



RESEARCH ARTICLE

Efektivitas Ekstrak Jintan Hitam (*Nigella sativa*) dalam Menghambat Pelepasan Mineral Pada Enamel Gigi Manusia (In Vitro)

Kadek Lusi Ernawati, Asri Riany Putri, Elviona Dita Prabowo

Departemen Konservasi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Mahasaraswati Denpasar

* Koresponden: Elvionadita22@gmail.com

ABSTRAK

Pendahuluan: Bahan remineralisasi gigi untuk mencegah karies dan meningkatkan kekerasan permukaan enamel gigi yang sering digunakan pada umumnya adalah sodium fluoride. Namun, terlalu banyak konsumsi fluor akan menyebabkan toksisitas pada tubuh, sehingga dibutuhkan bahan yang lebih aman. Jintan hitam (*Nigella sativa*) merupakan tanaman obat yang terbukti secara ilmiah dalam berbagai penelitian untuk menyembuhkan berbagai penyakit. Kandungan konsentrasi mineral pada jintan hitam yang tertinggi adalah kalsium dan fosfor diikuti dengan sulfur, magnesium, potassium, sodium, zinc, tembaga, zat besi, mangan dan krom. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas ekstrak jintan hitam (*Nigella sativa*) dalam menghambat pelepasan mineral pada enamel gigi manusia. **Metode:** Penelitian ini menggunakan *true experimental* secara *in vitro* dengan rancangan *post-test only control group design*. Sampel gigi dibagi ke dalam 4 kelompok perlakuan. Kelompok pertama direndam dalam ekstrak jintan hitam 5%. Kelompok dua direndam dalam ekstrak jintan hitam 7%. Kelompok tiga sebagai kontrol positif direndam dalam larutan sodium fluoride 0,05%. Kelompok empat sebagai kontrol negatif. Gigi dari masing-masing kelompok direndam secara terpisah dalam 40 ml larutan uji selama empat menit, sekali sehari dan selama sepuluh hari. Gigi kemudian dipersiapkan untuk etsa dan dianalisis dengan menggunakan spectrometer untuk mengukur konsentrasi mineral yang dilepaskan. **Hasil:** Penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak jintan hitam 5% dan 7% dapat menghambat pelepasan mineral pada enamel gigi manusia serta dapat meningkatkan ketahanan gigi terhadap serangan asam. **Kesimpulan:** Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa ekstrak jintan hitam dengan konsentrasi 7% lebih efektif dalam menghambat pelepasan mineral pada enamel gigi manusia dibandingkan dengan ekstrak jintan hitam 5%.

Kata Kunci: Ekstrak jintan hitam, remineralisasi, demineralisasi, kekerasan enamel.

PENDAHULUAN

Masalah kesehatan yang sering dijumpai di Indonesia salah satunya adalah masalah kesehatan gigi dan mulut. Dari sekian banyak masalah kesehatan gigi dan mulut, masalah kesehatan yang sering terjadi adalah karies gigi. World Health Organization (WHO) mengestimasi bahwa per tahun 2020, penyakit gigi dan mulut telah menjangkiti 3,5 miliar



orang di dunia. Secara global, *Global Burden of Disease Study 2017* mencatat bahwa prevalensi karies pada gigi sulung mencapai 531 juta kasus, prevalensi karies pada gigi permanen mencapai 2,3 miliar kasus. Di Indonesia, Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018 mencatat bahwa prevalensi karies mencapai 88,8%. Hal tersebut menandakan bahwa dari sepuluh orang Indonesia, delapan diantaranya memiliki gigi dengan karies (Sutanti et al. 2022).

Karies gigi adalah suatu penyakit pada jaringan keras gigi sebagai akibat produk asam hasil fermentasi karbohidrat oleh bakteri. Karies gigi merupakan penyakit bakterial yang menyerang gigi dimana bagian dari organik dari gigi mengalami destruksi, sedangkan bagian dari anorganiknya mengalami dekalsifikasi. Penyakit ini merupakan salah satu penyakit gigi dan mulut yang paling sering dijumpai di masyarakat. Karbohidrat yang tertinggal di mulut, permukaan dan bentuk gigi serta mikroorganisme merupakan penyebab penyakit karies gigi. Dalam setiap ml air ludah dijumpai 10-200 juta bakteri. Jumlah maksimum bakteri-bakteri ini dijumpai pada pagi hari atau setelah makan. Salah satu mikroorganisme penting yang dijumpai dalam mulut adalah *Streptococcus mutans* (Pratomo 2020). Banyak faktor yang dapat mengakibatkan karies gigi. Faktor-faktor yang terlibat antara lain adalah host, substrat, mikroorganisme, dan waktu (Agustyani 2021). Karies gigi dapat merusak jaringan keras gigi yakni enamel, dentin, dan sementum sehingga menimbulkan lubang pada gigi. Karies gigi terjadi karena adanya proses demineralisasi yang merupakan proses hilangnya unsur mineral pada gigi. Mineral yang hilang pada saat demineralisasi antara lain kalsium dan fosfat. Sedangkan remineralisasi gigi dapat terjadi apabila kandungan mineral kalsium, fosfat, dan ion-ion lain stabil (Sutanti et al. 2022).

Gigi tersusun atas jaringan keras berupa enamel, dentin, dan pulpa yang tertanam di dalam tulang rahang atas dan bawah sedangkan rongga mulut merupakan batas antara lingkungan luar dan dalam tubuh, sehingga kuman dapat masuk dan berkembang biak sehingga menyebabkan karies gigi. Enamel gigi adalah jaringan terkeras dalam tubuh manusia. Enamel gigi terdiri dari 95% mineral, 4% air, dan 1% bahan organik. Kandungan bahan anorganik terbesar pada enamel gigi adalah kristal hidroksiapatit. Mengenai ion kalium, kandungan ion enamel gigi sangat rendah dibandingkan dengan kandungan kalsium dan fosfor. Sedikit data yang tersedia tentang hubungan antara resistensi gigi terhadap paparan asam dan kandungan kalium. Kemungkinan hubungan antara kandungan mineral enamel gigi dan kerentanan terhadap karies telah disarankan (Hoobi 2020).

Permukaan gigi selalu berhubungan dengan suasana yang dinamis dalam rongga mulut, dimana selalu terjadi perubahan kondisi antara demineralisasi dan remineralisasi. Demineralisasi gigi adalah larutnya mineral enamel gigi akibat konsentrasi asam yang mempunyai pH di bawah 5,5 lebih tinggi pada permukaan enamel dari pada di dalam enamel. Demineralisasi akan berhenti jika konsentrasi asam rendah dan konsentrasi kalsium atau fosfor dalam saliva kembali tinggi sehingga terjadi proses remineralisasi. Demineralisasi yang terjadi terus-menerus akan mengakibatkan porositas pada permukaan enamel dan mengarah pada terjadinya keadaan patologis (Jeanny 2019). Mineral berhubungan dengan kekerasan enamel, semakin rendah kandungan mineral maka semakin rendah pula kekerasan enamel. Kekerasan enamel dapat mempengaruhi suseptibilitas karies karena terpaparnya



enamel secara langsung oleh faktor-faktor penyebab karies di lingkungan rongga mulut. Penurunan kekerasan enamel dapat terjadi akibat demineralisasi yang disebabkan oleh bahan makanan atau minuman yang bersifat asam, atau hasil fermentasi karbohidrat dari metabolisme asam oleh bakteri di dalam mulut. Demineralisasi tersebut menyebabkan terbentuknya kerusakan gigi seperti erosi ataupun karies gigi (Yongki 2018). Remineralisasi didukung oleh aksi *buffering* dari saliva, kalsium dan ion fosfat yang mengendap pada gigi sehingga membentuk mineral baru. Oleh karena itu, modulasi keseimbangan aksi demineralisasi dan remineralisasi merupakan kunci dari pencegahan karies gigi (Soares 2017). Bahan remineralisasi gigi untuk mencegah karies dan meningkatkan kekerasan permukaan enamel gigi yang sering digunakan pada umumnya adalah sodium fluoride. Namun, terlalu banyak konsumsi fluor akan menyebabkan toksisitas pada tubuh, sehingga dibutuhkan bahan yang lebih aman (Anggraeni 2019).

Penggunaan tanaman obat dalam pengobatan berbagai penyakit semakin meningkat dan diminati oleh masyarakat di seluruh dunia karena hasil yang menjanjikan dan efek samping yang lebih sedikit. Menurut World Health Organization (WHO), 60-80% populasi dunia khususnya di negara-negara berkembang, bergantung pada obat herbal atau obat tradisional untuk perawatan dan pengobatan kesehatan utama mereka. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Pelayanan Kesehatan Tradisional Komplementer yang memanfaatkan ilmu biomedis dan biokultural serta manfaat dan keamanannya terbukti secara ilmiah, penggunaan obat tradisional yang berupa bahan tumbuhan, bahan hewan, bahan mineral, sediaan sarian (galenik), atau campuran dari bahan tersebut yang secara turun temurun telah digunakan untuk pengobatan dan dapat diterapkan sesuai dengan norma yang berlaku di masyarakat. Salah satu obat herbal berbasis bukti peringkat teratas adalah *Nigella sativa*. Dalam berbagai penelitian, minyak biji jintan hitam menunjukkan khasiat sebagai anti kanker, anti radikal bebas dan immunomodulator, analgesik, antimikroba, anti inflamasi, spasmolitik, bronkhodilator, hepatoprotektif, dan anti hipertensi. Analisis kimia lanjutan menemukan bahwa habbatussauda mengandung karoten yang diubah menjadi vitamin A oleh hati (Khasanah 2009). Penelitian sebelumnya telah mencari aktivitas anti-oksidan, anti-kanker, anti-inflamasi dan anti-mikroba dari biji ajaib ini. *Nigella sativa* dapat digunakan sebagai bahan pengganti alami dalam mencegah terjadinya karies gigi (Agustyani 2021).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hoobi, N. M., Al-Dafaai, R. R., & Hussain, B. (2020) bahwa kandungan mineral yang ada pada enamel gigi memiliki hubungan yang erat dalam mempengaruhi kerentanan gigi terhadap karies. Produk herbal seperti *Nigella sativa* dapat dianggap sebagai agen remineralisasi yang efektif dalam mengobati lesi karies demineralisasi nonkavitasi (Kumar 2020). Komposisi kimia ekstrak *Nigella sativa* mengandung mineral antikariogenik seperti fosfor dan kalsium (Jasim 2011) yang merupakan unsur penting bagi struktur gigi, sehingga ekstrak *Nigella sativa* dapat berkontribusi untuk meningkatkan kekerasan mikro struktur gigi dengan mengintegrasikan logam ke dalam lapisan luar enamel (Hoobi 2017). Maka dari itu, uraian di atas mendorong peneliti untuk melakukan suatu penelitian yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak jintan hitam dalam menghambat pelepasan mineral pada enamel gigi manusia.

METODE

Rancangan penelitian yang digunakan adalah true eksperimental dengan desain penelitian posttest control group design, dilaksanakan di Laboratorium Universitas Airlangga. Populasi penelitian ini adalah gigi insisivus. Sampel dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Sampel minimum menggunakan rumus Fedder adalah sebanyak 6 sampel. Terdapat 4 kelompok sehingga didapatkan sampel sebanyak 24 gigi insisivus, dengan kriteria gigi insisivus sentral permanen rahang atas, mahkotanya utuh, tidak terdapat karies, akar terbentuk sempurna, tidak terdapat restorasi. Secara random dibagi menjadi 4 kelompok dimana kelompok pertama (O1) direndam dalam ekstrak jintan hitam 5%. Kelompok dua (O2) direndam dalam ekstrak jintan hitam 7%. Kelompok tiga (O3) sebagai kontrol positif direndam dalam larutan sodium fluoride 0,05%. Kelompok empat (O4) sebagai kontrol negatif direndam dalam aquades. Instrumen, bahan dan alat dalam penelitian ini adalah pinset dental, nierbeken, handsoon, Gigi insisivus sentral rahang atas, ekstrak jintan hitam (*Nigella sativa*) 5%, ekstrak jintan hitam (*Nigella sativa*) 7%, sodium fluoride, aquades, asam fosforik 37%, gelas ukur, dan alat tulis.

Penelitian dimulai dengan persiapan sampel, pembuatan ekstrak jintan hitam (*Nigella sativa*) 5% dan 7%, menyiapkan sodium fluoride, aquades, perendaman pada masing-masing kelompok dalam ekstrak jintan hitam 5%, ekstrak jintan hitam 7%, dalam sodium fluoride, dan perendaman dalam aquades selama 4 menit selama 10 hari, setelah 20 hari dilakukan perendaman dengan asam fosforik 37% selama 10 detik pada area dengan diameter 3mm pada bukal gigi, kemudian perlakuan sampel gigi menggunakan etsa, serta pengukuran perubahan pelepasan mineral pada enamel gigi manusia menggunakan alat Spectrometer, dan terakhir melakukan analisa data menggunakan ANOVA dan post hoc.

HASIL

Hasil Penelitian ini didapatkan dari 24 sampel yang terbagi menjadi 4 kelompok perlakuan dengan mencatat nilai pelepasan mineral pasca perlakuan. Kelompok pertama (O1) direndam dalam ekstrak jintan hitam 5%. Kelompok dua (O2) direndam dalam ekstrak jintan hitam 7%. Kelompok tiga (O3) sebagai kontrol positif direndam dalam larutan sodium fluoride 0,05%. Kelompok empat (O4) sebagai kontrol negatif. Berikut adalah hasil uji spektrometer yang mengukur nilai pelepasan mineral pada tiap kelompok.

Tabel 1. Hasil uji spektrometer nilai pelepasan mineral pada tiap kelompok

Kelompok	Nilai Pelepasan Mineral						Rerata
Jintan Hitam 5%	0,621	0,605	0,642	0,638	0,651	0,627	0,648
Jintan Hitam 7%	0,322	0,351	0,307	0,314	0,325	0,302	0,320
Sodium fluoride	0,435	0,472	0,426	0,451	0,432	0,412	0,438
Aquades	0,837	0,881	0,805	0,876	0,856	0,842	0,850



*Nilai dalam bentuk OD (Optical Density)

Tabel 1 menunjukkan rerata nilai pelepasan mineral yang direndam dengan jintan hitam 7% sebesar 0,320 adalah nilai pelepasan mineral paling rendah. Sementara, rerata nilai pelepasan mineral yang direndam dengan aquades sebesar 0,850 adalah nilai pelepasan mineral paling besar.

Tabel 2. Hasil uji normalitas pada kelompok sodium fluoride, aquades, jintan hitam 5%, jintan hitam 7%

Kelompok Perlakuan	N	Shapiro-Wilk		
		Statistik	df	ρ
Jintan Hitam 5%	6	0,976	6	0,927
Jintan Hitam 7%	6	0,915	6	0,468
Sodium fluoride	6	0,960	6	0,823
Aquades	6	0,948	6	0,728

Keterangan:

df (degree of freedom) : derajat kebebasan

sig. (ρ) : signifikan

Tabel 2 menunjukkan nilai signifikansi tiap kelompok normal karena nilai signifikansi lebih dari 0,05 (Sig. > 0,05). Sehingga analisis dilanjutkan dengan uji homogenitas.

Tabel 3. Hasil uji homogenitas

	Levene statistic	Sig.
Rerata nilai pelepasan mineral	0,729	0,547

Tabel 3 menunjukkan data bersifat homogen karena nilai signifikansi sebesar 0,547 lebih besar dari 0,05. Diketahui data penelitian bersifat parametrik karena data normal dan homogen sehingga Analisa data dapat menggunakan uji ANOVA.

Tabel 4. Hasil uji one way ANOVA

	Jumlah kuadrat	df	Rata-rata kuadrat	F	Sig.
--	----------------	----	-------------------	---	------



Antar kelompok	0,967	3	0,322	716,37	0,000
Dalam kelompok	0,009	20	0,000	2	
Total	0,976	23			

Tabel 4 menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 dimana nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 sehingga terdapat perbedaan bermakna nilai pelepasan mineral sesudah perlakuan pada keempat kelompok yang berarti memerlukan uji lanjutan menggunakan *post hoc*.

Tabel 5. Hasil uji perbandingan efek perlakuan pelepasan mineral pada keempat kelompok

Kelompok	Jintan Hitam 5%	Jintan Hitam 7%	Sodium Flouride	Aquades
Jintan Hitam 5%	0,000	0,000	0,000	0,000
Jintan Hitam 7%	0,000	0,000	0,000	0,000
Sodium Flouride	0,000	0,000	0,000	0,000
Aquades	0,000	0,000	0,000	0,000

Berdasarkan tabel 5 diketahui bahwa terdapat perbedaan efek nilai pelepasan mineral pada tiap kelompok perlakuan karena nilai signifikansi kurang dari 0,05. Kemudian apabila melihat kembali pada tabel 1 maka diketahui bahwa nilai pelepasan mineral paling rendah adalah setelah direndam dengan ekstrak jintan hitam berkonsentrasi 7% sedangkan nilai pelepasan mineral terbesar adalah setelah direndam dengan aquades.

DISKUSI

Penelitian ini meneliti efektivitas ekstrak jintan hitam (*Nigella sativa*) dengan berbagai konsentrasi dalam menghambat pelepasan mineral pada enamel gigi manusia. Terdapat dua kelompok kontrol dalam penelitian ini, yakni kelompok kontrol yang diberikan larutan kontrol negatif berupa aquades dan larutan positif berupa sodium fluoride, serta dua kelompok perlakuan yang diberikan larutan ekstrak jintan hitam (*Nigella sativa*) dengan konsentrasi 5% dan 7%. Hasil penelitian pada tabel 5.4 dan tabel 5.5 menunjukkan bahwa larutan ekstrak jintan hitam (*Nigella sativa*) dengan konsentrasi 5% dan 7% berpengaruh secara nyata dalam menghambat pelepasan mineral pada enamel



gigi manusia karena nilai signifikansi dalam dan antar kelompok perlakuan sebesar 0,00 (sig. < 0,05). Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa larutan ekstrak jintan hitam (*Nigella sativa*) dengan konsentrasi 7% merupakan larutan yang berefek paling besar dalam menghambat pelepasan mineral enamel gigi manusia karena memiliki rerata nilai pelepasan mineral terkecil yakni sebesar 0,320. Larutan yang berefek paling rendah dalam perlakuan ini adalah kelompok kontrol negatif larutan aquades dengan rerata nilai pelepasan mineral terbesar yaitu sebesar 0,850. Sementara larutan ekstrak jintan hitam (*Nigella sativa*) dengan konsentrasi 5% memiliki efektivitas menghambat pelepasan mineral lebih rendah dibandingkan dengan larutan sodium fluoride karena memiliki rerata pelepasan mineral yang lebih besar, nilai pelepasan mineral pada perlakuan dengan larutan ekstrak jintan hitam (*Nigella sativa*) dengan konsentrasi 5% dan larutan sodium fluoride berturut-turut yaitu sebesar 0,648 dan 0,438.

Gigi tersusun atas jaringan keras berupa enamel, dentin, dan pulpa yang tertanam di dalam tulang rahang atas dan bawah sedangkan rongga mulut merupakan batas antara lingkungan luar dan dalam tubuh, sehingga kuman dapat masuk dan berkembang biak sehingga menyebabkan karies gigi. Enamel gigi adalah jaringan terkeras dalam tubuh manusia. Enamel yang terbentuk sempurna mewakili jaringan dengan mineralisasi tertinggi, terdiri dari 96% komposisi anorganik, diwakili oleh kristal hidroksiapatit dan 4% bahan organik dan air. Bahan anorganik dari enamel terutama disusun oleh kalsium fosfat yang terkait dengan hidroksiapatit heksagonal, dengan rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. (Ten, 2013). Pada lingkungan rongga mulut yang netral, kristal hidroksiapatit atau $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ mencapai keseimbangan dengan ion Ca^{2+} dan PO_4^{3-} dan membentuk kalsium fosfat dihidrat atau $\text{CaH}_5\text{O}_6\text{P}$ (Dwingadi 2008). Hidroksiapatit merupakan mineral yang membentuk struktur enamel gigi, sementara kalsium fosfat hidrat membantu menjaga kekerasan dan ketahanan enamel gigi (Sumardianto 2013). Komponen dari hidroksiapatit terdiri dari kalsium, fosfor, dan oksigen (Nainggolan 2020). Kalsium membantu membentuk dan memelihara gigi agar selalu sehat, sedangkan fosfor sangat diperlukan dalam pemeliharaan dan perbaikan seluruh jaringan tubuh (Utami 2022).

Permukaan gigi selalu berhubungan dengan suasana yang dinamis dalam rongga mulut,



kestabilan kondisi mulut diperlukan untuk menjaga kesehatan mulut. Sayangnya, di Indonesia berdasarkan riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018 mencatat bahwa prevalensi karies mencapai 88,8%. Hal tersebut menandakan bahwa dari sepuluh orang Indonesia, delapan diantaranya memiliki gigi dengan karies (Sutanti et al. 2022). Karies gigi adalah suatu penyakit pada jaringan keras gigi sebagai akibat produk asam hasil fermentasi karbohidrat oleh bakteri. Bakteri ini menghasilkan asam organik yang dapat menyebabkan demineralisasi jaringan keras gigi, yang kemudian diikuti oleh kerusakan bahan organik. Akibatnya, terjadi invasi bakteri ke dalam gigi dan penyebaran infeksi jaringan yang dapat menyebabkan nyeri (Pardosi 2022). Karies gigi terjadi ketika bakteri di mulut memetabolisme karbohidrat yang terdapat pada makanan dan minuman kariogenik, seperti sukrosa dan laktosa, sehingga menghasilkan asam yang dapat merusak lapisan enamel (Wijaya et al. 2023). Pencegahan karies gigi dapat dilakukan dengan menjaga kebersihan gigi dan mulut, serta menghindari konsumsi makanan dan minuman kariogenik (Sainuddin 2023). Salah satu mikroorganisme yang merupakan agen utama penyebab karies gigi yang dijumpai dalam rongga mulut adalah *Streptococcus mutans* (Pratomo 2020). Bakteri ini memiliki kemampuan untuk menempel pada permukaan gigi dan membentuk plak gigi. Plak gigi yang terbentuk akan menghasilkan asam yang dapat merusak lapisan enamel gigi dan menyebabkan karies gigi (Safitri 2018). Akibat produksi asam organik terus menerus dalam jangka waktu yang lama serta gaya hidup masyarakat zaman sekarang dengan makanan dan minuman yang mengandung asam menyebabkan pH saliva menurun dari keadaan pH normal yaitu pH 7 menurun menjadi antara pH 5,5 atau kurang dari 5,5. Pada kondisi ini, hidroksiapatit reaktif terhadap ion hidrogen atau H^+ bereaksi dengan fosfat atau PO_4^{3-} dan berubah menjadi HPO_4^{2-} , dengan kata lain ion-ion dan juga mineral larut sehingga terjadi kerentanan pada enamel gigi. Proses ini dinamakan demineralisasi. Demineralisasi yang terjadi terus-menerus akan mengakibatkan porositas pada permukaan enamel dan mengarah pada terjadinya keadaan patologis (Jeanny 2019), seperti erosi ataupun karies gigi (Yongki 2018). Mineral yang larut saat demineralisasi adalah kalsium dan fosfat, Di mana kalsium dan fosfat larut dari jaringan mineral seperti enamel gigi dan dentin. Kalsium dan fosfat merupakan komponen utama dari mineral tulang dan gigi yang larut saat proses demineralisasi terjadi



(Domínguez-Gasca 2019). Demineralisasi gigi dapat menyebabkan penurunan kekerasan enamel gigi (Sinaga 2016). Hal ini terjadi karena hilangnya mineral pada gigi akibat asam yang dihasilkan oleh bakteri di mulut ketika memetabolisme karbohidrat pada makanan dan minuman kariogenik (Sutanti et al. 2021).

Remineralisasi adalah proses di mana mineral-mineral seperti kalsium dan fosfat yang hilang dari gigi akibat demineralisasi dipulihkan atau digantikan kembali. Proses ini penting untuk memperkuat enamel gigi dan mencegah terjadinya karies gigi, karena dapat mengembalikan kekerasan enamel yang telah terganggu akibat asam yang dihasilkan oleh bakteri dalam proses demineralisasi (Sutanti et al. 2022). Remineralisasi enamel gigi juga dapat membantu mengurangi demineralisasi enamel, meningkatkan kapasitas penyangga di sekitar pelikel gigi, serta menghambat bakteri penyebab karies (Busman 2018). Remineralisasi didukung oleh aksi buffering dari saliva, kalsium dan ion fosfat yang mengendap pada gigi sehingga membentuk mineral baru. Oleh karena itu, modulasi keseimbangan aksi demineralisasi dan remineralisasi (proses pembalikan mineral) merupakan kunci dari pencegahan karies gigi (Soares 2017).

Jintan hitam (*Nigella sativa*) merupakan tanaman obat yang terbukti secara ilmiah dalam berbagai penelitian memiliki banyak khasiat sebagai antimikroba, antiinflamasi, analgesik, antikariogenik, dan antioksidan karena kandungan utamanya yaitu thymoquinone (AlAttas 2016). Berdasarkan hasil penelitian juga ditemukan bahwa ekstrak jintan hitam konsentrasi 5% dan 7% dapat menghambat pelepasan mineral enamel gigi manusia. Sejalan dengan penelitian Kumar (2020) yang menemukan bahwa sifat jintan hitam yang anti-kariogenik sehingga dapat bereaksi dengan permukaan luar enamel dengan menggabungkan ion-ion ke dalam struktur anorganik enamel yang dapat berkontribusi terhadap proses remineralisasi. Kandungan konsentrasi mineral pada jintan hitam yang tertinggi adalah kalsium dan fosfor diikuti dengan sulfur, magnesium, potassium, sodium, zinc, tembaga, zat besi, mangan dan krom (Jasmin 2011). Beberapa ion seperti K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Zn^{2+} , F^- tersebut dapat digunakan sebagai substitusi dalam pembentukan kristal hidroksiapatit yang dibutuhkan dalam memperkuat tulang dan gigi



(Cacciotti 2016).

Pada penelitian ini menguji perbedaan efektivitas ekstrak jintan hitam (*Nigella sativa*) 5% dengan ekstrak jintan hitam (*Nigella sativa*) 7% dimana digunakan 24 gigi insisivus sentral rahang atas sebagai sampel yang dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan yaitu 6 gigi direndam dengan ekstrak jintan hitam 5%, 6 gigi direndam dengan ekstrak jintan hitam 7%, 6 gigi direndam dengan sodium fluoride 0.05% (kelompok kontrol positif), dan 6 gigi direndam dengan aquades (kelompok kontrol negatif).

Berdasarkan hasil penelitian diketahui ekstrak jintan hitam 7% lebih efektif daripada sodium fluoride, namun ekstrak jintan hitam 5% kurang efektif dibandingkan sodium fluoride apabila dilihat dari rerata nilai pelepasan mineral enamel gigi. Hal ini menunjukkan semakin besar konsentrasi ekstrak jintan hitam semakin efektif dalam menghambat pelepasan mineral pada enamel gigi manusia. Hal ini dikarenakan nilai kandungan seperti kalsium dan fosfor dalam ekstrak jintan juga menjadi semakin tinggi. Struktur kimia dan proses fluoride dan hidroksiapatit (HAp) saling berhubungan, karena fluoride memainkan peran penting dalam pembentukan, stabilitas, dan remineralisasi hidroksiapatit pada enamel gigi dan dentin. Hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) adalah komponen anorganik utama pada enamel gigi dan dentin. Proses demineralisasi mengakibatkan hilangnya mineral hidroksiapatit dan mineral-mineral lainnya seperti kalsium dan fosfor dari struktur gigi (Kallistová 2018).

Fluorapatit adalah salah satu jenis mineral hidroksiapatit yang mengandung fluorida. Fluorapatit dapat menggantikan hidroksiapatit pada enamel gigi yang dalam proses remineralisasi (Anita 2017). Fluorapatit terbentuk dari reaksi antara kalsium, fosfor, oksigen, dan fluorida dalam lingkungan yang kaya akan mineral-mineral tersebut. Fluorapatit dalam penelitian ini dapat terbentuk dari reaksi antara kandungan kalsium dan fosfor yang terdapat dalam kandungan mineral jintan hitam yang merupakan kandungan mineral tertinggi. Fluorida dapat membantu mencegah terjadinya karies gigi dengan cara membantu menghambat pertumbuhan bakteri dalam plak gigi dan meningkatkan



kemampuan gigi untuk menyerap mineral-mineral seperti kalsium dan fosfor. Proses ini terjadi ketika fluoride diterapkan pada permukaan email gigi, di mana kristal hidroksiapatit (HA) dapat berubah menjadi fluorapatit (FA) atau hidroksifluoroapatit (HFA) (Anita 2017). Rumus kimia fluorapatit adalah $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$, hal ini menunjukkan bahwa fluorapatit terdiri dari kalsium (Ca), fosfor (P), oksigen (O), dan fluorida (F) (Anggraeni 2019). Untuk merubah hidroksiapatit menjadi fluorapatit, reaksi kimia yang terjadi adalah dengan menggantikan ion hidroksil (OH^-) dalam hidroksiapatit dengan ion fluorida (F^-). Proses ini dapat direpresentasikan sebagai berikut:



Dalam reaksi ini, ion hidroksil (OH^-) digantikan oleh ion fluorida (F^-) sehingga terbentuklah fluorapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$) dari hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). Fluorapatit bersifat lebih tahan terhadap demineralisasi dan mendukung terjadinya remineralisasi (Kallistová 2018). Fluorapatit lebih baik dibandingkan hidroksiapatit dalam hal kerentanan terhadap demineralisasi karena fluorapatit mengandung ion fluorida yang dapat membantu mencegah terjadinya karies gigi dan memperkuat struktur gigi dan tulang sehingga dapat meningkatkan kekerasan enamel gigi manusia (Anggraeni 2019). Namun, hidroksiapatit tetap merupakan mineral utama pada enamel gigi yang berfungsi untuk memberikan kekuatan dan kekerasan pada gigi (Fachrudin 2018). Kalsium atau Ca^{2+} dan fosfor yang terkandung dalam jintan hitam (*Nigella sativa*) berikatan dengan oksigen menjadi fosfat (PO_4^{3-}) merupakan komponen utama dalam hidroksiapatit yang berperan aktif dalam remineralisasi, kandungan K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Zn^{2+} , F^- dalam jintan hitam dapat menjadi pengganti ion kalsium dalam pembentukan hidroksiapatit sehingga menjadi potassiumapatit (K-HAp), sodiumpatit (Na-HAp), magnesiumapatit (Mg-HAp), zincapatite (Zn-HAp) dan flourapatit (F-HAp) yang membantu remineralisasi pada tulang dan gigi (Cacciotti, 2016). Potassiumapatit adalah fosfat mineral yang mengandung kalsium dan fosfor untuk mendukung kesehatan tulang dan gigi. Sodiumpatit adalah mineral fosfat yang mirip dengan potassiumapatit, tetapi mengandung natrium daripada kalium. Magnesiumapatit adalah mineral fosfat yang mengandung magnesium, kalsium, dan fosfor. Zincapatite adalah mineral fosfat yang



mirip dengan magnesiumapatit, potassiumapatit, dan sodiumapatit, tetapi mengandung seng daripada magnesium, kalium, atau natrium. Fluorapatit adalah mineral fosfat yang mirip dengan hydroxyapatit, tetapi mengandung fluor daripada hidroksil. Potassiumapatit, sodiumapatit, magnesiumapatit, zincapatite, dan fluorapatit semuanya mengandung mineral-mineral yang penting untuk kesehatan gigi dan membantu memperkuat enamel gigi. Potassiumapatit, sodiumapatit, dan magnesiumapatit mengandung kalsium dan fosfor dalam rasio yang tepat untuk mendukung kesehatan tulang dan gigi, sementara zincapatit mengandung seng dan fluorapatit mengandung fluor. Fluorapatit khususnya penting dalam membantu mencegah kerusakan gigi dan membantu memperkuat enamel gigi karena fluor dapat membantu mencegah pembentukan plak dan kerusakan gigi (Riano et al. 2022 dan Çekli 2015).

Selain itu, sifat jintan hitam yang antibakteri karena mengandung thymoquinone, tannin dan alkaloid (Savitri 2008) membantu membunuh bakteri yang menciptakan asam organik sehingga dapat membantu menjaga pH mulut agar tidak menurun dengan cara menyebabkan dinding sel bakteri tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel bakteri (Martina 2015). Mekanisme kerja thymoquinone dalam membunuh bakteri melibatkan penghambatan sintesis asam nukleat, penghambatan sintesis protein, dan kerusakan membran sel bakteri (Akter et al. 2021).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok kontrol negatif memiliki efek terendah dalam menghambat pelepasan mineral karena menggunakan larutan aquades yang tidak memiliki kandungan ion yang membantu pencegahan larutnya mineral yang dibutuhkan untuk remineralisasi seperti kalsium, fosfor atau flouride. Sementara kelompok kontrol positif yang direndam dalam larutan sodium fluoride efektif menghambat pelepasan mineral. Sejalan dengan hasil kajian literatur yang dilakukan oleh Arifa (2019) merangkum bahwa Flouride menghambat demineralisasi karena pertama kristal flourapatit yang terbentuk lebih tahan terhadap serangan asam dibandingkan kristal flourapatit, namun jika pH terus menurun sampai dibawah 4,5 maka flourapatit juga akan larut (Dwingadi 2008). Kedua kandungan ion fluoride yang ada bereaksi dengan kalsium



dan hidrogen pospate mengubahnya menjadi flourapatit, Ketiga menghambat aktivitas bakteri karies penghasil asam dengan mengganggu produksi fosfoenul piruvat (PEP) yang merupakan perantara utama jalur glikolitik pada bakteri.

Pada penelitian ini sampel kontrol maupun sampel perlakuan dilakukan demineralisasi dengan etsa asam fosfor 37% pada bagian bukal gigi. Demineralisasi pada permukaan enamel akibat pengaruh asam akan menyebabkan terjadinya mikroporositas. Demineralisasi asam fosfor akan mengakibatkan ion hidrogen berikatan dengan ion fosfat pada hidroksiapatit menjadi HPO_4^{2-} . Dimana ion tersebut tidak dapat seimbang dengan ikatan hidroksiapatit normal yang mengandung PO_4^{3-} sehingga sebagian kristal hidroksiapatit enamel gigi akan larut (Widyaningtyas 2014). Remineralisasi dapat terjadi jika pH netral, terdapat ion kalsium dan fosfat yang cukup dalam lingkungan. Dalam penelitian ini, ekstrak jintan hitam mampu memberikan kadar ion kalsium dan fosfat yang cukup dalam remineralisasi enamel gigi sehingga pelepasan mineral lebih rendah. Ion kalsium dan fosfat akan menghambat proses penguraian hidroksiapatit dan menyebabkan pembentukan kembali hidroksiapatit yang larut. Ion yang larut akan digantikan oleh ion-ion yang baru terserap berdasarkan perendaman sebelumnya. Semakin tinggi konsentrasi kalsium dan fosfor dalam lingkungan sekitar enamel maka semakin cepat presipitasi penutupan mikroporositas enamel.

Remineralisasi enamel tidak selalu dapat terjadi, terdapat banyak faktor yang memengaruhinya. Seperti waktu perendaman, supersaturasi larutan terhadap gigi, pH larutan, dan laju endapan reaktan. Jika faktor tersebut tidak memenuhi maka remineralisasi enamel akan terhambat (Megantoro 2008). KESIMPULAN

Ekstrak air jintan hitam (*Nigella sativa*) 5% dan 7% memiliki efektivitas dalam menghambat pelepasan mineral pada enamel gigi manusia. Hal ini dapat meningkatkan kekerasan permukaan gigi dan resistensinya terhadap serangan asam.



REFERENSI

Agustyani, V. N., Safitri, C. I. N. H. Formulasi dan Uji Mutu Fisik Sediaan Pasta Gigi Ekstrak Biji Jintan Hitam (*Nigella sativa*): Formulation and Physical Quality Test of Toothpaste from Black Cumin Seeds (*Nigella sativa*). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 2021;13(1): 232–238.

Akter, Z., Ahmed, F. R., Tania, M., Khan, M. A. Targeting Inflammatory Mediators: An Anticancer Mechanism of Thymoquinone Action. *Current medicinal chemistry*, 2021;28(1):80–92.

Anita, Y. P. W. Perbandingan Efektifitas Ekstrak Ikan Teri Jengki (*S. Insularis*) Dan Fluor Topikal Dalam Meningkatkan Kekerasan Permukaan Email (In Vitro). Universitas Islam Sultan Agung, 2017.

Anggraeni, R. P. Perbedaan Porositas Permukaan Enamel Gigi Setelah Aplikasi Gel Sodium fluoride Dan Theobromine Yang Didemineralisasi Menggunakan Minuman Berkarbonasi. Doctoral dissertation, Universitas Airlangga, 2019.

Arifa, M.K., Ephraim, R., Rajamani, T. Recent advances in dental hard tissue remineralization: a review of literature. *Inr J Clin Pediatr Dent*, 2019;12(2).

Arika, I., Arika, I. Gambaran Berkumur Air Tumbukan Jinten Hitam Terhadap Ph Saliva Pada Siswa Persekutuan Christiant Student Fellowship (Csf) Sma Negeri 11 Semarang Tahun 2019. Politeknik Kesehatan Semarang, 2019.

Busman, B., Arma, U., Nofriadi, N. Hubungan Aplikasi Casein Phosphopeptide Amorphous Calcium Phosphate (Ccp-Acp) Terhadap Remineralisasi Gigi. *B-Dent, Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Baiturrahmah*, 2018.

Cacciotti, I. Cationic and Anionic Substitutions in Hydroxyapatite. In: Antoniac, I. (eds) *Handbook of Bioceramics and Biocomposites*. Springer, Cham; 2016.

Çekli, C. Sodyum-potasyum Mikası Ve Fluorapatit İçeren İşlenebilir Cam-seramiklerin Kristalizasyon Davranışları. İşlenebilirlik Özellikleri Ve Biyoaktivite Karakterizasyonu, 2015.

Domínguez-Gasca, N., Benavides-Reyes, C., Sanchez-Rodríguez, E., Rodríguez-Navarro, A.B. Changes in avian cortical and medullary bone mineral composition and organization during acid-induced demineralization. *European Journal of Mineralogy*, 2019.

Dwingadi, E., Meidyawati, R., Djauharie, RA. N., Hoesin, S., Joenoes, H. Pengaruh pengunyahan permen karet yang mengandung xylitol terhadap kapasitas dapar saliva



pada anak usia 10-12 tahun di pesantren AL-Hamadiyah Depok Tahun 2008. Doctoral dissertation, Universitas Indonesia, 2008.

Fachrudin, A. Pengaruh Aplikasi Calcium Sodium Phosphosilicate (Csp) Terhadap Mikroporositas Enamel Gigi Permanen Muda. Thesis, Universitas Airlangga, 2018.

Hoobi, N. M., Rzoqi, M. G. Dissolution of inorganic phosphorous ion from teeth treated with different concentrations of aqueous extract of *Nigella sativa* (black seed) in comparison with sodium fluoride: An in vitro study. *IJSR*, 2017;6(2):1962-1965.

Hoobi, N. M., Al-Dafaai, R. R., Hussain, B. Effect of Black Seed (*Nigella sativa*) Extract on Release of Some Minerals from Human Enamel: An in Vitro Study. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 2020;11(1):1315-1319.

Jasim, N. A., Abid, F. M. Determination of mineral composition of Iraqi *Nigella sativa* L. seed by Atomic absorption spectrophotometer. *Iraqi National Journal of Chemistry*, 2011;42:178-184.

Jeanny K., H., Lunardhi, C. G., Subiyanto, A. Kemampuan Bioaktif Glass (Novamin) dan Casein Peptide Amorphous Calcium Phosphate (CPP-ACP) terhadap Demineralisasi Enamel. *Semantic scholar*; 2019.

Kallistová, A. Structural and Chemical Aspects of Calcium Phosphate Formation in Tooth Enamel. *Semantic scholar*; 2018.

Khasanah, N. Pengaruh pemberian ekstrak jintan hitam (*Nigella sativa*) terhadap respon proliferasi limfosit limpa mencit balb/c yang diinfeksi salmonella typhimurium. Doctoral dissertation, Medical Faculty, 2009.

Kumar, N. K., Naik, S. B., Priya, C. L., Merwade, S., Brigit, B., Guruprasad, C. N., Prabakaran, P., Evaluation of the Remineralizing potential of *Nigella sativa*, Sodium fluoride and Caesin phosphopeptide-amorphous calcium phosphate on Enamel: An: In vitro: study. *Journal of Indian Association of Public Health Dentistry*, 2020;18(4):313-317.

Martina, A. Pengaruh ekstrak biji jintan hitam (*Nigella sativa* L.) terhadap adhesi *Streptococcus mutans* pada neutrofil. Doctoral dissertation, Universitas Jember, 2015.

Megantoro, A. Pengaruh xylitol terhadap proses remineralisasi email: analisis kualitatif struktur permukaan email gigi menggunakan SEM. Doctoral dissertation, Universitas Indonesia, 2008.

Mulatsari, E., Mumpuni, E., Nurhidayati, L., Purwanggana, A., Pratami, D.K. Pelatihan Visualisasi Molekul Kimia Dengan Software ChemsKetch Untuk Siswa Tingkat Sekolah Menengah Atas. *Magistrorum et Scholarium: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2021.



Nainggolan, K.N., Putra, Y.P., Primadini, V. Studi Hidroksiapatit Dari tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Diisolasi Dengan Metode Kalsinasi termal dan Hidrolisis Alkali. *Manfish Journal*, 2020.

Pardosi, S.S., Siahaan, Y.L., Restuning, S., Chaerudin, D.R. Hubungan Status Gizi Terhadap Terjadinya Karies Gigi Pada Anak Sekolah Dasar. *Dental Therapist Journal*, 2022.

Pratomo, G. S., Chusna, N., Priyadi, M. Uji Potensi Daya Hambat Ekstrak Metanol Biji Jintan Hitam (*Nigella sativa* L.) Terhadap Bakteri *Streptococcus*: Inhibitory Potential Test of Black Cumin Seeds (*Nigella Savita* L.) Methanol Extract Against *Streptococcus* Bacteria. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 2020;6(1):18–21.

Riano, R., Sukaryo, S.G., Sugeng, B., Sari, Y.W., Maddu, A. Karakterisasi Sifat Listrik Dan Sifat Termal Hidroksiapatit, Fluorhidroksiapatit Dan Fluorapatit. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 2022.

Sainuddin, Angki, J., S, R., Bahtiar. Faktor - Faktor Penyebab Terjadinya Karies Gigi pada Siswa Sekolah Dasar. *Media Kesehatan Gigi : Politeknik Kesehatan Makassar*, 2023.

Savitri, E. S. *Rahasia Tumbuhan Obat Perspektif Islam*. Malang: UIN Press; 2008.

Sinaga, R.M. Perbedaan Nilai Kekerasan Enamel Gigi Pada Perendaman Dengan Susu Sapi Dan Saliva Buatan Setelah Demineralisasi Gigi. *Semantic Scholar*; 2016.

Soares, R., De Ataide, I. D. N., Fernandes, M., Lambor, R. Assessment of enamel remineralisation after treatment with four different remineralising agents: a scanning electron microscopy (SEM) study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 2017;11(4):ZC136.

Sumardianto, R. Analisis Sifat Termal Dan Mekanik Enamel Gigi Manusia Berdasarkan Usia. *Semantic Scholar*; 2013.

Sutanti, V., Manzila, N., El Milla, L., Hartami, E. Peran Kasein Susu Kambing Peranakan Etawa terhadap Peningkatan Kekerasan Enamel Gigi Sulung. *E-Prodenta Journal of Dentistry*, 2021;5(1):384-392.

Sutanti, V., Lely Rachmawati, Y., El Milla, L., Cahaya Ningtyas, D. Pengaruh Susu Terhadap Kekerasan Enamel Gigi: Studi Literatur. *E-Prodenta Journal of Dentistry*, 2022; 6(2):680–698.

Ten Cate, A. R., Nanci, A. *Ten Cate's oral histology: development, structure, and function*. Mosby; 2013.



Utami, N.K., Amperawati, M., & Salamah, S. Hubungan Konsumsi Air Mineral Dan Air Sungai Dengan Indeks Dmf-T Di Kalimantan Selatan. *An-Nadaa Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 2022.

Widyaningtyas, V., Rahayu, Y.C., & Barid, I. Analisis peningkatan remineralisasi enamel gigi setelah direndam dalam susu kedelai murni (*Glycine max (L.) Merrill*) menggunakan scanning electron microscope (SEM). *Jurnal Pustaka Kesehatan*, 2014;2(2).

Wijaya, A., Alfah, S., Pannyiwi, R., Hartaty, H., Pariati, P., Rahmat, R.A. Pengaruh Konsumsi Susu Formula Terhadap Karies Gigi. *Barongko: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 2023.

Yongki, R., Rovani, C. A., Gemilang, P. T., Kawulusan, N. N. Pengaruh gel ekstrak daun teh hijau (*Camellia sinensis*) terhadap kekerasan email gigi manusia (in vitro). *Makassar Dental Journal*, 2018;7(2)