

ORIGINAL RESEARCH

Aktivitas Antibakteri dan Potensi Pasta Kombinasi Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dan Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) terhadap *Streptococcus Mutans* dan Diskolorasi Ekstrinsik Gigi

*Antibacterial Activity and Potential of a Combination Paste of Basil Leaf Extract (*Ocimum basilicum* L.) and Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) against *Streptococcus Mutans* and Extrinsic Tooth Discoloration*



Retno Dwi Sari ^{1*}, Rina Kurnianti ²

OPEN ACCESS

Citation: Sari & Kurnianti (2026). Antibacterial Activity and Potential of a Combination Paste of Basil Leaf Extract (*Ocimum basilicum* L.) and Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) against *Streptococcus Mutans* and Extrinsic Tooth Discoloration. (2026). Kisi Berkelanjutan: Sains Medis Dan Kesehatan, 3(3), e94. <https://kisiberkelanjutan.com/index.php/smk/article/view/94>

Digital Object Identifier:
10.5281/zenodo.23032271

Review Editor: Ahmat Rediansya Putra, S.Tr.Kes., M.Biomed (Health Polytechnic Ministry of Health Kendari, Southeast Sulawesi, Indonesia)

Received: September 06, 2026

Accepted: September 28, 2026

Published: September 30, 2026

Copyright: © 2026 Sari & Kurnianti. This is an open access article distributed under the terms of the

1. Program Studi Diploma Tiga Kesehatan Gigi, Jurusan Kesehatan Gigi, Poltekkes Kemenkes Jambi, Jambi, Indonesia
2. Program Studi Sarjana Terapan Terapi Gigi, Jurusan Kesehatan Gigi, Poltekkes Kemenkes Jambi, Jambi, Indonesia

* *Penulis koresponden: Retno Dwi Sari (retnods61@gmail.com)*

ABSTRAK

Pendahuluan dan Metode

Daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) memiliki berbagai senyawa bioaktif dengan aktivitas antimikroba, sedangkan tomat (*Solanum lycopersicum* L.) telah dilaporkan memiliki potensi dalam perubahan warna gigi. Namun, bukti mengenai penggunaan kombinasi kedua ekstrak dalam satu formulasi pasta masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi aktivitas antibakteri pasta kombinasi ekstrak daun kemangi dan tomat terhadap *Streptococcus mutans* serta mengevaluasi perubahan warna gigi yang mengalami diskolorasi ekstrinsik. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan tiga formulasi pasta kombinasi, yaitu K15+T30 (15% ekstrak kemangi + 30% ekstrak tomat), K30+T15 (30% ekstrak kemangi + 15% ekstrak tomat), dan K30+T30 (30% ekstrak kemangi + 30% ekstrak tomat). Aktivitas

Attribution-ShareAlike 4.0 International license (CC BY-SA 4.0), thus anyone, anywhere has the same opportunity to explore the knowledge and enhance opportunities for scientific discussion.

Funding: Poltekkes Kemenkes Jambi

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

Contributor's Roles: RDS (Conceptualization, Data Curation, Formal Analysis, Funding Acquisition, Investigation, Methodology, Writing – Review & Editing), RK (Data Curation, Formal Analysis, Methodology, Project Administration, Resources, Validation, Writing – Original Draft Preparation, Writing – Review & Editing)

antibakteri terhadap *S. mutans* diuji menggunakan metode difusi sumuran dan dinilai berdasarkan diameter zona hambat. Pengujian perubahan warna dilakukan menggunakan gigi manusia yang telah diberi pewarnaan ekstrinsik menggunakan larutan kopi. Spesimen disikat menggunakan sikat gigi elektrik selama 30 detik dengan masing-masing formulasi pasta dan diamati selama tujuh hari. Perubahan warna dinilai menggunakan VITA Classical shade guide. Data dianalisis menggunakan uji Shapiro–Wilk, Wilcoxon signed-rank, dan Mann–Whitney dengan tingkat kemaknaan $p < 0,05$.

Hasil

Ketiga formulasi menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *S. mutans*. Diameter zona hambat rata-rata K15+T30 dan K30+T15 masing-masing sebesar 8,4 mm, sedangkan K30+T30 menghasilkan zona hambat terbesar sebesar 14,6 mm. Kontrol negatif tidak menghasilkan zona hambat, sedangkan kontrol positif menghasilkan zona hambat sebesar 24,8 mm. Ketiga formulasi menunjukkan perbedaan bermakna dibandingkan kontrol ($p = 0,005$). Pada pengujian perubahan warna, K30+T15 menunjukkan rata-rata perubahan warna tertinggi selama tujuh hari sebesar 1,526. Perubahan warna pada kelompok K30+T15 menunjukkan perbedaan bermakna sejak hari pertama hingga hari ketujuh ($p \leq 0,003$). Namun, perubahan warna yang bermakna juga ditemukan pada kelompok kontrol.

Kesimpulan dan Saran

Pasta kombinasi ekstrak daun kemangi dan tomat menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *S. mutans* dan menunjukkan potensi dalam meningkatkan perubahan warna pada gigi dengan diskolorasi ekstrinsik. K30+T30 menunjukkan aktivitas antibakteri paling tinggi, sedangkan K30+T15 menunjukkan perubahan warna paling besar dan konsisten. Temuan ini mendukung potensi formulasi kombinasi sebagai kandidat bahan aktif pasta gigi herbal multifungsi, tetapi diperlukan penelitian lebih lanjut dengan pengukuran warna instrumental, evaluasi keamanan, stabilitas formulasi, dan penelitian klinis.

Kata Kunci: Antibakteri; Diskolorasi gigi; Kemangi; Pasta gigi; Tomat; *Streptococcus Mutans*

Kontribusi terhadap Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TBP/SDGs)

Penelitian ini berkontribusi pada pencapaian pilar pembangunan sosial dari Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPG/SDGs) ke tiga yaitu kehidupan sehat dan sejahtera dan target 3.b pengembangan obat penyakit tidak menular untuk kesehatan gigi dan mulut.

ABSTRACT

Introduction and Methods

Basil leaves (*Ocimum basilicum* L.) contain various bioactive compounds with antimicrobial activity, while tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) have been reported to exhibit potential in altering tooth color. However, evidence regarding the combined use of both extracts in a single paste formulation remains limited. This study aimed to evaluate the antibacterial activity of a paste formulation combining basil leaf and tomato extracts against *Streptococcus mutans*, as well as to evaluate color changes in teeth with extrinsic discoloration. This was a laboratory experimental study employing three combined paste formulations: K15+T30 (15% basil extract + 30% tomato extract), K30+T15 (30% basil extract + 15% tomato extract), and K30+T30 (30% basil extract + 30% tomato extract). Antibacterial activity against *S. mutans* was tested using the well diffusion method and assessed based on the diameter of the inhibition zone. Color change evaluation was conducted using human teeth subjected to extrinsic staining with a coffee solution. The specimens were brushed using an electric toothbrush for 30 seconds with each paste formulation and observed for seven days. Color changes were evaluated using the VITA Classical shade guide. Data were analyzed using the Shapiro–Wilk, Wilcoxon signed-rank, and Mann–Whitney tests with a significance level of $p < 0.05$.

Results

All three formulations demonstrated antibacterial activity against *S. mutans*. The mean inhibition zone diameters for K15+T30 and K30+T15 were 8.4 mm each, whereas K30+T30 produced the largest inhibition zone at 14.6 mm. The negative control did not produce an inhibition zone, while the positive control yielded an inhibition zone of 24.8 mm. The three formulations showed significant differences compared to the controls ($p = 0.005$). In the color change evaluation, K30+T15 exhibited the highest mean color change over seven days at 1.526. The color change in the K30+T15 group demonstrated significant differences from day one to day seven ($p \leq 0.003$). However, significant color changes were also observed in the control group.

Conclusions and Recommendations

The combined paste of basil leaf and tomato extracts demonstrated antibacterial activity against *S. mutans* and showed potential in improving color changes in teeth with extrinsic discoloration. K30+T30 exhibited the highest antibacterial activity, while K30+T15 demonstrated the greatest and most consistent color change. These findings support the potential of the combined formulation as an active ingredient candidate for a multifunctional herbal toothpaste; however, further studies involving instrumental color measurement, safety evaluation, formulation stability, and clinical trials are required.

Keywords: Antibacterial; Basil; *Streptococcus mutans*; Tomato; Tooth discoloration; Toothpaste.

Contribution to Sustainable Development Goals (SDGs)

This research contributes to achieving the social development pillar of the Sustainable Development Goals (SDGs), specifically Goal 3 (Good Health and Well-being) and Target 3.b regarding the research and development of non-communicable disease medicines for oral and dental health.

PENDAHULUAN

Karies gigi merupakan penyakit multifaktorial yang melibatkan interaksi antara jaringan keras gigi, mikroorganisme dalam biofilm, substrat makanan, dan faktor lingkungan. Salah satu mikroorganisme yang berperan penting dalam proses karies adalah *Streptococcus mutans*. Bakteri ini mampu melekat pada permukaan gigi, menghasilkan polisakarida ekstraseluler, membentuk biofilm, serta menghasilkan asam yang berkontribusi terhadap demineralisasi jaringan keras gigi. Pengendalian biofilm merupakan bagian penting dalam pencegahan karies. Penyikatan gigi menggunakan pasta gigi merupakan metode utama pengendalian plak secara mekanis dan dapat dikombinasikan dengan bahan aktif yang mempunyai aktivitas antimikroba. Penggunaan bahan alam sebagai bahan aktif dalam produk perawatan gigi semakin mendapat perhatian karena tanaman mengandung berbagai senyawa bioaktif yang berpotensi memberikan efek biologis.

Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) merupakan tanaman aromatik yang diketahui kaya akan minyak atsiri dan senyawa fenolik. Shahrajabian et al. melaporkan bahwa *O. basilicum* mengandung berbagai komponen kimia yang berhubungan dengan aktivitas biologis, termasuk aktivitas antimikroba. (1) Penelitian terhadap minyak *O. basilicum* juga menunjukkan kemampuan menghambat pertumbuhan dan pembentukan biofilm *S. mutans* dan *S. Sobrinus* (2). Aktivitas antibakteri kemangi terhadap *S. mutans* juga telah dilaporkan pada penelitian Syahrul dan Syahriel (2021). Ekstrak daun kemangi pada konsentrasi tertentu mampu menghambat pertumbuhan *S. mutans*, dengan konsentrasi 3,5% dilaporkan sebagai konsentrasi optimal dalam penelitian tersebut. (3) Temuan tersebut menunjukkan bahwa kemangi mempunyai potensi sebagai sumber bahan antibakteri untuk pengembangan produk kesehatan gigi.

Selain kemangi, tomat (*Solanum lycopersicum* L.) juga memiliki potensi sebagai bahan aktif dalam produk kesehatan gigi. Ekstrak etanol tomat telah dilaporkan mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *S. mutans* dan *Porphyromonas gingivalis*. (4) Aktivitas tersebut diduga berkaitan dengan berbagai senyawa bioaktif yang terdapat dalam tomat. Selain aktivitas antibakteri, perubahan warna gigi merupakan salah satu aspek yang penting dalam perawatan kesehatan dan estetika gigi. Diskolorasi ekstrinsik dapat berasal dari akumulasi kromogen pada permukaan gigi, antara lain akibat konsumsi kopi dan teh. Penghilangan stain ekstrinsik dapat terjadi melalui kombinasi mekanisme mekanis dan kimiawi. Joiner dan Luo (2017) menjelaskan bahwa warna dan whiteness gigi dipengaruhi oleh karakteristik optik gigi serta proses penghilangan atau perubahan kromogen. (5)

Pemutihan gigi secara kimiawi umumnya melibatkan proses oksidasi molekul kromogen. Kwon dan Wertz menjelaskan bahwa hidrogen peroksida merupakan salah satu bahan utama dalam proses bleaching karena dapat menghasilkan spesies oksidatif yang memecah molekul penyebab warna. (6) Sementara itu, Epple et al. (2019) menekankan bahwa konsep modern pemutihan gigi melibatkan interaksi antara bahan pemutih, kromogen, dan sifat optik jaringan gigi. (7)

Potensi tomat terhadap perubahan warna gigi telah dilaporkan dalam beberapa penelitian. Priyambodo et al. (2024) mengevaluasi ekstrak etanol *S. lycopersicum* dalam formulasi pasta gigi dan melaporkan adanya potensi peningkatan kecerahan gigi dengan peningkatan konsentrasi ekstrak. (8) Hendarmin et al. (2024) juga melaporkan bahwa *tomato juice patch* menunjukkan potensi dalam proses pemutihan gigi berdasarkan pengukuran perubahan warna secara instrumental. (9)

Meskipun kemangi dan tomat secara terpisah telah menunjukkan potensi antibakteri dan antidiskolorasi, penelitian mengenai kombinasi kedua ekstrak dalam satu formulasi pasta masih terbatas. Kombinasi tersebut menarik karena dapat menghasilkan sediaan dengan dua fungsi potensial, yaitu membantu mengendalikan bakteri kariogenik dan membantu mengurangi stain ekstrinsik.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri dan potensi antidiskolorasi pasta kombinasi ekstrak daun kemangi dan tomat. Penelitian ini secara khusus membandingkan tiga formulasi dengan konsentrasi ekstrak yang berbeda terhadap *S. mutans* dan perubahan warna gigi selama tujuh hari.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Agustus tahun 2026 di tiga lokasi, yaitu Laboratorium Jurusan Farmasi, Laboratorium Jurusan Teknologi Laboratorium Medis (TLM), dan Laboratorium Jurusan Kesehatan Gigi. Penelitian ini menggunakan desain kuasi-eksperimental laboratorik.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ekstrak daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.), ekstrak tomat (*Solanum lycopersicum* L.), natrium karboksimetil selulosa (Na-CMC) sebagai basis pasta, Tween 80 sebagai kosolven, gliserin sebagai humektan, nipagin sebagai pengawet, triethanolamine (TEA) sebagai stabilizer, dan aquadest sebagai pelarut.

Bahan untuk pengujian mikrobiologi terdiri atas kultur *Streptococcus mutans*, media BHI (*Brain Heart Infusion*) broth (Merck Millipore 1.10493.0500), larutan NaCl fisiologis 0,89%, chlorhexidine gluconate 0,2% sebagai kontrol positif, serta bahan dan media pendukung untuk pemeliharaan dan pengujian kultur bakteri.

Bahan untuk pengujian diskolorasi terdiri atas gigi premolar manusia rahang atas dan/atau rahang bawah yang telah diekstraksi, kopi robusta, aquadest, dan sediaan pasta kombinasi ekstrak daun kemangi dan tomat. Alat yang digunakan meliputi *VITA Classical Shade Guide*, cawan petri, tabung reaksi, tabung screw-cap, labu *Erlenmeyer*, gelas ukur, beaker glass, labu ukur, rak tabung reaksi, timbangan analitik, blender, evaporator, mikropipet beserta tip, *vortex mixer*, jarum ose, kapas/lidi kapas steril, jangka sorong atau penggaris digital, inkubator, *autoclave*, *laminar airflow cabinet*, pembakar Bunsen, *refrigerator*, serta peralatan pendukung untuk pembuatan media dan sediaan pasta.

Pembuatan Ekstrak Daun Kemangi

Daun kemangi segar sebanyak 15 kg dicuci menggunakan air mengalir hingga bersih, kemudian dikeringanginkan pada suhu ruang hingga diperoleh bahan kering. Bahan yang telah kering kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh simplisia berbentuk serbuk.

Serbuk daun kemangi selanjutnya dimaserasi menggunakan etanol 96% dengan perbandingan bahan terhadap pelarut 1 : 10. Proses maserasi dilakukan selama 3 × 24 jam pada suhu ruang. Setiap 24 jam, campuran disaring untuk memperoleh filtrat dan proses ekstraksi dilanjutkan dengan pelarut baru sesuai prosedur penelitian.

Seluruh filtrat dikumpulkan dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada kondisi suhu yang sesuai hingga diperoleh ekstrak kental daun kemangi. Ekstrak kemudian disimpan dalam wadah tertutup pada kondisi yang sesuai sampai digunakan untuk formulasi. Ekstrak daun kemangi selanjutnya digunakan untuk membuat konsentrasi 15% dan 30%.

Pembuatan Ekstrak Tomat

Tomat sebanyak 10 kg dicuci hingga bersih menggunakan air mengalir. Tomat kemudian diproses sesuai prosedur penelitian hingga diperoleh bahan yang akan diekstraksi. Bahan tersebut dimaserasi menggunakan etanol 96% selama 3×24 jam pada suhu ruang. Setiap 24 jam, campuran disaring untuk memperoleh filtrat. Filtrat dikumpulkan dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental tomat. Ekstrak tomat selanjutnya digunakan untuk membuat konsentrasi 15% dan 30%.

Formulasi Pasta Kombinasi Ekstrak Daun Kemangi dan Tomat

Ekstrak daun kemangi dan ekstrak tomat diformulasikan menggunakan basis pasta yang terdiri atas Na-CMC, Tween 80, gliserin, nipagin, TEA, dan aquadest. Tiga formulasi pasta kombinasi digunakan sebagai kelompok perlakuan, yaitu: K15+T30: ekstrak daun kemangi 15% + ekstrak tomat 30%; K30+T15: ekstrak daun kemangi 30% + ekstrak tomat 15%; K30+T30: ekstrak daun kemangi 30% + ekstrak tomat 30%. Komponen basis pasta digunakan dalam jumlah yang sama pada setiap formulasi sehingga perbedaan hasil antar kelompok terutama mencerminkan perbedaan komposisi ekstrak. Bahan basis terlebih dahulu disiapkan secara terpisah sesuai urutan pencampuran. Ekstrak kemudian ditambahkan secara bertahap sambil dilakukan pengadukan hingga diperoleh sediaan yang homogen dan memiliki konsistensi pasta. Setiap formulasi dimasukkan ke dalam wadah tertutup dan diberi kode sebelum dilakukan pengujian.

Persiapan Media Kultur Bakteri

Media BHI (Brain Heart Infusion) broth (Merck Millipore 1.10493.0500), dilakukan sesuai petunjuk produsen. Media dilarutkan dalam aquadest sesuai volume dan konsentrasi yang ditentukan, kemudian dipanaskan dan dihomogenkan. Media disterilisasi menggunakan autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah sterilisasi, media didinginkan hingga mencapai suhu yang sesuai, untuk dituangkan secara aseptik ke dalam cawan petri steril. Media yang telah memadat kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam untuk memastikan tidak terjadi kontaminasi. Media yang menunjukkan pertumbuhan mikroorganisme kontaminan tidak digunakan.

Persiapan Kultur Suspensi *Streptococcus Mutans* (S.Mutans)

Kultur *S. mutans* diremajakan pada media yang sesuai dan diinkubasi pada kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri. Koloni bakteri yang tumbuh kemudian digunakan untuk membuat suspensi bakteri. Suspensi bakteri disiapkan dalam NaCl fisiologis 0,89% dan distandarkan hingga mencapai kepadatan inokulum yang seragam, yaitu setara dengan standar 0,5 McFarland ($OD_{600} = 0,08-0,13$ diukur menggunakan photometer). Standarisasi inokulum dilakukan untuk memastikan jumlah bakteri yang digunakan pada setiap pengujian relatif seragam.

Pengujian aktivitas antibakteri pasta kombinasi diuji terhadap *S. mutans* menggunakan metode difusi sumuran (*well diffusion method*). Suspensi *S. mutans* yang telah distandarkan diinokulasikan secara merata pada permukaan media agar menggunakan teknik sebar aseptik. Selanjutnya, dibuat sumuran berdiameter 7 mm menggunakan alat pembuat sumuran yang steril. Sebanyak 100, μ L masing-masing sediaan pasta yang telah dipersiapkan dimasukkan ke

dalam sumuran sampai rata dengan permukaan agar. Kelompok perlakuan terdiri atas K15+T30, K30+T15, dan K30+T30. Kontrol negatif terdiri atas dua jenis, yaitu sumuran tanpa perlakuan (kontrol negatif I) dan basis pasta tanpa bahan aktif (kontrol negatif II), untuk mengonfirmasi bahwa aktivitas antibakteri yang teramati murni berasal dari bahan aktif dan bukan dari basis atau eksipien sediaan. Sementara itu, chlorhexidine gluconate 0,2% digunakan sebagai kontrol positif. Setiap kelompok dilakukan sebanyak lima kali pengulangan. Cawan kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-20 jam sesuai kondisi pertumbuhan *S. mutans*. Setelah inkubasi, diameter zona hambat (zona bening di sekeliling sumuran tempat pertumbuhan bakteri terhambat) yang terbentuk di sekitar sumuran diukur menggunakan jangka sorong (*caliper*) dengan ketelitian 0,05 mm. Pengukuran dilakukan dari dua sisi yang saling tegak lurus (horizontal dan vertikal) melalui titik pusat sumuran, kemudian hasil kedua pengukuran tersebut dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai diameter zona bening total yang terukur. Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan milimeter.

Persiapan spesimen gigi, spesimen penelitian untuk pengujian diskolorasi berupa gigi premolar manusia rahang atas dan/atau rahang bawah yang telah diekstraksi. Gigi yang digunakan harus memenuhi kriteria inklusi berupa gigi permanen dengan permukaan mahkota yang utuh, tidak mengalami karies, fraktur, restorasi, atau kelainan struktural yang dapat memengaruhi penilaian warna. Gigi dengan hipoplasia, diskolorasi intrinsik berat, atau kerusakan permukaan yang luas tidak digunakan. Setelah diperoleh, gigi dibersihkan dari jaringan lunak dan debris yang melekat, kemudian disimpan dalam media penyimpanan yang sesuai sampai digunakan. Sebanyak 44 spesimen gigi digunakan dalam pengujian diskolorasi, yang terdiri atas empat kelompok dengan masing-masing 11 spesimen, yaitu tiga kelompok pasta kombinasi dan satu kelompok kontrol.

Induksi diskolorasi larutan kopi robusta disiapkan dengan mencampurkan 200 g bubuk kopi dengan 400 mL air panas. Campuran diaduk hingga homogen dan diperoleh larutan kopi pekat, kemudian disaring untuk memperoleh larutan yang digunakan sebagai media pewarnaan. Setiap spesimen gigi direndam dalam 15 mL. Larutan kopi pada wadah individual. Larutan kopi diganti secara berkala sesuai protokol penelitian selama 7 hari. Setelah periode pewarnaan selesai, gigi dikeluarkan dari larutan kopi, dibilas menggunakan saline, dan dikeringkan secara hati-hati menggunakan tissue tanpa melakukan pengikisan permukaan gigi. Warna gigi kemudian dinilai sebagai nilai awal (*baseline/pretest*) sebelum dilakukan perlakuan menggunakan pasta.

Pengukuran warna awal melalui penilaian warna dilakukan pada permukaan bukal gigi menggunakan *VITA Classical Shade Guide*. Pengukuran dilakukan pada area tengah permukaan mahkota gigi yang telah ditentukan sebelumnya dan digunakan secara konsisten pada seluruh spesimen. Untuk mengurangi variasi pengukuran, penilaian dilakukan pada kondisi pencahayaan yang sama dan dengan posisi gigi serta shade guide yang distandardisasi. Penilaian dilakukan oleh dua pemeriksa dan sebelumnya telah dilakukan kalibrasi terlebih dahulu. Nilai shade yang diperoleh dikonversi menjadi skor numerik berdasarkan urutan shade yang telah ditetapkan sebelum analisis statistik. Selisih skor antara pengukuran sebelum dan sesudah perlakuan digunakan sebagai indikator perubahan warna. Perlakuan pasta dan pengujian perubahan warna gigi, setelah proses induksi diskolorasi dan pengukuran baseline, spesimen gigi dibagi menjadi empat kelompok secara acak/randomisasi sesuai prosedur penelitian, yaitu K15+T30, K30+T15, K30+T30, dan kontrol. Pada setiap perlakuan, pasta diaplikasikan pada permukaan bukal gigi dan dilakukan penyikatan menggunakan sikat gigi elektrik selama 30 detik. Jumlah pasta yang digunakan setiap kali perlakuan adalah sebanyak 0,5 gram dengan tekanan dan pola penyikatan yang distandardisasi. Perlakuan dilakukan selama tujuh hari. Pengamatan perubahan warna dilakukan pada hari ke-1 sampai hari

ke-7. Kelompok kontrol mendapatkan perlakuan penyikatan dengan basis pasta. Penggunaan kelompok kontrol dimaksudkan untuk membedakan perubahan warna yang disebabkan oleh efek mekanis penyikatan dari perubahan yang berkaitan dengan formulasi pasta. Pada setiap waktu pengamatan, spesimen dibilas dengan saline/aquadest, dikeringkan secara hati-hati, kemudian dilakukan penilaian warna menggunakan *VITA Classical Shade Guide* pada area yang sama.

Variabel penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah formulasi pasta kombinasi ekstrak daun kemangi dan tomat dengan tiga variasi konsentrasi, yaitu K15+T30, K30+T15, dan K30+T30. Variabel terikat terdiri atas: 1. diameter zona hambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* dalam satuan milimeter; dan 2. perubahan skor warna gigi selama tujuh hari pengamatan. Variabel yang dikendalikan meliputi jenis dan konsentrasi ekstrak, komposisi basis pasta, jenis spesimen gigi, media kultur, kondisi inkubasi, lama perlakuan, metode pengukuran warna, serta prosedur penyikatan.

Analisis data

Data diameter zona hambat dan perubahan warna gigi terlebih dahulu diuji distribusinya menggunakan uji Shapiro–Wilk karena data tidak seluruhnya berdistribusi normal, Analisis dilanjutkan menggunakan metode nonparametrik. Perubahan warna sebelum dan sesudah perlakuan pada masing-masing kelompok dianalisis menggunakan uji Wilcoxon Signed-Rank. Perbedaan antara masing-masing kelompok perlakuan dan kelompok kontrol dianalisis menggunakan uji Mann–Whitney. Data disajikan dalam bentuk nilai rerata dan simpangan baku atau median dan rentang interkuartil sesuai distribusi data. Nilai $p < 0,05$ ditetapkan sebagai batas kemaknaan statistik.

HASIL

Aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus mutans*, hasil pengukuran menunjukkan bahwa seluruh formulasi pasta kombinasi mampu menghambat pertumbuhan *S. mutans*. Kontrol tidak menghasilkan zona hambat. K15+T30 menghasilkan zona hambat rata-rata 8,4 mm, K30+T15 sebesar 8,4 mm, dan K30+T30 sebesar 14,6 mm. Kontrol positif menghasilkan zona hambat rata-rata sebesar 24,8 mm.

Tabel 1. Diameter Zona Hambat Pasta Kombinasi Ekstrak Kemangi dan Tomat Terhadap *S. mutans*

Kelompok	Rata-rata zona hambat (mm)
Kontrol	0
K15+T30	8,4
K30+T15	8,4
K30+T30	14,6
Kontrol positif	24,8

Uji Mann-Whitney menunjukkan bahwa ketiga formulasi perlakuan berbeda bermakna dibandingkan kontrol, masing-masing dengan $p = 0,005$. Diskolorasi gigi selama tujuh hari pengamatan, seluruh kelompok menunjukkan peningkatan skor perubahan warna. Pada K15+T30, nilai rata-rata perubahan warna meningkat dari $0,318 \pm 0,4045$ pada H1 menjadi $2,364 \pm 0,5519$ pada H7. Pada K30+T15, nilai meningkat dari $0,727 \pm 0,2611$ pada H1 menjadi $2,682 \pm 0,4045$ pada H7.

K30+T30 meningkat dari $0,182 \pm 0,3371$ pada H1 menjadi $2,227 \pm 0,6088$ pada H6 dan 1,955 pada H7. Kelompok kontrol meningkat dari $0,545 \pm 0,3503$ menjadi $1,864 \pm 0,7447$. Rata-rata perubahan warna selama tujuh hari adalah 1,2391 pada K15+T30, 1,526 pada K30+T15, 1,3377 pada K30+T30, dan 1,247 pada kelompok kontrol.

Tabel 2. Uji Beda (*Wilcoxon Signed Ranks Test*) untuk *Pre* dan *Post* pada Berbagai Macam Kelompok Ekstrak Kemangi dan Tomat serta Kelompok Kontrol (Diskolorasi Gigi)

No	Kelompok/Hari	n	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
1	Kombinasi Ekstrak kemangi (15%) + tomat (30%) <i>Sig.</i>	11	0,35	0,006	0,004	0,002	0,002	0,003	0,003
2	Kombinasi Ekstrak kemangi (30%) + tomat (15%) <i>Sig.</i>	11	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003
3	Kombinasi Ekstrak kemangi (30%) + tomat (30%) <i>Sig.</i>	11	0,102	0,024	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003
4	Kontrol <i>Sig.</i>	11	0,006	0,006	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003

Uji Wilcoxon menunjukkan bahwa K15+T30 tidak menunjukkan perubahan bermakna pada H1 ($p=0,350$), tetapi menunjukkan perubahan bermakna mulai H2 sampai H7. K30+T15 menunjukkan perubahan bermakna sejak H1 sampai H7 dengan $p \leq 0,003$. K30+T30 belum menunjukkan perubahan bermakna pada H1 ($p=0,102$), tetapi menunjukkan perubahan bermakna mulai H2 sampai H7. Kelompok kontrol juga menunjukkan perubahan bermakna pada seluruh periode pengamatan ($p \leq 0,006$), menunjukkan bahwa proses penyikatan mekanis berkontribusi terhadap pengurangan stain ekstrinsik.

Tabel 3. Uji Beda Statistik (*Mann-Whitney Test*) Untuk Berbagai Macam Kelompok Ekstrak Kemangi Dan Tomat Dengan Kelompok Kontrol (Diskolorasi Gigi)

No	Kelompok/Hari	n	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7
1	Kombinasi Ekstrak kemangi (15%) + tomat (30%) <i>Sig.</i>	11	0,193	0,972	0,490	0,104	0,137	0,016	0,048
2	Kombinasi Ekstrak kemangi (30%) + tomat (15%) <i>Sig.</i>	11	0,209	0,15	0,54	0,972	0,044	0,069	0,005
3	Kombinasi Ekstrak kemangi (30%) + tomat (30%) <i>Sig.</i>	11	0,019	0,261	0,19	0,630	0,011	0,024	0,152

Pada uji Mann-Whitney, K15+T30 berbeda bermakna dibandingkan kontrol pada H6 ($p=0,016$) dan H7 ($p=0,048$). K30+T15 menunjukkan perbedaan bermakna pada H5 ($p=0,044$) dan H7 ($p=0,005$). K30+T30 menunjukkan perbedaan bermakna pada H1 ($p=0,019$), H5 ($p=0,011$), dan H6 ($p=0,024$).

PEMBAHASAN

Aktivitas bakteri menunjukkan bahwa seluruh formulasi pasta kombinasi ekstrak kemangi dan tomat mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *S. mutans*. Formulasi K30+T30 menghasilkan zona hambat terbesar, yaitu 14,6 mm, sedangkan K15+T30 dan K30+T15 masing-masing menghasilkan zona hambat 8,4 mm. Perbedaan antara setiap kelompok perlakuan dan kontrol secara statistik bermakna ($p=0,005$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa keberadaan ekstrak tanaman dalam formulasi pasta berkontribusi terhadap aktivitas antibakteri. Perbedaan antara hasil pada kelompok perlakuan dan kontrol menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri tersebut dengan adanya kandungan fitokimia pada bahan utama yang digunakan.

Aktivitas antibakteri tersebut secara biologis dapat dikaitkan dengan kandungan fitokimia *O. basilicum*. Shahrajabian et al. melaporkan bahwa kemangi mengandung minyak atsiri dan berbagai senyawa kimia yang berhubungan dengan aktivitas biologis, termasuk aktivitas antimikroba. (1) Mitrakul et al. secara khusus menunjukkan bahwa minyak *O. basilicum* dapat menghambat *S. mutans* dan *S. sobrinus* serta menghambat pembentukan biofilm. (2)

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Syahrul dan Syahrirel yang menunjukkan bahwa ekstrak daun kemangi mampu menghambat pertumbuhan *S. mutans*. (3) Dengan demikian, temuan penelitian ini memperkuat bukti bahwa kemangi berpotensi sebagai sumber bahan antibakteri dalam pengembangan produk perawata gigi.

Tomat juga berpotensi memberikan kontribusi terhadap aktivitas antibakteri. Rahmawati et al. melaporkan bahwa ekstrak etanol *S. lycopersicum* mempunyai aktivitas terhadap *S. mutans* dan *P. gingivalis*. (4) Oleh karena itu, aktivitas yang ditemukan pada pasta kombinasi kemungkinan merupakan kontribusi dari senyawa bioaktif yang berasal dari kedua tanaman. K30+T30 menghasilkan zona hambat lebih besar daripada dua formulasi lain. Secara deskriptif, hasil ini menunjukkan kecenderungan bahwa peningkatan konsentrasi kedua ekstrak dalam formulasi berkaitan dengan peningkatan aktivitas antibakteri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh kelompok mengalami peningkatan perubahan warna selama tujuh hari. Formulasi K30+T15 memberikan rata-rata perubahan warna tertinggi, yaitu 1,526, sedangkan K30+T30 dan K15+T30 masing-masing sebesar 1,3377 dan 1,2391. K30+T15 menunjukkan perubahan bermakna sejak hari pertama hingga hari ketujuh dengan $p \leq 0,003$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa formulasi ini memberikan respons perubahan warna yang paling konsisten selama periode pengamatan. Menariknya, konsentrasi total ekstrak yang lebih tinggi pada K30+T30 tidak menghasilkan perubahan warna rata-rata tertinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa perubahan warna tidak semata-mata ditentukan oleh konsentrasi total ekstrak. Komposisi relatif ekstrak, karakteristik basis pasta, interaksi antarkomponen, serta efek mekanis cara penyikatan kemungkinan turut berperan.

Kendatipun hasil penelitian ini menunjukkan adanya diskolorasi pada gigi, namun perlu diinterpretasikan secara hati-hati karena kelompok kontrol juga mengalami perubahan warna yang bermakna selama periode pengamatan. Dengan demikian, sebagian perubahan warna yang diamati kemungkinan berasal dari efek mekanis penyikatan, sedangkan bahan aktif dalam ekstrak dapat memberikan efek tambahan. Joiner dan Luo (2017) menjelaskan bahwa perubahan warna dan whiteness gigi merupakan fenomena kompleks yang berkaitan dengan karakteristik optik gigi, kromogen, serta metode pengukuran warna. (5) Eppele et al. (2019) juga

menjelaskan bahwa penghilangan atau perubahan warna gigi dapat melibatkan mekanisme kimia dan mekanis. (7)

Kwon dan Wertz (2015) menjelaskan bahwa bleaching menggunakan hidrogen peroksida bekerja terutama melalui proses oksidasi molekul kromogen. (6) Penelitian Priyambodo et al. menunjukkan bahwa ekstrak etanol *S. lycopersicum* dalam formulasi pasta gigi mempunyai potensi meningkatkan kecerahan gigi. (8) Temuan tersebut memberikan dukungan terhadap hasil penelitian ini, meskipun desain penelitian dan konsentrasi ekstrak yang digunakan berbeda. Hendarmin et al. (2024) juga melaporkan bahwa *tomato juice patch* mempunyai potensi sebagai bahan pemutih gigi. (9) Studi tersebut menggunakan metode pengukuran warna digital CIELAB, sedangkan penelitian ini menggunakan *Vita Classic Shade Guide*. Perbedaan metode pengukuran perlu diperhatikan ketika membandingkan besarnya efek antar penelitian.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan adanya potensi formulasi pasta kombinasi kemangi dan tomat sebagai produk herbal multifungsi. Aktivitas antibakteri paling tinggi ditemukan pada K30+T30, sedangkan perubahan warna paling konsisten ditemukan pada K30+T15. Perbedaan formulasi terbaik untuk kedua outcome tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak tidak secara otomatis menghasilkan efek terbaik pada seluruh parameter. Oleh karena itu, pemilihan formulasi untuk pengembangan produk perlu mempertimbangkan tujuan penggunaan, stabilitas sediaan, karakteristik bahan aktif, keamanan jaringan gigi, dan efek terhadap stain.

Namun, karena penelitian ini merupakan penelitian laboratorik, hasilnya belum dapat digunakan untuk menyimpulkan efektivitas klinis. Pengujian lebih lanjut diperlukan sebelum formulasi dapat direkomendasikan sebagai produk pasta gigi untuk penggunaan manusia. Beberapa keterbatasan perlu diperhatikan. Pertama, penelitian dilakukan dalam kondisi laboratorik sehingga hasilnya belum dapat langsung digeneralisasikan pada kondisi klinis. Kedua, perubahan warna dinilai menggunakan *Vita Classic Shade Guide*. Metode visual ini dapat dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan dan subjektivitas pengamat. Pengukuran instrumental menggunakan spektrofotometer atau sistem CIELAB dapat memberikan data yang lebih objektif dan terukur. (5). Ketiga, kelompok kontrol juga mengalami perubahan warna yang bermakna. Hal ini menunjukkan bahwa efek penyikatan mekanis merupakan faktor penting dalam penghilangan stain ekstrinsik. Oleh karena itu, efek spesifik ekstrak perlu dipisahkan dari efek mekanis dalam penelitian selanjutnya. Keempat, penelitian tidak dirancang untuk membuktikan sinergisme antara kemangi dan tomat. Penelitian berikutnya perlu menggunakan desain khusus untuk menentukan apakah interaksi kedua ekstrak bersifat sinergis, aditif, atau antagonistik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pasta kombinasi ekstrak daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dan tomat (*Solanum lycopersicum* L.) menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* dan potensi dalam mengurangi diskolorasi ekstrinsik gigi. Formulasi K30+T30 menghasilkan aktivitas antibakteri tertinggi dengan diameter zona hambat rata-rata 14,6 mm dan berbeda bermakna dibandingkan kontrol ($p=0,005$). Sementara itu, formulasi K30+T15 menunjukkan rata-rata perubahan warna tertinggi selama tujuh hari, yaitu 1,526, dan perubahan warna bermakna sejak hari pertama sampai hari ketujuh ($p\leq 0,003$). Dengan demikian, kombinasi ekstrak kemangi dan tomat berpotensi dikembangkan sebagai bahan aktif pasta gigi herbal multifungsi. Namun, penelitian lanjutan

diperlukan untuk memastikan stabilitas, keamanan, mekanisme kerja, dan efektivitas klinis formulasi tersebut.

SUMBER PUSTAKA

1. Shahrajabian MH, Sun W, Cheng Q. Chemical components and pharmacological benefits of basil (*Ocimum basilicum*): a review. *Int J Food Prop.* 2020;23(1):1961-1970. doi:10.1080/10942912.2020.1828456.
2. Mitrakul K, Srisatjaluk R, Lomarat P, Kosanwat T. Effect of *Ocimum basilicum* oil extract on *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus* biofilm formation. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 2019;50(6):1118.
3. Syahrul D, Syahriel D. Optimal concentration of basil leaf extract (*Ocimum basilicum* L.) in inhibiting the growth of *Streptococcus mutans* in vitro. *Interdental J Kedokteran Gigi.* 2021;17(2). doi:10.46862/interdental.v17i2.2870.
4. Rahmawati DY, Kurniawan VF, Sanjaya OTC, Sugiaman VK, Mandalas HY. Antibacterial effects of tomato ethanol extract (*Solanum lycopersicum* L.) against *S. mutans* and *P. gingivalis*: a laboratory experiment. *Padjadjaran J Dent.* 2023;35(3).
5. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: a review. *J Dent.* 2017;67S. doi:10.1016/j.jdent.2017.09.006.
6. Kwon SR, Wertz PW. Review of the mechanism of tooth whitening. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27(5):240-257.
7. Eppe M, Meyer F, Enax J. A critical review of modern concepts for teeth whitening. *Dent J (Basel).* 2019;7(3):79. doi:10.3390/dj7030079.
8. Priyambodo RA, Liasari I, Asrinah N, Lesmana H, Sitanaya R, Supriatna A. Unlocking the whitening potential: investigating the benefits of *Solanum lycopersicum* L. ethanol extract on teeth discoloration. *Majmaah J Health Sci.* 2024;12(4):144-154. doi:10.5455/mjhs.2024.04.014.
9. Hendarmin LA, Novianita B, Anggraeni Y, Febriyanti K. Exploring the potential of tomato juice (*Solanum lycopersicum* L.) patch for tooth bleaching. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2024;18(3):157-164. doi:10.34172/joddd.41042.
10. Salehi B, Abu-Darwish MS, Negahban M, et al. Therapeutic potential of *Ocimum* species: a comprehensive review. *Molecules.* 2018;23(7):1797.

Publisher's Note

The publisher of PT Karya Inovasi Berkelanjutan states that it remains neutral with respect to the published ideas and from any institutional affiliation.