progresif mulai dari enamel, dentin, hingga mencapai pulpa dan jaringan pendukung gigi. Menurut Martinez & Silva (2024), invasi bakteri ke dentin dapat menyebabkan pulpitis yang ditandai dengan nyeri spontan, sensitivitas tinggi terhadap rangsangan panas dan dingin, serta rasa tidak nyaman saat mengunyah. Jika kondisi ini tidak dirawat, maka dapat berkembang menjadi nekrosis pulpa sehingga gigi kehilangan vitalitas dan berpotensi menimbulkan abses atau infeksi jaringan sekitar gigi. Menurut Garcia & Hernandez (2022), lesi karies yang mencapai dentin dan pulpa dapat mempercepat terjadinya kerusakan jaringan gigi secara permanen.

Selain komplikasi lokal, karies juga dapat menimbulkan gangguan fungsional pada anak. Rasa sakit akibat karies menyebabkan anak mengalami kesulitan mengunyah makanan sehingga asupan nutrisi menjadi terganggu dan dapat memengaruhi pertumbuhan serta perkembangan anak. Menurut Huang et al. (2022) “Karies gigi yang tidak dirawat dapat berdampak pada status nutrisi dan kualitas hidup anak usia sekolah”. Pada kasus tertentu, kerusakan gigi anterior juga dapat mengganggu kemampuan bicara dan pengucapan kata-kata tertentu.

Kehilangan gigi sulung secara dini akibat karies dapat menyebabkan komplikasi ortodontik seperti pergeseran gigi tetangga, maloklusi, serta gangguan erupsi gigi permanen. Menurut Anderson & Wilson (2023), kehilangan gigi dini pada anak dapat mengganggu perkembangan oklusi normal dan memengaruhi susunan gigi permanen di kemudian hari.

Dampak karies tidak hanya terbatas pada kondisi fisik, tetapi juga memengaruhi aspek psikologis dan sosial anak. Anak dengan kondisi kesehatan gigi yang buruk cenderung mengalami penurunan rasa percaya diri, gangguan interaksi sosial, serta penurunan konsentrasi dan performa belajar di sekolah akibat rasa nyeri dan ketidaknyamanan yang dialami. Menurut Lee et al. (2024), kesehatan gigi dan mulut yang buruk berhubungan dengan kualitas hidup yang lebih rendah pada anak usia sekolah. Oleh karena itu, penanganan karies sejak dini melalui tindakan promotif, preventif, dan kuratif sangat penting untuk mencegah terjadinya komplikasi yang lebih berat.

I. Penelitian Terkait

Menurut (Lestari & Farhan, 2024). “Karies gigi merupakan proses kerusakan jaringan keras gigi yang dimulai dari demineralisasi enamel akibat aktivitas bakteri plak.” “Karies terjadi akibat aktivitas bakteri plak yang memfermentasi karbohidrat sehingga menghasilkan asam yang merusak enamel gigi” (Willianti et al., 2024). Fluor topikal juga berfungsi sebagai agen protektif yang mampu membentuk lapisan pelindung pada permukaan gigi sehingga mengurangi risiko terjadinya kerusakan lebih lanjut (Gao et al., 2022). “Pemberian fluoride secara topikal terbukti efektif dalam menurunkan kejadian karies pada anak melalui mekanisme remineralisasi dan penghambatan aktivitas bakteri kariogenik.” (Kumar et al., 2024).