

Formulasi dan Uji Antibakteri Sediaan Pasta Gigi Ekstrak Parijoto (Medinilla Speciosa) dengan Eggshell Hydroxyapatite (EHA)

Zaki Syariifuddin Taqiy, Teguh Imanto*

Fakultas Farmasi, Program Studi Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Sukoharjo, Jawa Tengah 57169 Indonesia

Email: ¹k100220029@student.ums.ac.id, ^{2,*}teguh.imanto@ums.ac.id

Email Penulis Korespondensi: teguh.imanto@ums.ac.id

Abstrak—Karies gigi merupakan salah satu masalah kesehatan gigi dan mulut yang berkaitan dengan aktivitas bakteri seperti *Streptococcus mutans* dan *Staphylococcus aureus*. Penggunaan fluorida sebagai bahan aktif pasta gigi memiliki beberapa keterbatasan sehingga pengembangan bahan alternatif berbasis alam menjadi salah satu pendekatan yang perlu dikaji. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasi serta mengevaluasi stabilitas fisik dan aktivitas antibakteri sediaan pasta gigi kombinasi ekstrak buah parijoto (*Medinilla speciosa*) dan Eggshell Hydroxyapatite (EHA). Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan empat formula, yaitu F0 (tanpa ekstrak parijoto), F1 (ekstrak parijoto 10%), F2 (ekstrak parijoto 12,5%), dan F3 (ekstrak parijoto 15%). Evaluasi sediaan meliputi uji organoleptik, skrining fitokimia, homogenitas, pH, viskositas, tinggi busa, serta uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi sumuran terhadap bakteri *S. aureus* dan *S. mutans*. Hasil skrining fitokimia menunjukkan ekstrak buah parijoto mengandung senyawa fenolik, flavonoid, saponin, dan tanin. Hasil uji viskositas berturut-turut pada F0, F1, F2, dan F3 sebesar 14070 cps ± 809,03, 46600 cps ± 866,54, 43090 cps ± 3136,61, dan 41910 cps ± 2200,27. Variasi konsentrasi ekstrak mempengaruhi viskositas secara signifikan dengan hasil statistik viskositas ($p < 0,05$). Hasil uji pH F0: 7,87 ± 0,5918, F1: 7,44 ± 0,3241, F2: 7,33 ± 0,4082, F3: 7,40 ± 0,1625, Tinggi busa F0: 1,56 cm ± 0,40415, F1: 2,06 cm ± 0,05774, F2: 2,13 cm ± 0,11547, F3: 1,93 cm ± 0,11547. Hasil uji antibakteri *Staphylococcus aureus* menunjukkan nilai daya hambat F0(kontrol negatif) 1,66 cm ± 0,24664, kontrol positif 1,63 cm ± 0,14433, F1(ekstrak 10%) 1,60 cm ± 0,08660, F2(ekstrak 12,5%) 1,83 cm ± 0,32145, F3(ekstrak 15%) 1,70 cm ± 0,05. Perbandingan antar kelompok tidak signifikan memiliki nilai ($p > 0,05$). Hasil uji antibakteri *Streptococcus mutans* F0(kontrol negatif) 1,53 cm ± 0,02886, kontrol positif 1,66 cm ± 0,24664, F1(ekstrak 10%) 1,45 cm ± 0,05, F2(ekstrak 12,5%) 1,48 cm ± 0,10408, F3(ekstrak 15%) 1,50 cm ± 0,05. Perbandingan antar kelompok tidak signifikan ($p > 0,05$). Berdasarkan hasil penelitian, kombinasi ekstrak buah parijoto dan EHA dapat diformulasikan menjadi sediaan pasta gigi dengan karakteristik fisik yang baik, namun peningkatan konsentrasi ekstrak parijoto belum menunjukkan pengaruh signifikan terhadap aktivitas antibakteri dibandingkan formula kontrol.

Kata Kunci: Eggshell Hydroxyapatite Ekstrak Buah; Parijoto Pasta Gigi; *Staphylococcus Aureus*; *Streptococcus Mutans*

Abstract—Dental caries is one of the dental and oral health problems related to the activity of bacteria such as *Streptococcus mutans* and *Staphylococcus aureus*. The use of fluoride as an active ingredient in toothpaste has several limitations, so the development of natural-based alternative ingredients is one approach that needs to be studied. This study aims to formulate and evaluate the physical stability and antibacterial activity of a toothpaste preparation combining parijoto fruit extract (*Medinilla speciosa*) and Eggshell Hydroxyapatite (EHA). The study was conducted experimentally using four formulas, namely F0 (without parijoto extract), F1 (10% parijoto extract), F2 (12.5% parijoto extract), and F3 (15% parijoto extract). Evaluation of the preparation includes organoleptic tests, phytochemical screening, homogeneity, pH, viscosity, foam height, and antibacterial activity tests using the well diffusion method against *S. aureus* and *S. mutans* bacteria. The results of phytochemical screening showed that parijoto fruit extract contains phenolic compounds, flavonoids, saponins, and tannins. The results of the viscosity test in F0, F1, F2, and F3 were 14070 cps ± 809.03, 46600 cps ± 866.54, 43090 cps ± 3136.61, and 41910 cps ± 2200.27, respectively. Variations in extract concentration significantly affect viscosity with viscosity statistics results ($p < 0.05$). pH test results F0: 7.87 ± 0.5918, F1: 7.44 ± 0.3241, F2: 7.33 ± 0.4082, F3: 7.40 ± 0.1625, Foam height F0: 1.56 cm ± 0.40415, F1: 2.06 cm ± 0.05774, F2: 2.13 cm ± 0.11547, F3: 1.93 cm ± 0.11547. The results of the antibacterial test of *Staphylococcus aureus* showed an inhibitory value of F0 (negative control) of 1.66 cm ± 0.24664, positive control 1.63 cm ± 0.14433, F1 (10% extract) 1.60 cm ± 0.08660, F2 (12.5% extract) 1.83 cm ± 0.32145, F3 (15% extract) 1.70 cm ± 0.05. The comparison between groups did not have a significant value ($p > 0.05$). The results of the antibacterial test of *Streptococcus mutans* F0 (negative control) 1.53 cm ± 0.02886, positive control 1.66 cm ± 0.24664, F1 (10% extract) 1.45 cm ± 0.05, F2 (12.5% extract) 1.48 cm ± 0.10408, F3 (15% extract) 1.50 cm ± 0.05. The comparison between groups was not significant ($p > 0.05$). Based on the results of the study, the combination of parijoto fruit extract and EHA can be formulated into a toothpaste preparation with good physical characteristics, but increasing the concentration of parijoto extract has not shown a significant effect on antibacterial activity compared to the control formula.

Keywords: Eggshell Hydroxyapatite; Parijoto Fruit Extract; *Staphylococcus Aureus*; *Streptococcus Mutans*; Toothpaste

1. PENDAHULUAN

Karies gigi merupakan salah satu masalah kesehatan gigi yang paling umum dan mempengaruhi hampir semua lapisan masyarakat Indonesia. Dengan prevalensi mencapai 56,7% di Provinsi Jawa Tengah, jauh lebih tinggi daripada rata-rata nasional. Kelompok yang paling rentan terhadap masalah ini adalah dewasa muda, dimana 51,9% penduduk berusia 15 hingga 24 tahun mengalami gigi berlubang (Hastuti & Fatkhurrohman, 2025). Secara etiologis, karies gigi merupakan penyakit multifaktorial yang dihasilkan oleh interaksi rumit antara empat komponen esensial: mikroorganisme patogen, substrat berupa makanan yang dapat difermentasi, faktor inang yang mencakup struktur anatomis gigi, serta dimensi waktu atau lamanya paparan yang kontinyu. Bakteri kariogenik primer, yaitu *Streptococcus mutans*, memegang peranan dominan dalam patogenesis proses ini melalui pembentukan lapisan biofilm plak yang melekat kuat pada permukaan gigi. Proses biokimia dimulai ketika bakteri-bakteri tersebut melakukan fermentasi anaerobik terhadap karbohidrat, khususnya monosakarida dan disakarida seperti glukosa serta sukrosa yang berasal dari pola konsumsi makanan dan minuman harian, sehingga menghasilkan akumulasi asam organik volatil, di antaranya asam laktat sebagai metabolit utama. Kondisi

asidifikasi lingkungan plak dental yang diakibatkan oleh penurunan pH hingga di bawah ambang kritis sekitar 5,5 mengakibatkan gangguan kesetimbangan ion kalsium dan fosfat pada lapisan enamel gigi, yang selanjutnya memicu fenomena demineralisasi progresif. Apabila demineralisasi ini berlangsung secara berulang tanpa mekanisme remineralisasi yang difasilitasi oleh air liur yang mengandung mineral atau agen remineralisasi seperti fluorida, maka lesi karies primer akan berkembang secara destruktif menjadi kavitas pada jaringan keras gigi. Faktor pemicu utama karies pada gigi berasal dari bakteri kariogenik yang mengubah sisa makanan atau minuman di mulut menjadi asam melalui proses fermentasi, sehingga menciptakan lingkungan asam yang melarutkan mineral-mineral gigi (Aliyyu et al., 2024). Beban penyakit yang tinggi tersebut menegaskan pentingnya penerapan strategi pencegahan yang efektif dan aman bagi semua kelompok usia. Dengan demikian, pemeliharaan keseimbangan dinamis antara proses demineralisasi dan remineralisasi pada permukaan gigi menjadi prinsip fundamental dalam strategi pencegahan serta pengelolaan kesehatan rongga mulut secara optimal.

Pasta gigi berbahan aktif fluorida selama ini digunakan secara luas sebagai upaya utama dalam pencegahan karies gigi karena kemampuannya dalam meningkatkan remineralisasi enamel dan menurunkan risiko demineralisasi. Namun, penggunaan fluorida memiliki sejumlah keterbatasan, terutama apabila digunakan secara berlebihan atau tertelan dalam jumlah besar oleh anak-anak. Paparan fluorida berlebih dapat menyebabkan fluorosis dental yang ditandai dengan perubahan estetika dan struktur enamel, serta peningkatan porositas permukaan gigi. Kondisi ini mendorong pengembangan bahan aktif alternatif berbasis biomaterial alami yang aman, efektif, dan memiliki mekanisme kerja yang lebih komprehensif dalam menjaga kesehatan gigi (Lubojanski et al., 2023). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan fluoride, terutama pada anak, berpotensi menimbulkan resiko kesehatan yang harus diperhatikan. Salah satu biomaterial yang memiliki potensi besar adalah Eggshell Hydroxyapatite (EHA), yaitu hidroksiapatit yang diolah dari limbah cangkang telur.

Eggshell Hydroxyapatite (EHA) yang diolah dari limbah cangkang telur memiliki potensi besar sebagai biomaterial dalam bidang kesehatan gigi. EHA memiliki struktur kristal yang menyerupai mineral penyusun enamel gigi. Struktur tersebut memungkinkan EHA menghambat proses demineralisasi dan mendukung remineralisasi enamel gigi melalui penyediaan ion kalsium serta fosfat pada jaringan enamel yang mengalami kerusakan awal (Noviyana et al., 2026). Cangkang telur dapat diolah menjadi Eggshell Hydroxyapatite (EHA), suatu biomaterial yang memiliki sifat biokompatibilitas dan bioaktivitas tinggi dengan struktur menyerupai mineral alami penyusun jaringan keras tubuh, khususnya enamel dan dentin gigi. Kesamaan struktur tersebut memungkinkan EHA berperan dalam menghambat proses demineralisasi sekaligus mendukung remineralisasi gigi melalui suplai ion mineral pada jaringan enamel yang mengalami kerusakan awal. Sejumlah penelitian juga melaporkan bahwa hidroksiapatit memiliki manfaat dalam mengurangi sensitivitas dentin, meningkatkan kesehatan periodontal, serta mendukung proses restorasi jaringan keras gigi (Sari et al., 2022). Eggshell Hydroksiapatite (EHA) menawarkan kualitas unggul, sebab strukturnya sangat mirip dengan jaringan keras di dalam tubuh manusia. Sejumlah penelitian klinis menunjukkan efektivitas hidroksiapatit dalam meningkatkan kesehatan periodontal pada penderita periodontitis ringan hingga sedang, mengurangi sensitivitas dentin, serta berperan dalam aplikasi medis lainnya. Mekanisme kerja hidroksiapatit di rongga mulut melibatkan proses fisika, biokimia, dan biologi, dengan dua peran utama yakni menghambat terjadinya demineralisasi dan mendorong proses remineralisasi pada gigi yang mulai mengalami kerusakan mineral.

Selain pemanfaatan bahan anorganik alami seperti EHA dari limbah cangkang telur, penggunaan bahan alami berbasis tumbuhan juga memiliki potensi besar dalam pengembangan sediaan kesehatan gigi. Salah satu tanaman yang banyak menarik perhatian adalah buah pariijoto (*Medinilla speciosa*), yang tumbuh di kawasan Pegunungan Muria, Kabupaten Kudus, Indonesia. Tanaman ini telah lama dimanfaatkan sebagai bahan terapi tradisional karena mengandung berbagai senyawa aktif, seperti flavonoid, glikosida, tanin, dan saponin. Kandungan senyawa tersebut diketahui memiliki aktivitas antibakteri yang kuat. Buah pariijoto mengandung berbagai zat aktif, seperti flavonoid, glikosida, tanin, dan saponin. Zat-zat tersebut memiliki sifat antibakteri yang kuat dan kandungan antioksidan yang tinggi (Farida et al., 2021). Selain memanfaatkan zat organik dari tumbuhan seperti buah pariijoto, pengembangan bahan anorganik alami dari limbah cangkang telur juga menawarkan peluang besar untuk dimaksimalkan dalam bidang perawatan kesehatan gigi.

Peneliti sebelumnya telah meneliti *Eggshell Hydroksiapatite* (EHA) dan buah pariijoto secara terpisah. Namun, studi yang memadukan EHA dan pariijoto masih terbatas dalam formulasi pasta gigi. Oleh karena itu, penelitian ini dilaksanakan untuk menghasilkan alternatif pasta gigi berbasis bahan alami yang aman dan efektif. Kombinasi EHA dan ekstrak buah pariijoto diharapkan dapat menghasilkan efek sinergis berupa proses remineralisasi gigi yang disertai perlindungan antibakteri.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Prosedur dan Kerangka Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif. Tahapan penelitian diawali dengan mencuci buah pariijoto hingga bersih. Selanjutnya, buah dikeringkan secara alami selama beberapa hari sampai layu. Setelah itu, dilakukan pengeringan lanjutan menggunakan oven pada suhu 40°C hingga buah benar-benar kering. Buah pariijoto yang telah kering kemudian dihaluskan menjadi serbuk menggunakan blender.

Tahap berikutnya adalah proses ekstraksi. Sebanyak 500 gram serbuk buah pariijoto dicampurkan dengan 5 liter etanol 70%. Campuran tersebut kemudian dimaserasi selama dua hari dan diaduk satu kali setiap 24 jam. Setelah proses

maserasi selesai, campuran disaring menggunakan corong Buchner. Filtrat yang diperoleh selanjutnya diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 50°C. Setelah itu, ekstrak dipanaskan kembali di atas waterbath selama lima jam pada suhu 60°C hingga diperoleh ekstrak kental buah parijoto.

Ekstrak kental yang dihasilkan kemudian dilakukan skrining fitokimia untuk mengetahui kandungan senyawa aktif, meliputi flavonoid, tanin, dan saponin. Cangkang telur di cuci dan di rendam di baskom, dikeringkan di almari pengering, setelah itu di hancurkan menggunakan blender hingga berbentuk serbuk. Selanjutnya dilakukan sintesis Eggshell Hydroxyapatite (EHA). Sintesis EHA dilakukan dengan memperhatikan rasio molar kalsium terhadap fosfor (Ca/P) secara stoikiometri sebesar 1,67. Serbuk CaO sebanyak 32,44 gram hasil ekstraksi melalui dekomposisi termal ditambahkan 18,13 mL HNO₃, kemudian dicampurkan dengan akuades hingga mencapai volume 100 mL. Larutan tersebut diaduk menggunakan magnetic stirrer pada kecepatan 200 rpm dengan suhu 90°C selama 2 jam. Selanjutnya, larutan disaring dan dipanaskan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 24 jam. Hasil yang diperoleh kemudian ditimbang sebanyak 16,41 gram, lalu ditambahkan 70 mL akuades dan 10 mL gliserol. Sebanyak 7,92 gram (NH₄)₂H₂PO₄ yang telah dilarutkan dalam 20 mL akuades kemudian dimasukkan ke dalam campuran. Pengadukan dilakukan pada kecepatan 700 rpm selama 24 jam pada suhu 60°C. pH campuran diatur pada kondisi tertentu, yaitu pH 9, 10, dan 11, dengan penambahan amonium hidroksida (NH₄OH). Setelah proses pemanasan, campuran didiamkan selama satu hari, kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatman 42. Presipitat yang terbentuk disuspensikan ke dalam larutan 1-butanol dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 2 jam. Setelah proses pengeringan, dilakukan kalsinasi pada suhu 1100°C selama 1 jam untuk meningkatkan tingkat kristalinitas serta menghilangkan sisa pelarut, sehingga diperoleh serbuk EHA. Tahap selanjutnya adalah pembuatan pasta gigi melalui proses formulasi. Pasta gigi yang telah dibuat kemudian diuji evaluasi mutu, meliputi uji organoleptik, uji pH menggunakan pH meter, uji viskositas menggunakan viskometer dengan kecepatan pengadukan 600 rpm, uji homogenitas dengan melarutkan pasta gigi menggunakan aquades diatas kaca arloji, dan uji tinggi busa menggunakan gelas ukur, dan di ukur tinggi busanya. Setelah itu, dilakukan uji antibakteri untuk mengetahui daya hambat pasta gigi terhadap bakteri melalui pengamatan zona hambat. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu neraca analitik (Ohaus), ph meter(Hanna),peralatan gelas (labu takar, batang pengaduk ,gelas beker, corong buncher, gelas ukur, chamber, corong pisah, pipet tetes, pipet ukur, cawan petri) , oven (Memmet), rotary evaporator(Heidolph), Water bath(Memmet), bunsen, LAF, kertas saring, mikropipet(Dragon lab), jarum ose. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, sediaan jadi Eggshell Hidroksiapatite (EHA), ekstrak buah parijoto, Na.CMC(Pharmaceutical Grade), gliserin Pharmaceutical Grade),sodium lauril sulfat (SLS) (Pharmaceutical Grade),sodium benzoat (Pharmaceutical Grade),Sorbitol(Pharmaceutical Grade), Mentol (Pharmaceutical Grade), etanol 70%(Pharmaceutical Grade), Aquades(Pharmaceutical Grade), bakteri *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, media Muller Hinton Agar (MHA).

2.3 Ekstraksi Buah Parijoto (*Medinilla speciosa*)

Penelitian ini diawali dengan dincuci buah parijoto hingga benar-benar bersih. Setelah itu, buah dikeringkan secara alami selama beberapa hari sampai layu. Tahap berikutnya adalah pengeringan lanjutan menggunakan oven pada suhu 40°C hingga buah benar-benar kering. Buah parijoto yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender sampai menjadi serbuk. Selanjutnya dilakukan proses maserasi, yaitu sebanyak 500 gram serbuk parijoto dicampurkan dengan 5

liter etanol 70% dengan perbandingan bahan dan pelarut 1:10 (b/v). Campuran tersebut didiamkan selama dua hari dan diaduk satu kali setiap 24 jam. Setelah proses maserasi selesai, campuran disaring menggunakan corong Buchner. Filtrat yang diperoleh kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 50°C. Tahap selanjutnya, ekstrak dipanaskan di atas waterbath selama lima jam pada suhu 60°C hingga diperoleh ekstrak buah parijoto dengan konsistensi kental dan pekat (Sihny et al., 2020).

2.4 Skrining Fitokimia Ekstrak Buah Parijoto

2.4.1 Pemeriksaan Flavonoid

Sebanyak 0,5 gram ekstrak dimasukkan kedalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan MgSO₄ 0,1 gr dan HCl pekat sebanyak 5 tetes. Jika muncul warna kuning maka, ekstrak positif mengandung flavonoid (Vifta & Tinasari, 2024).

2.4.2 Pemeriksaan Saponin

Sebanyak 0,5 gram ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ekstrak tersebut dilarutkan dengan air hangat. Selanjutnya, teteskan asam klorida (HCl) ke dalam larutan tersebut dan lakukan penggojokan selama lima menit. Jika setelah penggojokan terbentuk busa yang stabil dan bertahan, maka ekstrak positif mengandung saponin (Vifta & Tinasari, 2024).

2.4.3 Pemeriksaan Tanin

Sebanyak 0,5 gram ekstrak dimasukkan kedalam tabung reaksi dilarutkan dengan etil asetat, kemudian ditambahkan FeCl₃ 1%. Warna hitam kebiruan menandakan ekstrak positif mengandung tanin (Vifta & Tinasari, 2024).

2.5 Pembuatan Pasta Gigi

Pembuatan pasta gigi dimulai dengan ditimbang semua bahan sesuai takaran yang telah ditentukan. Tahap pertama Fase A yaitu 3 gram SLS dimasukkan dalam 33 mL Aquades dipanaskan hingga suhu 60 ° Tahap kedua Fase B 4 gram gliserin dicampur dengan 1,5 gram CMC di dalam mortir dan di aduk hingga homogen, Tahap ketiga dicampur Fase A kedalam Fase B, diaduk hingga homogen, ditambahkan sorbitol dan diaduk hingga homogen, ditambahkan sodium benzoat diaduk hingga homogen, ditambahkan mentol diaduk hingga homogen, dan terakhir ditambahkan Eggshell Hydroxyapatite dan diaduk hingga homogen. Komposisi bahan yang digunakan beserta fungsi masing-masing bahan dalam formulasi pasta gigi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Pasta Gigi

Bahan	Fungsi	Formula (%b/v)			
		F0	F1	F2	F3
Ekstrak Parijoto	Zat Aktif	-	10	12,5	15
EHA	Zat Aktif	15	15	15	15
Na.CMC	Binder	1,5	1,5	1,5	1,5
Gliserin	Humektan	4	4	4	4
Sorbitol	Humektan	50	50	50	50
Sodium Benzoat	Pengawet	0,3	0,3	0,3	0,3
SLS	Surfaktan	3	3	3	3
Menthol	Bau	0,5	0,5	0,5	0,5
Aquades	Pelarut	ad 100	ad 100	ad 100	ad 100

2.6 Evaluasi Sediaan Formulasi Pasta Gigi

2.6.1 Uji organoleptis

Pengujian organoleptis pada sediaan pasta gigi dilakukan melalui pengamatan fisik terhadap sampel sebanyak 1 gram, yang mencakup aspek bau, warna, rasa, dan bentuk dengan menggunakan indra manusia. Sediaan dinilai baik jika sesuai dengan standar nasional pasta gigi menurut SNI No. 12 3524-1995, yaitu memiliki tekstur lembut, homogen, tanpa gelembung udara, gumpalan, atau partikel yang terpisah (Rina et al., 2024).

2.6.2 Uji ph

Pengujian ph pasta gigi, pH meter terlebih dahulu dikalibrasi secara internal menggunakan minimal dua larutan penyangga yang disesuaikan dengan rentang pH pengukuran. Setelah dikalibrasi dimasukkan elektroda pH kedalam sediaan pasta gigi, ditunggu hingga muncul pH yang stabil, kemudian di catat hasilnya (Tosani, 2023)

2.6.3 Uji viskositas

Pasta gigi dimasukkan kedalam wadah cup, kemudian viskositasnya diukur menggunakan viskometer dengan *spindle* no 7 dan kecepatan 60 rpm. Berdasarkan standar SNI (12-3524 1995), nilai viskositas pasta gigi berkisar antara 20.000 hingga 50.000 cps (Wahidin et al., 2021).

2.6.4 Uji homogenitas

Untuk menguji homogenitas, pasta gigi yang akan diperiksa ditimbang sebanyak 0,1 gram di atas gelas objek guna mengobservasi homogenitasnya. Jika tidak ditemukan butiran kasar pada gelas objek tersebut, maka basis pasta gigi dinyatakan homogen sebaliknya, adanya butiran kasar menandakan bahwa basis pasta gigi tidak homogen (Wahidin et al., 2021).

2.6.5 Uji tinggi busa

Pasta gigi sebanyak 1 gram dicampurkan dengan aquadest 10 mL dan dimasukkan kedalam gelas ukur 100 mL. Campuran tersebut dikocok dengan cara membalikkan gelas ukur secara teratur selama 20 detik. Selanjutnya tinggi busa yang terbentuk diamati dan dibiarkan stabil selama 5 menit. Tinggi busa diukur menggunakan mistar (Hidayati et al., 2022)

2.6.6 Uji aktivitas antibakteri

Setelah formula pasta gigi dinyatakan memenuhi syarat, pengujian aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* dan *Staphylococcus aureus* dilakukan melalui metode difusi sumuran. Prosedur diawali dengan inokulasi satu ose biakan murni bakteri pada media *Muller Hinton Agar* (MHA) menggunakan teknik gores, yang dilanjutkan dengan inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Bakteri yang telah tumbuh kemudian disuspensikan ke dalam 10 mL NaCl 0,9% hingga mencapai tingkat kekeruhan yang setara dengan standar McFarland (konsentrasi sel 10 CFU/mL). Sementara itu, media MHA disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, lalu dituang sebanyak 25 mL ke dalam cawan petri steril berdiameter 9 cm dan dibiarkan hingga memadat. Suspensi bakteri *Streptococcus mutans* dan *Staphylococcus aureus* yang telah diencerkan dalam larutan NaCl 0,9% kemudian dioleskan secara merata pada permukaan media MHA menggunakan kapas steril. Setelah itu, dibuat sumuran pada media menggunakan cork borer nomor 3. Masing-masing sumuran diisi dengan sampel pasta gigi pada variasi konsentrasi 10%, 12,5%, dan 15% disertai kontrol negatif berupa F0 serta kontrol positif sebagai pembanding. Seluruh cawan petri kemudian diinkubasi kembali pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah masa inkubasi selesai, diameter zona bening di sekitar sumuran diukur sebagai zona hambat pertumbuhan bakteri yang menunjukkan aktivitas antibakteri dari setiap formula pasta gigi yang diuji (Aborezka et al., 2023).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Ekstraksi Buah Parijoto

Proses ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70%, yang dipilih karena memiliki kemampuan yang baik dalam menarik senyawa aktif yang bersifat polar maupun semi-polar. Etanol 70% diketahui efektif dalam mengekstraksi berbagai metabolit sekunder yang terkandung dalam buah parijoto, seperti flavonoid, tanin, saponin, dan glikosida. Kandungan senyawa tersebut memiliki potensi aktivitas biologis yang penting, terutama sebagai antibakteri dan antioksidan. Penggunaan metode maserasi juga dinilai lebih aman dan sederhana karena tidak melibatkan pemanasan suhu tinggi secara langsung, sehingga dapat membantu mempertahankan kestabilan senyawa bioaktif yang bersifat termolabil. Dengan proses perendaman yang berlangsung optimal, senyawa aktif di dalam simplisia dapat berdifusi secara maksimal ke dalam pelarut, sehingga menghasilkan ekstrak dengan kandungan senyawa yang lebih baik (Luhurningtyas et al., 2021).

3.2 Skrining fitokimia

Ekstrak buah parijoto yang diperoleh selanjutnya dilakukan skrining fitokimia untuk mengidentifikasi keberadaan golongan senyawa metabolit sekunder yang berpotensi memberikan aktivitas biologis pada sediaan pasta gigi. Hasil identifikasi golongan senyawa metabolit sekunder pada ekstrak buah parijoto disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil skrining fitokimia ekstrak buah parijoto

Golongan senyawa	Hasil uji fitokimis	Keterangan
Flavonoid	Biru kuning	+
Tanin	Hitam	+
Saponin	Terbentuk Busa stabil	+

keterangan: (+) mengandung golongan senyawa dan (-) tidak mengandung golongan senyawa

Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak buah parijoto mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder, yaitu flavonoid, tanin, dan saponin. Keberadaan senyawa-senyawa tersebut menunjukkan bahwa buah parijoto memiliki potensi aktivitas biologis yang dapat dimanfaatkan dalam bidang kesehatan, khususnya sebagai bahan aktif alami dalam sediaan farmasi dan kesehatan gigi. Pada pengujian flavonoid, hasil positif ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna menjadi biru kekuningan. Flavonoid dikenal sebagai senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri, sehingga berpotensi membantu menghambat pertumbuhan bakteri penyebab gangguan kesehatan gigi dan mulut. Pengujian tanin menunjukkan hasil positif yang ditandai dengan perubahan warna menjadi hitam. Reaksi ini mengindikasikan adanya kandungan tanin di dalam ekstrak buah parijoto. Tanin merupakan senyawa fenolik yang memiliki kemampuan sebagai antibakteri karena dapat menghambat aktivitas enzim dan merusak membran sel

mikroorganisme pengujian saponin menunjukkan hasil positif dengan terbentuknya busa yang stabil setelah pengocokan. Terbentuknya busa tersebut menjadi indikator adanya kandungan saponin dalam ekstrak buah parijoto. Saponin memiliki sifat sebagai surfaktan alami yang mampu menurunkan tegangan permukaan serta berpotensi memiliki aktivitas antibakteri dengan cara merusak membran sel bakteri. pengujian saponin menunjukkan hasil positif dengan terbentuknya busa yang stabil setelah pengocokan. Terbentuknya busa tersebut menjadi indikator adanya kandungan saponin dalam ekstrak buah parijoto. Saponin memiliki sifat sebagai surfaktan alami yang mampu menurunkan tegangan permukaan serta berpotensi memiliki aktivitas antibakteri dengan cara merusak membran sel bakteri (Farida et al., 2021)

3.3 Uji organoleptis

Uji organoleptis pada sediaan pasta gigi bertujuan untuk menilai karakteristik fisik produk melalui pengamatan menggunakan pancaindra, seperti warna, aroma, rasa, serta tekstur atau konsistensi sediaan. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa pasta gigi memiliki tampilan yang baik, tetap stabil selama penyimpanan, dan nyaman digunakan sehingga dapat diterima oleh konsumen.

Evaluasi organoleptik dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik sediaan pasta gigi meliputi tekstur, warna, dan bau sebelum serta sesudah *cycling test*. Pengamatan ini bertujuan untuk menilai kestabilan fisik sediaan selama penyimpanan sehingga pasta gigi tetap memiliki tampilan yang baik dan nyaman digunakan. Hasil pengamatan organoleptik sediaan pasta gigi ekstrak buah parijoto disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengamatan organoleptis sediaan pasta gigi ekstrak buah parijoto

Formula	Pemeriksaan	Pengamatan	
		Sebelum cycling test	Sesudah cycling test
F0	Tekstur	Encer	Encer
	Warna	Putih	Putih
	Bau	Khas mentol	Khas mentol
F1	Tekstur	Semi padat	Semi padat
	Warna	Hitam	Hitam
	Bau	Khas mentol	Khas mentol
F2	Tekstur	Semi padat	Semi padat
	Warna	Hitam	Hitam
	Bau	Khas mentol	Khas mentol
F3	Tekstur	Semi padat	Semi padat
	Warna	Hitam	Hitam
	Bau	Khas mentol	Khas mentol

Keterangan pada formulasi pasta gigi tersebut menunjukkan bahwa F0 merupakan formula pasta gigi tanpa penambahan ekstrak buah parijoto yang digunakan sebagai kontrol. Sementara itu, F1 merupakan formula pasta gigi dengan konsentrasi ekstrak buah parijoto sebesar 10%, F2 menggunakan konsentrasi 12,5%, dan F3 menggunakan konsentrasi ekstrak buah parijoto sebesar 15% untuk melihat pengaruh perbedaan konsentrasi terhadap hasil penelitian.

Hasil pengamatan organoleptik terhadap formula pasta gigi F0, F1, F2, dan F3 sebelum maupun sesudah *cycling test* menunjukkan bahwa seluruh formula memiliki kestabilan fisik yang baik selama masa penyimpanan. Hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya perubahan warna, bau, maupun tekstur pada seluruh formula setelah *cycling test* pada. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sediaan pasta gigi memiliki stabilitas organoleptik yang baik serta mampu mempertahankan karakteristik fisiknya selama proses *cycling test* (Test, 2026).

3.4 Uji pH

Tujuan uji pH pada sediaan pasta gigi adalah untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan sediaan sehingga dapat dipastikan aman digunakan pada rongga mulut dan tidak menyebabkan iritasi pada jaringan mulut maupun kerusakan enamel gigi. Pengujian pH juga dilakukan untuk memastikan bahwa formulasi pasta gigi memiliki stabilitas yang baik sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan. Hasil pengujian pH sediaan pasta gigi sebelum dan sesudah *cycling test* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian pH

Formula	Pengamatan	
	Sebelum cycling test	Sesudah cycling test
	Rata-rata ± SD	Rata-rata ± SD
F0	7,39 ± 0,3245	7,87 ± 0,5918
F1	8,41 ± 0,3055	7,44 ± 0,3241
F2	8,24 ± 0,1553	7,33 ± 0,4082
F3	7,41 ± 0,2532	7,40 ± 0,1625

Berdasarkan data pada Tabel 4, hasil pengujian pH menunjukkan bahwa seluruh formula pasta gigi mengalami perubahan pH yang kecil setelah dilakukancycling test, namun nilainya masih tergolong stabil. Formula kontrol (F0) (tanpa ekstrak parijoto) memiliki pH awal sebesar 7,39 ± 0,3245 dan sedikit naik menjadi 7,87 ± 0,5918 setelah *cycling test*. Pada

formula yang mengandung ekstrak buah parijoto, nilai pH awal cenderung lebih tinggi, yaitu F1 (ekstrak 10%) sebesar $8,41 \pm 0,3055$, F2 (ekstrak 12,5%) sebesar $8,24 \pm 0,1553$, dan F3 (ekstrak 15%) sebesar $7,41 \pm 0,2532$. Setelah melalui proses *cyling test*, pH masing-masing formula mengalami penurunan menjadi $7,44 \pm 0,3241$ pada F1 (ekstrak 10%), $7,33 \pm 0,4082$ pada F2 (ekstrak 12,5%), dan $7,40 \pm 0,1625$ pada F3 (ekstrak 15%). Berdasarkan SNI 12-3524-1995, nilai pH yang disyaratkan untuk sediaan pasta gigi berkisar antara 4,5 hingga 10,5 (Miah et al., 2020). Secara keseluruhan pH sudah memenuhi syarat sediaan pasta gigi.

Berdasarkan hasil uji Tukey HSD pada parameter pH menunjukkan bahwa seluruh nilai signifikansi (Sig.) antar kelompok formula F0 (tanpa ekstrak), F1 (ekstrak 10%), F2 (ekstrak 12,5%), dan F3 (ekstrak 15%) memiliki nilai ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai pH antar seluruh formula pasta gigi yang diuji. Seluruh nilai tersebut ($p > 0,05$) sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi ekstrak tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pH sediaan pasta gigi. Dengan demikian, seluruh formula memiliki kestabilan pH yang relatif sama dan masih berada dalam rentang yang dapat diterima untuk sediaan pasta gigi.

3.5 Uji viskositas

Uji viskositas pada sediaan pasta gigi bertujuan untuk mengukur tingkat kekentalan produk agar diketahui apakah sediaan memiliki konsistensi yang sesuai, mudah dikeluarkan dari wadah, nyaman saat digunakan, dan dapat tersebar merata pada permukaan gigi. Hasil pengujian viskositas sediaan pasta gigi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian viskositas

Formula	Pengamatan	
	Sebelum <i>cyling test</i> Rata-rata \pm SD (cps)	Sesudah <i>cyling test</i> Rata-rata \pm SD (cps)
F0	24180 \pm 3388,55	14070 \pm 809,03
F1	38733 \pm 1851,55	46600 \pm 866,54
F2	39717 \pm 980,15	43090 \pm 3136,61
F3	36620 \pm 1700,09	41910 \pm 2200,27

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 5, diperoleh data bahwa masing-masing formula pasta gigi menunjukkan nilai viskositas yang berbeda sebelum dan sesudah *cyling test*. Formula kontrol (F0) memiliki viskositas awal sebesar 24180 cps \pm 3388,55, kemudian menurun menjadi 14070 cps \pm 809,03, setelah penyimpanan. Penurunan tersebut mengindikasikan bahwa formula tanpa penambahan ekstrak buah parijoto mengalami penurunan tingkat kekentalan selama proses penyimpanan.

Sementara itu, formula yang mengandung ekstrak buah parijoto menunjukkan nilai viskositas yang lebih tinggi dibandingkan formula kontrol. Formula F1 (ekstrak 10%) mengalami peningkatan viskositas dari 38733 cps \pm 1851,55 menjadi 46600 cps \pm 866,54 setelah *cyling test*. Pada formula F2 (12,5%) terjadi kenaikan dari 39717 cps \pm 980,15 menjadi 43090 cps \pm 3136,61, sedangkan formula F3 (ekstrak 15%) mengalami kenaikan dari 36620 cps \pm 1700,09 menjadi 41910 cps \pm 2200,27. Berdasarkan standar SNI (12-3524 1995), nilai viskositas pasta gigi berkisar antara 20.000 hingga 50.000 cps. Perubahan nilai viskositas pada ketiga formula tersebut tergolong kecil sehingga menandakan bahwa sediaan tetap stabil secara fisik selama penyimpanan (Gusnawati et al., 2022).

Berdasarkan hasil uji Tukey HSD pada parameter viskositas menunjukkan adanya beberapa perbedaan yang signifikan antar formula. Hal ini ditunjukkan oleh nilai signifikansi (Sig.) ($p < 0,05$) pada beberapa kelompok perbandingan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Formula 0 (tanpa ekstrak) memiliki viskositas yang berbeda secara signifikan dibandingkan Formula 1 (ekstrak 10%), Formula 2 (ekstrak 12,5%), dan Formula 3 (ekstrak 15%). Perbedaan dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi ekstrak atau komposisi bahan aktif pada formula perlakuan yang menyebabkan perubahan kekentalan sediaan.

3.6 Uji homogenitas

Tujuan uji homogenitas pada sediaan pasta gigi adalah untuk mengetahui apakah seluruh komponen bahan dalam formula tercampur secara merata sehingga menghasilkan sediaan yang seragam, stabil, dan memiliki kualitas yang baik. Hasil uji homogenitas sediaan pasta gigi sebelum dan sesudah *cyling test* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji homogenitas

Formula	Pengamatan	
	Sebelum <i>cyling test</i>	Sesudah <i>cyling test</i>
F0	Kurang homogen	Kurang homogen
F1	Kurang homogen	Kurang homogen
F2	Kurang homogen	Kurang homogen
F3	Kurang homogen	Kurang homogen

Berdasarkan hasil uji homogenitas pada Tabel 6, diketahui bahwa seluruh formula pasta gigi, baik formula kontrol (F0) maupun formula yang mengandung ekstrak buah parijoto (F1, F2, dan F3), menunjukkan hasil kurang homogen, terdapat partikel kasar berupa EHA, baik sebelum maupun sesudah *cyling test*. Munculnya partikel kasar pada sediaan

pasta gigi diduga disebabkan oleh proses pengondisian *Eggshell Hydroxyapatite* (EHA) yang belum optimal sehingga partikel hidroksiapatit belum terdispersi secara merata di dalam basis pasta gigi. Selain itu, adanya interaksi antara hidroksiapatit dengan Sodium Lauryl Sulfate (SLS) sebagai surfaktan diduga turut memengaruhi stabilitas dispersi partikel. SLS diketahui memiliki afinitas tinggi terhadap hidroksiapatit melalui interaksi elektrostatis dengan ion kalsium pada permukaan hidroksiapatit, sehingga dapat menyebabkan aglomerasi partikel apabila proses homogenisasi formula tidak dilakukan secara optimal (Anwar et al., 2025). Hal ini menyebabkan terjadinya penggumpalan partikel sehingga sediaan menjadi kurang homogen. Suatu sediaan pasta gigi sebaiknya tidak mengandung partikel maupun gumpalan kasar ketika diraba, sehingga seluruh bahan dalam formula harus tercampur secara merata. (Kresnawati et al., 2023). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ketiga formula memiliki warna dan struktur yang seragam serta tidak ditemukan adanya butiran kecil sehingga tidak homogen.

3.7 Uji tinggi busa

Tujuan pengujian tinggi busa pada sediaan pasta gigi adalah untuk mengetahui kemampuan formula dalam menghasilkan busa yang cukup selama penggunaan, sehingga dapat meningkatkan kenyamanan, membantu proses pembersihan gigi, dan mempermudah penyebaran pasta gigi di rongga mulut. Hasil pengujian tinggi busa sediaan pasta gigi disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji tinggi busa

Formula	Pengamatan	
	Sebelum cyling test Rata-rata ± SD (cm)	Sesudah cyling test Rata-rata ± SD (cm)
F0	5,06 ± 0,32146	1,56 ± 0,40415
F1	4,73 ± 0,20817	2,06 ± 0,05774
F2	5,66 ± 0,50332	2,13 ± 0,11547
F3	5,76 ± 0,70238	1,93 ± 0,11547

Berdasarkan hasil uji tinggi busa pada Tabel 8, diketahui bahwa seluruh formula pasta gigi mengalami penurunan tinggi busa setelah cyling test. Sebelum cyling test, formula F0 (tanpa ekstrak) memiliki tinggi busa sebesar 5,06 cm ± 0,32146, F1 (ekstrak 10%) sebesar 4,73 cm ± 0,20817, F2 (ekstrak 12,5%) sebesar 5,66 cm ± 0,50332, dan F3 (ekstrak 15%) sebesar 5,76 cm ± 0,70238. Setelah cyling test, tinggi busa seluruh formula menurun menjadi 1,56 cm ± 0,40415 pada F0 (tanpa ekstrak), 2,06 cm ± 0,05774 pada F1 (ekstrak 10%), 2,13 cm ± 0,11547 pada F2 (ekstrak 12,5%), dan 1,93 cm ± 0,11547 pada F3 (ekstrak 15%).

Berdasarkan hasil *Post Hoc Test* menggunakan metode Games-Howell pada parameter tinggi busa, diperoleh bahwa seluruh perbandingan antar formula F0 (tanpa ekstrak), F1 (ekstrak 10%), F2 (ekstrak 12,5%), dan F3 (ekstrak 15%) memiliki nilai signifikansi (Sig.) ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap tinggi busa pada seluruh formula pasta gigi yang diuji. Karena seluruh nilai signifikansi ($p > 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi ekstrak pada formula pasta gigi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi busa yang dihasilkan. Dengan demikian, seluruh formula memiliki kemampuan pembentukan busa yang relatif sama.

3.8 Uji antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan untuk mengetahui kemampuan sediaan pasta gigi dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* melalui pengukuran diameter zona hambat yang terbentuk. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas antibakteri dari masing-masing formula pasta gigi terhadap bakteri uji. Hasil pengukuran diameter zona hambat terhadap *Staphylococcus aureus* disajikan pada Tabel 8. Dan hasil pengukuran diameter zona hambat terhadap *Streptococcus mutans* disajikan pada Tabel 9.

Tabel 8. *Staphylococcus aureus*

Nilai Diameter Zona Hambat Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> (n=3)		
Formula	Rata-rata ± SD (cm)	Keterangan
Kontrol +	1,63 ± 0,14433	kuat
Kontrol -	1,66 ± 0,24664	kuat
F1	1,60 ± 0,08660	kuat
F2	1,83 ± 0,32145	kuat
F3	1,70 ± 0,05011	kuat

Tabel 9. *Streptococcus mutans*

Nilai Diameter Zona Hambat Bakteri <i>Staphylococcus mutans</i> (n=3)		
Formula	Rata-rata ± SD (cm)	Keterangan
Kontrol +	1,66 ± 0,24664	kuat
Kontrol -	1,53 ± 0,02886	kuat
F1	1,45 ± 0,05100	kuat

Nilai Diameter Zona Hambat Bakteri <i>Staphylococcus mutans</i> (n=3)		
Formula	Rata-rata ± SD (cm)	Keterangan
F2	1,48 ± 0,10408	kuat
F3	1,50 ± 0,05002	kuat

Keterangan pada kelompok formulasi penelitian menunjukkan bahwa kontrol positif merupakan pasta gigi yang telah tersedia di pasaran dan digunakan sebagai pembanding terhadap formula yang dikembangkan. F0 sebagai kontrol negatif merupakan formula pasta gigi tanpa penambahan ekstrak buah parijoto. Selanjutnya, F1 merupakan formula pasta gigi dengan konsentrasi ekstrak buah parijoto sebesar 10%, F2 menggunakan konsentrasi 12,5%, sedangkan F3 menggunakan konsentrasi ekstrak buah parijoto sebesar 15% untuk mengamati pengaruh perbedaan konsentrasi terhadap hasil penelitian.

Berdasarkan hasil uji antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*, Formula 1 hingga Formula 3 menunjukkan nilai rata-rata zona hambat yang tergolong kuat, yaitu 10-20 mm. Sementara itu, pada pengujian terhadap bakteri *Streptococcus mutans*, Formula 1 Formula 2, dan Formula 3 menunjukkan daya hambat kategori kuat dengan diameter zona hambat 10–20 mm, Berdasarkan klasifikasi respons daya hambat antibakteri, diameter zona bening sekitar 5 mm dikategorikan lemah, 5–10 mm sedang, 10–20 mm kuat, dan lebih dari 20 mm sangat kuat. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sediaan pasta gigi yang diuji memiliki aktivitas antibakteri yang baik hingga kuat terhadap kedua bakteri uji, bahkan menunjukkan potensi yang lebih baik dibandingkan pasta gigi pembanding yang beredar di pasaran.(Putri et al., 2023).

Aktivitas antibakteri pada sediaan pasta gigi diduga berasal dari kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak buah parijoto, seperti fenol, flavonoid, saponin, dan tanin yang telah teridentifikasi melalui uji fitokimia. Senyawa-senyawa tersebut diketahui memiliki kemampuan antibakteri melalui mekanisme kerja yang berbeda namun saling mendukung secara sinergis dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Flavonoid berperan sebagai antibakteri dengan cara menghambat sintesis asam nukleat, mengganggu fungsi membran sitoplasma, serta menghambat metabolisme energi sel bakteri sehingga aktivitas pertumbuhan bakteri menjadi terganggu (Górniak et al., 2019).

Tanin juga diketahui mempunyai aktivitas antibakteri dengan cara mengganggu pembentukan dinding sel bakteri melalui interaksi dengan protein dan polipeptida pada dinding sel, sehingga struktur dinding sel menjadi tidak sempurna dan menyebabkan lisis sel. Di samping itu, sifat saponin yang mampu menurunkan tegangan permukaan menyebabkan permeabilitas dinding sel meningkat, sehingga komponen intraseluler keluar dan akhirnya mengakibatkan kematian sel bakteri. Dengan adanya kombinasi mekanisme kerja dari berbagai senyawa aktif tersebut, ekstrak buah parijoto diduga mampu memberikan aktivitas antibakteri yang efektif terhadap bakteri penyebab masalah kesehatan gigi dan mulut (Milanda & Barliana, 2021).

Kontrol positif dan kontrol negatif memiliki zona hambat yang sangat kuat dikarenakan mengandung SLS, yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri karena termasuk surfaktan anionik yang dapat merusak struktur membran sel bakteri. Mekanisme kerja SLS yaitu dengan menurunkan tegangan permukaan serta melarutkan komponen lipid pada membran sel, sehingga permeabilitas membran meningkat. Kondisi tersebut menyebabkan komponen di dalam sel bakteri keluar dan proses metabolisme sel menjadi terganggu, sehingga pertumbuhan bakteri dapat terhambat bahkan menyebabkan kematian bakteri pada konsentrasi tertentu. Secara keseluruhan, menunjukkan bahwa sediaan pasta gigi memiliki aktivitas antibakteri yang cukup baik apabila dibandingkan dengan pasta gigi pembanding yang tersedia di pasaran.(Shi et al., 2024)

Berdasarkan uji statistik lanjutan Kruskal-Wallis, menunjukkan bahwa seluruh perbandingan antar kelompok memiliki nilai ($p > 0,05$). Karena nilai signifikansi tersebut lebih besar dibandingkan taraf signifikansi 0,05 ($0,565 > 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi yang diberikan pada kelima formula memberikan perbedaan yang tidak signifikan terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Dengan demikian, variasi konsentrasi ekstrak pada masing-masing formula tidak memberikan pengaruh terhadap diameter zona hambat yang dihasilkan. Dengan kata lain, variasi konsentrasi ekstrak pada masing-masing formula tidak memberikan pengaruh terhadap diameter zona hambat yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil uji Kruskal-Wallis, diperoleh nilai Asymp. Sig. sebesar 0,291. Karena nilai signifikansi tersebut lebih besar dibandingkan taraf signifikansi 0,05 ($0,291 > 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa variasi konsentrasi yang diberikan pada kelima formula memberikan perbedaan yang tidak signifikan terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. Dengan demikian, variasi konsentrasi ekstrak pada masing-masing formula tidak memberikan pengaruh terhadap diameter zona hambat yang dihasilkan.



(a) *Staphylococcus aureus* (b) *Streptococcus mutans*

Gambar 1. Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus mutans*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, formulasi sediaan pasta gigi kombinasi ekstrak buah parijoto (*Medinilla speciosa*) dan Eggshell Hydroxyapatite (EHA) menunjukkan hasil evaluasi fisik yang bervariasi pada beberapa parameter pengujian. Hasil evaluasi organoleptik menunjukkan bahwa seluruh formula mampu mempertahankan warna, aroma, dan tekstur sediaan baik sebelum maupun sesudah penyimpanan pada suhu ekstrem, sehingga secara visual sediaan relatif stabil selama proses *cycling test*. Hasil pengujian pH menunjukkan bahwa seluruh formula masih berada dalam rentang standar mutu pasta gigi sesuai persyaratan, sehingga dinilai masih sesuai untuk penggunaan pada rongga mulut. Pengujian viskositas menunjukkan bahwa sebagian besar formula memiliki tingkat kekentalan yang berada dalam rentang standar dan relatif stabil setelah *cycling test*, meskipun terdapat variasi nilai viskositas antar formula. Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa seluruh formula menghasilkan zona hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus mutans*. Formula dengan konsentrasi ekstrak parijoto tertinggi (F2) pada bakteri *Staphylococcus aureus* menunjukkan nilai rata-rata daya hambat yang lebih besar dibanding formula lain secara deskriptif. Namun, berdasarkan hasil analisis statistik lanjutan Kruskal-Wallis, perbedaan antarformula tidak menunjukkan signifikansi ($p > 0,05$), sehingga peningkatan konsentrasi ekstrak buah parijoto belum dapat dinyatakan memberikan pengaruh bermakna terhadap aktivitas antibakteri sediaan. Keberadaan EHA di dalam formula diduga berpotensi mendukung kualitas sediaan melalui sifat biokompatibilitas dan bioaktivitasnya serta potensinya dalam membantu proses remineralisasi enamel gigi. Namun, peran tersebut dalam penelitian ini belum dievaluasi secara spesifik sehingga masih memerlukan kajian lebih lanjut. Penelitian ini juga menunjukkan beberapa keterbatasan yang penting untuk diperhatikan. Hasil uji homogenitas memperlihatkan bahwa di dalam formula, masih ditemukan partikel-partikel yang menggumpal pada sediaan. Temuan ini menunjukkan bahwa formulasi belum sepenuhnya optimal, meskipun beberapa parameter fisik lain seperti organoleptik, pH, dan viskositas menunjukkan hasil yang relatif stabil. Kondisi tersebut disebabkan karena partikel Eggshell Hydroxyapatite (EHA) yang belum terdispersi secara merata pada basis pasta gigi. Selain itu, ukuran partikel EHA yang relatif besar serta kecenderungan mengalami agregasi diduga turut memengaruhi tingkat homogenitas sediaan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melakukan optimasi formulasi, khususnya melalui pengembangan ukuran partikel EHA menjadi nano-hydroxyapatite agar kemampuan dispersi dalam basis pasta gigi dapat meningkat dan homogenitas sediaan menjadi lebih baik. Penggunaan partikel berukuran nano juga berpotensi meningkatkan luas permukaan kontak dengan enamel sehingga mendukung proses remineralisasi secara lebih optimal. Aktivitas antibakteri yang diamati pada seluruh formula diduga berkaitan dengan kandungan metabolit sekunder ekstrak buah parijoto, seperti flavonoid, tanin, dan saponin, meskipun pengaruh peningkatan konsentrasi ekstrak terhadap efektivitas antibakteri belum menunjukkan perbedaan bermakna secara statistik.

REFERENCES

- Aborezka, E. A., Abdel-Fattah, G. M., Elhawary, Y. M., & Abdelhafez, M. S. (2023). Antibacterial activity of some plant extracts against *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus mutans* isolated from tooth decay. *Mansoura Journal of Biology*, 65(4), 17–23. <https://doi.org/10.21608/mjb.2023.449554>
- Aliyyu, W. C., Riva, F. A., Anabel, S. M. P., Dwiandhono, I., Satrio, R., & Sari, D. N. I. (2024). Nano-Hydroxyapatite toothpaste of rice field snail shell combined with basil leaf extract as a remineralizing and antibacterial agent to prevent dental caries. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 16(11), e1323–e1331. <https://doi.org/10.4317/jced.62073>
- Anwar, A. I., Ruslin, M., Marlina, E., & Hasanuddin, H. (2025). *Physicochemical analysis and application of sardinella fimbriata-derived hydroxyapatite in toothpaste formulations*. <https://link.springer.com/article/10.1186/s12903-025-05557-7>
- Farida, R. N., Vifta, R. L., & Erwiyani, A. R. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Buah Parijoto (*Medinilla Speciosa* B.) Dengan Perbandingan Pelarut Etanol 70% Dan Etanol 96% Terhadap Bakteri *Pseudomonas Aeruginosa*. *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 4(1). <https://doi.org/10.35473/ijpnp.v4i1.806>
- Górnjak, I., Bartoszewski, R., & Króliczewski, J. (2019). Comprehensive review of antimicrobial activities of plant flavonoids. In *Phytochemistry Reviews* (Vol. 18, Issue 1). <https://doi.org/10.1007/s11101-018-9591-z>
- Gusnawati, G., Sabara, Z., Munira, M., & Bakhri, S. (2022). Karakterisasi Mutu Pasta Gigi Dengan Penambahan Garam Dan Virgin Coconut Oil (Vco) Ditinjau Dari Sni 12-3524-1995. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 17(1), 41. <https://doi.org/10.33104/jihp.v17i1.7637>
- Hastuti, I. T. M., & Fatkhurrohman, F. (2025). Determinan Sosial Kejadian Karies Gigi pada Usia Dewasa Muda. *Sinnun Maxillofacial Journal*, 7(01), 53–64. <https://doi.org/10.33096/smj.v7i01.167>
- Hidayati, N., Hana, C., & Ana, M. (2022). *Formulasi dan Uji Sifat Fisis Pasta Gigi Gel Ekstrak Daun Mangga Bacang (Mangifera Foetida Lour.) dengan Kombinasi Konsentrasi Na CMC dan Carbomer*. 13(1), 91–98. <https://ejournal.umkla.ac.id/index.php/cerata/article/download/609/275>
- Kresnawati, Y., Tinggi, S., Farmasi, I., & Pharmasi, Y. (2023). *Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Pasta Gigi Ekstrak Buah Delima Merah (Punica granatum L.)*. 12(3), 321–327. <https://repository.stifar.ac.id/Repository/article/download/620/1124>
- Lubojanski, A., Piesiak-panczyszyn, D., Zakrzewski, W., & Dobrzynski, W. (2023). *The Safety of Fluoride Compounds and Their Effect on the Human Body — A Narrative Review*. 1–21. <https://www.mdpi.com/1996-1944/16/3/1242>
- Luhurningtyas, F. P., Putra, R., & Surya, A. (2021). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 70% dan 96% Buah Parijoto Asal Bandungan dan Profil Kromatografinya. *Pharmaceutical and Biomedical Sciences Journal*, 3(1), 39–44. <https://pdfs.semanticscholar.org/5b16/4e3c8b81539e425334575ad2006f521558ae.pdf>
- Miah, F., Hasibuan, S., Dalimunthe, I., Lubis, M. S., & Rani, Z. (2020). The preparation of nanoextract from kasturi orange peel (*Citrus microcarpa*) and its formulation as toothpaste Pembuatan nanoekstrak dari kulit buah jeruk kasturi (*Citrus microcarpa*) dan formulasinya sebagai pasta gigi. *Journal of Pharmaceutical and Sciences Electronic*, 8(1), 32–41. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com>

- Milanda, T., & Barliana, M. I. (2021). *Aktivitas Antibakteri Parijoto (Medinilla speciosa Bunga) Ekstrak Buah Terhadap Isolat Klinis Salmonella typhi Dan Shigella disentri Ini*. 6(1). <https://doi.org/10.15416/pcpr.v4i3.31992>
- Noviyana, N. J., Ellysia, A., & Putri, A. (2026). *Pembuatan Hydroxyapatite dari Limbah Cangkang Telur Bebek Menggunakan Metode Sol Gel dengan Pelarut Asam Nitrat*. 14(1). <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jtt/article/view/2459>
- Putri, R. N., Wahidah, S. N., Hosiyah, Hafidz, I. T. Al, & Faisal. (2023). Uji Daya Hambat Antimikroba Secara Difusi Sumuran dan Difusi Paper Disk. Era Sains : Journal of Science, Engineering and Information Systems Research, 1(4), 28-33. *Journal of Science, Engineering and Information Systems Research*, 1(4), 28–33. <https://jurnal.eraliterasi.com/index.php/erasains/article/download/166/152>
- Rina, A., Eff, Y., Ramadhani, R. D., Hermanus, D., & Hurit, E. (2024). Formulasi Pasta Gigi Herbal Ekstrak Etanol Daun Rosemary (Rosmarinus officinalis Linn.). *Archives Pharmacia*, 6(1), 1–11. <https://ejournal.esaunggul.ac.id/index.php/AP/article/view/7462>
- Sari, M., Ramadhanti, D. M., Amalina, R., Chotimah, Ana, I. D., & Yusuf, Y. (2022). Development of a hydroxyapatite nanoparticle-based gel for enamel remineralization —A physicochemical properties and cell viability assay analysis. *Dental Materials Journal*, 41(1), 68–77. <https://doi.org/10.4012/dmj.2021-102>
- Shi, Q., Sun, L., Gao, J., Li, F., Chen, D., Shi, T., Tan, Y., Chang, H., Liu, X., Kang, J., Lu, F., Huang, Z., & Zhao, H. (2024). Effects of sodium lauryl sulfate and postbiotic toothpaste on oral microecology. *Journal of Oral Microbiology*, 16(1). <https://doi.org/10.1080/20002297.2024.2372224>
- Siqhny, Z. D., Azkia, M. N., & Kunarto, B. (2020). Karakteristik Nanoemulsi Ekstrak Buah Parijoto (Medinilla speciosa Blume). *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 15(1), 1–10. <https://doi.org/10.26623/jtphp.v15i1.1888>
- Test, C. (2026). Sains Medisina. *Uji Stabilitas Pasta Gigi Ekstrak Bahan Alam Metode Cycling Test*, 4(4), 478–483. <https://doi.org/10.63004/snsmed.v4i4.1076>
- Tosani, N. (2023). Jurnal Penelitian Sains. *Perbandingan Unjuk Kinerja Berbagai Tipe PH-Meter Digital Pada Pengujian Sampel Tanah Dan Air Berdasarkan ISO 17025:2017*, 25(November 2022), 24–28. <https://ejournal.mipa.unsri.ac.id/index.php/jps/article/download/727/647>
- Vifta, R. L., & Tinasari, N. D. (2024). Potensi Ekstrak Buah Parijoto (Medinilla speciosa blume) sebagai Bahan Aktif Sediaan Antioksidan Facial Wash Gel. *Generics: Journal of Research in Pharmacy*, 4(1), 86–94. <https://doi.org/10.14710/genres.v4i1.23035>
- Wahidin, Farid, A. M., & Firmansyah. (2021). Formulasi dan Uji Stabilitas Pasta Gigi Cangkang Telur Ayam Ras (Gallus sp) dengan Variasi Konsentrasi Na.CMC. *Fito Medicine: Journal Pharmacy and Sciences*, 12(2), 121–130. <http://journal.unpacti.ac.id/index.php/fito>