



Use of Nanoparticles as Materials to Prevent Dental and Oral Diseases

Pindobilowo^{1*}, Dwi Ariani², Dewi Puspitasari³

¹Departemen Ilmu Kesehatan Gigi Masyarakat & Pencegahan, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Prof. Dr. Moestopo (Beragama), Jakarta

²Departemen Ilmu Penyakit Mulut, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Prof. Dr. Moestopo (Beragama), Jakarta.

³Departemen Dental Material, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.

Corresponding Author: Pindobilowo pindo.b@dsn.moestopo.ac.id

ARTICLE INFO

Keywords: Nanoparticles, Preventive Dentistry, Dental and Oral Diseases

Received : 7, February

Revised : 15, March

Accepted: 29, April

©2024 Pindobilowo, Ariani, Puspitasari: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRACT

Introduction: Nanoparticles can be applied in various fields of dentistry such as preventive dentistry, dental caries, periodontal disease, restorations, pulp and periapical lesions, oral candidiasis, denture stomatitis, hyposalivation, and head, neck and oral cancer. The purpose of this paper is to determine the uses and benefits of nanoparticles in the field of dentistry. **Methodology:** using the Narrative Review method based on journal databases including: PubMed, EBSCO, ResearchGate, and ProQuest from 2016 to 2022. **Conclusion:** Beneficial nanoparticles can improve the diagnosis, prevention, and treatment of various oral diseases, including dental caries, periodontal disease, lesions pulpal and periapical, oral candidiasis, denture stomatitis, hyposalivation, and head, neck, and oral cancer.

Penggunaan Nanopartikel sebagai Bahan Pencegahan Penyakit Gigi dan Mulut

Pindobilowo^{1*}, Dwi Ariani², Dewi Puspitasari³

¹Departemen Ilmu Kesehatan Gigi Masyarakat & Pencegahan, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Prof. Dr. Moestopo (Beragama), Jakarta

²Departemen Ilmu Penyakit Mulut, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Prof. Dr. Moestopo (Beragama), Jakarta.

³Departemen Dental Material, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.

Corresponding Author: Pindobilowo pindo.b@dsn.moestopo.ac.id

ARTICLE INFO

Keywords: Nanopartikel, Kedokteran Gigi Pencegahan, Penyakit Gigi dan Mulut

Received : 7, Februari

Revised : 15, Maret

Accepted: 29, April

©2024 Pindobilowo, Ariani, Puspitasari: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRACT

Pendahuluan: Nanopartikel dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang kedokteran gigi seperti kedokteran gigi preventif, karies gigi, penyakit periodontal, restorasi, lesi pulpa dan periapikal, kandidiasis mulut, stomatitis gigi tiruan, hiposalivasi, dan kanker kepala, leher dan mulut. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui kegunaan dan manfaat nanopartikel dalam bidang kedokteran gigi. Metodologi: menggunakan metode Narrative Review berdasarkan database jurnal antara lain: PubMed, EBSCO, ResearchGate, dan ProQuest dari tahun 2016 hingga 2022. Kesimpulan: Nanopartikel bermanfaat dapat meningkatkan diagnosis, pencegahan, dan pengobatan berbagai penyakit mulut, termasuk karies gigi, periodontal penyakit, lesi pulpa dan periapikal, kandidiasis mulut, stomatitis gigi tiruan, hiposalivasi, dan kanker kepala, leher, dan mulut.

PENDAHULUAN

Nanopartikel (NP) adalah kelompok atom diskrit yang dapat diaplikasikan di bidang medis, seperti terapi kanker, rekayasa jaringan, pengobatan regeneratif, dan juga sebagai agen antimikroba. Nanopartikel umumnya diklasifikasikan menjadi organik (dendrimer, misel, liposom, polimer), anorganik (berbasis logam atau oksida logam), atau berbasis karbon (fullerene, graphene, atau tabung karbon nano). Nanopartikel dapat digunakan dalam bidang kedokteran gigi karena sifat fisikokimia dan biologisnya, termasuk biokompatibilitas, ukuran, muatan, luas permukaan yang besar, kekuatan, kelarutan, reaktivitas kimia dan permukaan, warna, stabilitas yang tinggi, dan konduktivitas termal.¹ Nanopartikel dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang kedokteran gigi seperti kedokteran gigi preventif, karies gigi, penyakit periodontal, restorasi, lesi pulpa dan periapikal, kandidiasis oral, stomatitis gigi tiruan, hiposalivasi, serta kanker kepala, leher, dan mulut. Nanopartikel dapat meningkatkan sifat mekanik dan mikrobiologi protesis, implan gigi serta dapat digunakan untuk meningkatkan penghantaran obat melalui mukosa mulut.

Penggunaan magnesium oksida (MgO-NPs) sebagai nanopartikel semakin meningkat, terutama dalam bidang medis, seperti dalam diagnostik, deteksi, dan biosensor molekuler. Efek antibakteri nanopartikel magnesium oksida telah menunjukkan sifat efektif pada berbagai mikroorganisme. Di antara nanopartikel logam lainnya, nanopartikel perak (AgNP) unggul dalam beberapa penelitian ilmiah karena sifat antimikroba dan aktivitas biologis terhadap bakteri, jamur, dan virus. Oleh karena itu, nanopartikel perak muncul sebagai senyawa yang menjanjikan untuk digunakan dalam kedokteran gigi, karena penggabungan zat antimikroba dalam biomaterial gigi. Nanopartikel Zinc Oxide membuka peluang baru untuk aplikasi biomedis mulai dari diagnosis hingga pengobatan. Nanopartikel ini luas dan beragam dan mencakup efek yang ditimbulkan karena sifat antimikroba, regeneratif, dan mekanis.

Pada tahun 2015 sebanyak 71.425 dokter gigi di Jerman sudah menggunakan bahan perawatan gigi dan mulut berbasis nanopartikel dengan rata-rata penggunaan sebanyak tiga kali penggunaan per pasiennya dan 80% diantaranya adalah perawatan penambalan dengan resin komposit nanopartikel. Penelitian Sidiqa tahun 2023 menerapkan nanopartikel Ca (OH)₂ untuk menghasilkan medikamen intrakanal yang lebih aktif dan efektif karena ukuran partikelnya yang mampu berpenetrasi pada tubuli dentin yang memiliki rerata diameter 2-5µm. Disimpulkan bahwa penggunaan nanopartikel Ca(OH)₂ berpotensi untuk medikamen intrakanal yang lebih ideal dibandingkan dengan Ca(OH)₂ konvensional.

Berdasarkan latar belakang di atas beberapa penelitian menunjukkan banyak keunggulan dan pengembangan dari nanopartikel yang merupakan suatu inovasi dalam bidang kedokteran gigi. Oleh karena itu nanopartikel dapat menjadi pilihan untuk perawatan maupun pencegahan penyakit gigi dan mulut

TINJAUAN PUSTAKA

1. Nanoteknologi di bidang kedokteran gigi

Nanoteknologi didefinisikan sebagai ilmu dan teknik yang mencakup desain, sintesis dan karakterisasi serta aplikasi bahan yang setidaknya terorganisir dalam satu dimensi pada skala nanometer atau sepemiliar meter. Nanoteknologi merupakan manipulasi material yang berukuran ≤ 100 nm dan setidaknya termasuk kedalam kategori satu dimensi dimana sifat fisik, kimia dan biologinya secara fundamental berbeda dengan bulk material. Sedangkan Nanopartikel adalah kelompok atom diskrit dengan berbagai aplikasi medis, termasuk erapi kanker, pemberian obat, rekayasa jaringan, pengobatan regeneratif, deteksi biomolekul, dan juga sebagai agen antimikroba. Nanopartikel umumnya diklasifikasikan menjadi organik (dendrimer, misel, liposom, atau polimer), anorganik (berbasis logam atau oksida logam), atau berbasis karbon (fullerene, graphene, atau tabung karbon nano).

Nanopartikel adalah partikel yang berukuran antara 1 dan 100 nanometer dalam nanoteknologi, suatu partikel didefinisikan sebagai objek kecil yang berperilaku sebagai satu kesatuan terhadap sifat dan transportasinya. Partikel lebih jauh diklasifikasikan menurut diameternya. Partikel ultra halus serupa dengan nanopartikel dan berukuran antara 1 dan 100 nanometer, partikel halus berukuran antara 100 dan 2,500 nanometer, dan partikel kasar berukuran antara 2,500 dan 10,000 nanometer.

Nanopartikel menjadi jembatan antara material ruah dan struktur atom atau molekul. Suatu material ruah harus memiliki sifat fisik yang konstan terlepas dari ukurannya, tetapi pada skala nano sifat yang tergantung pada ukuran sering diamati. Dengan demikian, sifat material berubah ketika ukuran mereka mendekati skala nano dan ketika persentase dari permukaan dalam hubungannya dengan persentase volume material menjadi signifikan.

Sedangkan material ruah yang lebih besar dari satu mikrometer (atau mikron), persentase permukaan tidak signifikan dalam kaitannya dengan volume dalam sebagian besar materi. Oleh karena itu sifat yang menarik dan kadang-kadang tak terduga dari nanopartikel adalah sebagian besar disebabkan oleh luas permukaan yang besar pada material, yang mendominasi kontribusi yang diberikan oleh sebagian kecil dari materi.

2. Penggunaan Nanopartikel untuk pencegahan karies gigi

Sekitar lebih dari 90% populasi dunia diperkirakan akan mengalami karies, paling tidak sekali seumur hidup. Karies merupakan penyakit infeksi dengan prevalensi tertinggi pada manusia dalam segala kelompok umur karena mengenai 60-90% penduduk dunia. Hubungan antara ukuran partikel nano dengan aktivitas antibakteri signifikan.

Rentang ukuran antara 1-10 nm memperlihatkan aktivitas yang paling besar dalam membunuh bakteri dibandingkan dengan partikel yang lebih besar. Bakteri cenderung tidak resisten terhadap partikel nano logam dibandingkan dengan antibiotik spektrum luas karena logam bertindak terhadap berbagai sasaran dan banyak mutasi harus terjadi pada mikroorganisme untuk melawan aktivitas antimikroba nanopartikel.

Nanopartikel sangat efektif dalam pencegahan karies karena kemampuan partikel nano dalam menghambat biofilm dan meningkatkan remineralisasi. Kelebihan partikel nano disebabkan partikel nano memiliki ukuran yang lebih kecil dan area permukaan yang luas sehingga dalam aplikasinya tidak memerlukan konsentrasi yang besar, biokompatibilitasnya baik serta toksisitas yang rendah. Penggunaan partikel nano dapat memperbaiki dan mencegah lesi awal erosi oleh asam.

3. Penggunaan Nanopartikel untuk pencegahan penyakit periodontal

Penyakit periodontal merupakan penyakit yang semakin meluas pada masyarakat modern. Pada tahap awal, penyakit periodontal dapat diobati dengan prosedur non invasif (scaling, root planing, dan perawatan antibiotik). Pada stadium lanjut, perawatan bedah digunakan, termasuk bedah flap, cangkok jaringan lunak, dan bone graft. Keberhasilan pengobatan penyakit periodontal dengan sistem penghantaran obat terkontrol bergantung pada kemampuannya untuk melepaskan agen antimikroba di dasar poket periodontal pada konsentrasi yang tepat dan untuk memfasilitasi retensi obat dalam waktu yang tepat, yang keduanya diperlukan untuk mendapatkan hasil yang efektif. Sistem penghantaran obat yang ideal untuk penyakit periodontal terdiri dari sistem obat pembawa biodegradable dan bioadhesif, yaitu obat dilepaskan secara terkontrol/berkelanjutan selama beberapa minggu.

Nanopartikel magnetik berlapis aminosilane difungsikan dengan chlorhexidine, yang merupakan antiseptik bis guanidine generasi kedua, menampilkan aktivitas bakterisidal dan antijamur terhadap biofilm mikroba. Nanopartikel ini direkomendasikan untuk penggunaan potensial dalam pengobatan infeksi lokal yang disebabkan oleh mikroflora oral karena aktivitas pembunuhan yang ditingkatkan dengan adanya protein saliva, serta toksisitas rendah terhadap osteoblas manusia. Nanopartikel berdasarkan N-trimetil chitosan, liposom, dan doksisisiklin menunjukkan biokompatibilitas yang sangat baik menghambat pembentukan biofilm, dan mencegah resorpsi tulang alveolar, berguna dalam pengobatan penyakit periodontal.

Nanopartikel dapat diberikan pada poket periodontal melalui injeksi karena ukurannya yang kecil. Sistem injeksi menjadi alternatif untuk pelepasan antibiotik pada poket periodontal. Aplikasi nanopartikel dapat digunakan dengan mudah dan cepat, sangat mengurangi biaya terapi dibandingkan dengan perangkat lain yang memerlukan waktu dan ketelitian untuk memasukkannya ke dalam poket periodontal.

4. Penggunaan Nanopartikel untuk pencegahan penyakit pulpa dan lesi periapikal

Tujuan utama terapi endodontik adalah menghilangkan infeksi mikroba dan meningkatkan penyembuhan jaringan periapikal. Chitosan memiliki banyak aplikasi dalam endodontik. Hal ini dapat digunakan sebagai zat chelating atau obat. Selain itu, dapat digunakan sebagai larutan irigasi dengan toksisitas lebih rendah daripada natrium hipoklorit atau klorheksidin, sebagai obat intrakanal dengan sendirinya, atau sebagai tambahan untuk kalsium hidroksida. Chitosan

dapat meningkatkan efikasi antibakteri, kekuatan ikatan, dan penetrasi sealer saluran akar, baik secara langsung maupun tidak langsung. Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa chitosan dapat digunakan sebagai tambahan untuk prosedur seperti apeksifikasi, perawatan ulang endodontik, pulp-capping, dan pulpotomy.

Nanopartikel perak (AgNPs) juga telah banyak digunakan secara mandiri atau pun dikombinasikan dengan zat lain. Hasilnya penggunaan nanopartikel ini efektif terhadap *E. faecalis* dan patogen periodontal endodontik lainnya, bersifat biokompatibel, memiliki sitotoksisitas dan genotoksisitas yang rendah, dan dapat digunakan sebagai irigasi endodontik, sealer saluran akar. Beberapa penulis melaporkan bahwa AgNPs dapat menyebabkan perubahan warna gigi ketika digunakan sebagai obat intrakanal, sementara yang lain menyatakan sebaliknya. Kombinasi AgNPs dengan kalsium hidroksida adalah kombinasi yang baik, karena tidak menyebabkan perubahan warna gigi yang signifikan. Semen berbasis kalsium dan mineral trioxide aggregate (MTA) yang terkait dengan AgNP menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap *Escherichia coli*, *Actinomyces* spp., *Streptococcus mutans*, *E. faecalis*, dan mengisolasi *C. albicans*.

Beberapa nanopartikel juga telah diselidiki untuk terapi endodontik. Sifat gutta percha dapat ditingkatkan dengan diamond nanopartikel. Sebuah uji klinis acak dengan enam bulan masa tindak lanjut melaporkan bahwa ada penurunan ukuran lesi periapikal setelah obturasi dengan modifikasi gutta percha, tanpa efek samping. Nanopartikel gold (Au) dan zinc oxide dapat menghambat pembentukan biofilm patogen dan invasi ke sel pulpa gigi.

5. Penggunaan Nanopartikel dalam bidang Oral Medicine

Perawatan oral kandidiasis dan denture stomatitis dapat menjadi tantangan, karena melibatkan peningkatan kebersihan mulut dan/atau gigi tiruan, rebasing atau penggantian protesa, menghindari penggunaan gigi palsu semalaman, dan pemberian obat antijamur topikal dan/atau sistemik. Namun, efektivitas pengobatan dapat dikaitkan dengan biaya pengobatan, rasanya yang tidak enak, toksisitas, dan kemungkinan efek samping termasuk mual, iritasi mulut, muntah, dan diare, penyerapan oral yang buruk, resistensi obat, dan efek pembersihan air liur. Nanoteknologi dapat mengatasi kendala tersebut, mengingat bahwa agen antimikroba konvensional memiliki potensi besar dalam pengobatan penyakit menular.

Efek fungisida yang kuat dari chitosan dan kemampuannya untuk menghambat adhesi *C. albicans* dan pembentukan biofilm telah dijelaskan oleh banyak penulis. Fabio dkk. mengevaluasi kemungkinan efek peningkatan chitosan pada biru metilen fotosensitizer. Meskipun chitosan memiliki efek antijamur yang kuat, chitosan tidak meningkatkan aktivitas biru metilen selama terapi fotodinamik. Adapun efek nanopartikel lain yang dikombinasikan dengan terapi fotodinamik antimikroba. Nanopartikel scan kurkumin-polimer kationik dapat mengurangi *C. albicans*, bahkan tanpa adanya cahaya, dan chloro-aluminium phthalocyanine dikemas dalam nanoemulsi kationik tampaknya menjadi agen fotosensitizer yang efektif untuk digunakan.

Keefektifitasan chitosan bersama dengan biokompatibilitasnya bisa digunakan sebagai obat kumur. Beberapa penulis telah mengembangkan obat kumur dengan chitosan saja atau dikombinasikan dengan kurkumin. Obat kumur chitosan secara signifikan mengurangi area eritematosa, sensasi terbakar, waktu yang diperlukan untuk perbaikan klinis, dan jumlah blastospora dan miselia dalam uji klinis, sedangkan kombinasi dengan kurkumin menunjukkan respons klinis yang menguntungkan tanpa efek samping lokal atau sistemik pada manusia maupun pada hewan.

Pada kasus kanker rongga mulut, kemopreventif, dapat diterapkan karena evolusi kanker rongga mulut dari lesi rongga mulut premaligna memiliki karakteristik yang mudah dikenali. Kemopreventif melibatkan penggunaan zat alami atau sintetis untuk menghambat, menunda, atau membalikkan proses karsinogenik dalam jaringan. Dalam pencegahan kanker rongga mulut digunakan tiga golongan agen kemopreventif, yaitu turunan vitamin A (retinoid), obat anti inflamasi nonsteroid, terutama penghambat siklooksigenase (COX), dan produk alami, yaitu ekstrak teh hijau dan teh hitam.

Atanase dkk. mensintesis smart polymeric micelles (PMs) sebagai nanopartikel untuk enkapsulasi dan pelepasan terkontrol obat hidrofobik alami dan sintetis. Penelitian telah menunjukkan bahwa PM sensitif terhadap pH dan melindungi obat alami (kurkumin) terhadap fotodegradasi. Kurkumin adalah phytoconstituent polifenol alami yang digunakan dalam industri farmasi karena antikanker, antioksidan, anti-inflamasi, hiperlipidemi, antibakteri, penyembuhan luka, dan sifat hepatoprotektif. Lebih lanjut, dalam studi praklinis, ditemukan bahwa kurkumin menginduksi apoptosis sel kanker di berbagai jaringan atau organ. Oleh karena itu, PM ini dapat digunakan dalam pencegahan kanker mulut.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode Narrative review dan penulis menggunakan database sebagai pendukung referensi, diantaranya PubMed, EBSCO, ResearchGate, dan ProQuest dari tahun 2016 sampai 2022. Peneliti mencari jurnal yang sesuai dengan tema, judul, abstrak, dan kata kunci, kemudian peneliti menyeleksi melalui isi dari jurnal secara keseluruhan dan dipilih jurnal yang sesuai dengan tema dari full paper ini.

PEMBAHASAN

Antimikroba seperti ampicilin, klorheksidin, senyawa amonium kuaterner dan metronidazol digunakan untuk mencegah kerusakan gigi, namun memiliki beberapa efek samping seperti pewarnaan gigi, diare, peningkatan pembentukan kalkulus dan perubahan flora usus. Oleh karena itu, diperlukan metode baru untuk pencegahan dan manajemen yang lebih. Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan alternatif non toksik alami untuk pengendalian dan pencegahan karies gigi telah muncul. Chitosan merupakan polimer alami dengan karakteristik spesifik, termasuk biodegradabilitas, non-toksitas dan aktivitas antimikroba, yang telah menarik perhatian besar selama beberapa tahun. Chitosan sebagai biopolimer alami yang tidak beracun yang dihasilkan

dari deasetilasi parsial chitin memiliki banyak aplikasi dalam industri makanan, farmasi, dan kimia.

Penelitian mengenai chitosan sebagai antibakteri untuk pencegahan karies gigi dilakukan oleh Aliasghari A et al. chitosan dalam ukuran nano memiliki aktivitas yang unggul, termasuk efek antimikroba, sistem penghantaran obat, gen dan/atau vaksin, dan efek antitumor. Dalam penelitian ini, aktivitas antimikroba chitosan dan nanopartikel chitosan pada empat strain streptococcus kariogenik,

termasuk *S. mutans*, *S. sobrinus*, *S. sanguis* dan *S. salivarius* dievaluasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zat-zat tersebut memiliki efek bakteriostatik atau bakterisidal dan anti-adhesi, serta dapat mengurangi pembentukan biofilm/plak secara in vitro. Dalam penelitian ini, efek konsentrasi chitosan 1,25 mg / mL pada pengurangan pertumbuhan >90% dari *S. mutans* dan *S. sanguis* dan konsentrasi 0,625 mg / mL pada pengurangan pertumbuhan > 90% dari *S. sobrinus* dan *S. salivarius* diamati.

Costa dkk. menunjukkan bahwa obat kumur chitosan secara efektif mengurangi jumlah *Streptococcus* spp dan *Enterococcus* spp yang layak dan aman dengan sitotoksitas yang lebih rendah daripada obat kumur komersial. Selain itu, telah terbukti bahwa konsentrasi nanopartikel chitosan 0,626 mg / mL mampu menghambat pertumbuhan *S. mutans*, *S. sobrinus* dan *S. salivarius* hingga >90% dan konsentrasi 0,312 mg / mL mampu menurunkan pertumbuhan *S. sanguis* hingga > 90%. Dalam penelitian ini, efek penurunan chitosan dan nanopartikel chitosan pada adhesi *Streptococcus* oral diamati. Oleh karena itu, chitosan menurunkan 92,5% adhesi *S. mutans* dan >70% adhesi *S. sobrinus*, *S. sanguis*, dan *S. salivarius*.

Costa et al. membandingkan obat kumur yang mengandung chitosan dengan dua obat kumur komersial dan menemukan bahwa hanya obat kumur chitosan yang mampu mengganggu adhesi, pembentukan biofilm, dan biofilm matang dari *S. mutans*, *L. acidophilus*, *E. faecium*, *C. albicans*, dan *P. intermedia*. Dalam penelitian ini, efek antibakteri dari berbagai pengenceran chitosan terhadap *Streptococcus* oral dibandingkan dan ditemukan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi chitosan, efek anti adhesi pada bakteri yang diuji meningkat dan konsentrasi 5 mg / mL ditemukan paling efektif. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya.

Perbandingan antara chitosan dan nanopartikel chitosan menunjukkan bahwa zona hambat nano-chitosan secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan chitosan ($P < 0,05$). Nano-chitosan memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan chitosan dan menunjukkan afinitas yang lebih tinggi terhadap sel bakteri, yang bertanggung jawab atas aktivitas antibakteri yang lebih tinggi. Namun, nanopartikel chitosan tidak memiliki sifat anti-adhesi yang lebih tinggi daripada chitosan pada *S. mutans*, *S. sobrinus* dan *S. sanguis* pada konsentrasi 5 mg/mL ($P > 0,05$). Karena hanya ada sedikit penelitian dalam hal ini, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menjelaskan temuan ini dengan tepat.

Penelitian Covarrubias et al. menemukan potensi aplikasi nanopartikel CuChNP dalam kedokteran gigi karena sifatnya yang dapat berinteraksi dengan baik pada jaringan mulut untuk menghasilkan efek antibakteri. Biopolimer seperti chitosan telah terbukti memiliki sifat antimikroba dan perekat yang sangat baik pada mukosa mulut, sehingga kombinasi CuNPs dengan chitosan dapat meningkatkan daya rekat, bioaktivitas, dan biokompatibilitas nanopartikel logam.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aksi antibakteri CuChNP dapat mencegah pertumbuhan, mengganggu dan membunuh sel bakteri pada biofilm kariogenik yang tumbuh di permukaan gigi. Sifat antimikroba yang ditunjukkan oleh CuChNP dapat berguna untuk pengembangan perawatan yang lebih efektif di masa depan untuk mengontrol biofilm plak gigi sebagai pencegahan karies.

Pada penelitian yang dilakukan oleh R. Senthil Kumar N. Ravikumar S. Kavitha pada tahun 2017 didapatkan bahwa pengaruh penambahan nanopartikel pada SIK (NCH-GIC) terhadap kuat tekan, kuat lentur, ketahanan aus dan pelepasan fluorida telah dievaluasi dan dibandingkan dengan SIK konvensional (C-GIC). Nanopartikel disintesis dengan metode ikatan silang ionik dan ukuran partikelnya ditemukan 110-235 nm. Nanopartikel dicampur dengan bubuk ionomer kaca pada konsentrasi 10% berat dan sampel semen disiapkan. NCH-GIC memiliki nilai kekuatan tekan yang lebih tinggi secara signifikan yang dapat dikaitkan dengan pembentukan awal aluminium polisilat. Demikian pula, kekuatan lentur NCH-GIC (21,26 MPa) secara signifikan lebih tinggi dari C-GIC (12,67 MPa). Ketahanan aus juga ditemukan meningkat karena antarmuka terintegrasi yang lebih baik antara partikel kaca dan ikatan matriks polimer di NCH-GIC. Pelepasan fluorida secara signifikan lebih tinggi pada NCH-GIC dibandingkan dengan C-GIC selama 7 hari.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ngabaza et al. pada tahun 2021, kandungan yang ada dalam *Dodonaea viscosa* var. *angusti-fovia* (DVA) diketahui memiliki sifat antikariogenik dan dapat digunakan sebagai pencegahan *S.mutans*, anti-biofilm dan anti asidogenik. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sebelemetja et al. (2020) didapatkan nanopartikel polimer PLGA-PEG yang distabilkan dengan flavon DVA dapat mempertahankan sifat pencegahan terhadap *S.mutans* dan pada konsentrasi subinhibitor aktivitas anti-asidogenik dan antibiofilm. Selain itu, profil pelepasan *in vitro* menunjukkan bahwa flavon dilepaskan hingga 12 jam pada pH netral dan asam.

Hal ini menunjukkan bahwa nanopartikel PLGA-PEG yang distabilkan dengan flavon turunan DVA memiliki potensi untuk digunakan sebagai agen antikariogenik. Nanopartikel tersebut dapat dimasukkan ke dalam produk kebersihan mulut seperti pasta gigi, obat kumur, dan permen karet. Penggunaan nanopartikel dalam berbagai produk kebersihan mulut berkorelasi dengan efek pembersihan dari saliva, dimana nanopartikel akan diisi kembali ke tingkat tertentu atau diserap ke dalam sel mukosa mulut sedemikian rupa sehingga secara perlahan melepaskan senyawa menguntungkan yang menghambat faktor virulensi *S.mutans*.

Jika konsentrasi sub-inhibitor digunakan dalam pengembangan produk kebersihan mulut, pertumbuhan *S.mutans* akan berkurang dan sel bakteri yang

tersisa tidak akan dapat menyebabkan produksi asam dan pembentukan biofilm. Penggunaan nanopartikel dalam pasta gigi dua kali sehari akan memberikan perlindungan maksimal terhadap karies gigi, namun penelitian *in vivo* lebih lanjut tetap dibutuhkan untuk mengkonfirmasi temuan ini.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Metode pembaruan yang muncul setelah lama menggunakan bahan antimikroba seperti ampisilin, klorheksidin, senyawa amonium kuaterner dan metronidazole yaitu dengan menggunakan senyawa nanopartikel berupa NanoChitosan, Perak, Calcium Floride. Sifat fisikokimia dan biologisnya yang menguntungkan dapat meningkatkan diagnosis, pencegahan, dan pengobatan

berbagai penyakit mulut, termasuk karies gigi, penyakit periodontal, lesi pulpa dan periapikal, kandidiasis oral, stomatitis gigi tiruan, hiposalivasi, dan kanker kepala, leher, dan mulut. Nanopartikel juga dapat meningkatkan sifat mekanik dan mikrobiologi prostesis dan implan gigi dan dapat digunakan untuk meningkatkan penghantaran obat melalui mukosa mulut. Penggunaan Nanopartikel adalah strategi yang menjanjikan yang dapat membantu mencegah, mempersingkat durasi perawatan, atau memberantas masalah mulut seperti karies gigi, penyakit periodontal, peri-implantitis, kandidiasis oral, dan hiposalivasi. Nanopartikel juga dapat dimasukkan ke dalam beberapa bahan gigi, seperti PMMA dan semen ionomer kaca yang berguna untuk meningkatkan sifat prostesis dan restorasi gigi.

Secara khusus karya ilmiah ini ditujukan kepada para peneliti lain yang mempunyai minat dibidang Nanopartikel kedokteran gigi, sehingga mereka dapat melakukan analisa secara analitik dan laboratorium. Hasil dari penelitian mereka bermfaat bagi mahasiswa dan dosen yang akan melakukan penelitian sehingga nantinya akan menghasilkan unsur Nanopartikel yang lebih sempurna dan dapat digunakan dalam bidang keilmuan kedokteran gigi.

PENELITIAN LANJUTAN

Setiap penelitian memiliki keterbatasan; dengan demikian, Anda dapat menjelaskannya di sini dan secara singkat memberikan saran untuk penelitian lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Departemen Ilmu Kesehatan gigi masyarakat dan pencegahan dan Departemen Ilmu Penyakit mulut Fakultas Kedokteran gigi Prof. Dr. Moestopo, Jakarta dan juga secara khusus kepada Departemen ilmu Dental Material Fakultas Kedokteran Gigi Universitas lambung Mangkurat, Banjarmasin Kalimantan Selatan yang turut memberikan masukan yang berharga dalam pembuatan full paper ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada para mahasiswa Profesi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Prof. Dr. Moestopo Jakarta, yaitu: Hamdiya Tsalitsa Anwari SKG, Hilmi SKG, Ike Nurmalisari SKG, Indah Qorizah SKG, Indira Agrena Paramita SKG, Inge Yuni Lestary SKG, Intan Qinthara Amalia SKG, Iqlima Khairunnisa SKG, dan Syarifah Inna Alhikmah SKG yang juga membantu dalam penyelesaian pembuatan Narrative Review ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Moraes G, Zambom C, Siqueira WL. Nanoparticles in Dentistry: A Comprehensive Review. *Pharmaceuticals*. 2021; 14(8): 752.
- Vasiliu S, Racovita S, Gugoasa IA, Lungu MA, Popa M, Desbrieres J. The Benefits of Smart Nanoparticles in Dental Applications. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021; 22(5): 2585
- Fernandez CC, Sokolonski AR, Fonseca MS, Stanisic D, Araújo DB, Azevedo V, Portela RD, Tasic L. Applications of Silver Nanoparticles in Dentistry: Advances and Technological Innovation. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021; 22(5): 2485.
- Pushpalatha C, Suresh J, Gayathri VS, Sowmya SV, Augustine D, Alamoudi A, Zidane B, Mohammad Albar NH, Patil S. Zinc Oxide Nanoparticles: A Review on Its Applications in Dentistry. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2022; 10: 818.
- Schmalz G, Hickel R, van Landuyt KL, Reichl FX. Scientific Update on Nanoparticles in Dentistry. *International Dental Journal*. 2018; 68(5): 299-305.
- Ritter AV, Boushell LW, Walter R. *Studivant's Art and Science of Operative Dentistry*. 7th ed. Missouri: Elsevier; 41-44.
- Liccardo D, Cannavo A, Spagnuolo G, Ferrara N, Cittadini A, Rengo C, Rengo G. Periodontal Disease: A Risk Factor for Diabetes and Cardiovascular Disease. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019; 20(6): 1414.
- Sedghi LM, Bacino M, Kapila YL. Periodontal disease: The Good, the Bad, and the Unknown. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 2021; 11: 1210.
- Lin LM, Ricucci D, Saoud TM, Sigurdsson A, Kahler B. Vital Pulp Therapy of Mature Permanent Teeth with Irreversible Pulpitis from the Perspective of Pulp Biology. *Australian Endodontic Journal*. 2020; 46(1): 154-66.
- Karamifar K, Tondari A, Saghiri MA. Endodontic Periapical Lesion: An Overview on the Etiology, Diagnosis and Current Treatment Modalities. *European Endodontic Journal*. 2020; 5(2): 54.
- Glick M. *Burket's oral medicine*. PMPH USA. Tersedia di: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781119597797.fmatt> er [Diakses 5 Juli 2023].
- Jumini S. Nanoteknologi Manifestasi Nanosciences. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*. 2018; 4(2): 199-206.
- Priyo W. Manfaat Nanopartikel di Bidang Kesehatan. *Majalah Farmasetika*. 2018; 2(4): 1-3.
- Al Husyaerry M. Efektivitas Partikel Nano dalam Pencegahan Karies. *Journal of Indonesian Dental Association*. 2018; 1(1): 111-113.
- Aliasghari A, Khorasgani MR, Vaezifar S, Rahimi F, Younesi H, Khoroushi M. Evaluation of Antibacterial Efficiency of Chitosan and Chitosan Nanoparticles on Cariogenic Streptococci: An In Vitro Study. *Iran Journal Microbiol*. 2016; 8(2): 93-100.

- Covarrubias C, Trepiana D, Corral C. Synthesis of Hybrid Copper-Chitosan Nanoparticles with Antibacterial Activity Against Cariogenic *Streptococcus Mutans*. *Dental Mater Journal*. 2018; 37(3): 379-384.
- Kumar RS, Ravikumar N, Kavitha S, Mahalaxmi S, Jayasree R, Kumar TSS, Haneesh M. Nanochitosan Modified Glass Ionomer Cement with Enhanced Mechanical Properties and Fluoride Release. *International Journal Biol Macromol*. 2017; 104(Pt B): 1860-1865.
- Sebelemetja M, Moeno S, Patel M. Anti-acidogenic, Anti-biofilm and Slow Release Properties of *Dodonaea Viscosa* var. *agustifolia* flavone Stabilized Polymeric Nanoparticles. *Archives of Oral Biology*. 2020; 109: 1-10.
- Koroglu A, Sahin O, Kurkcuoglu I, Dede DO, Ozdemir T, Hazer B. Silver Nanoparticle Incorporation Effect on Mechanical and Thermal Properties of Denture Base Acrylic Resins. *Journal of Applied Oral Science*. 2016; 24(6): 590-596.
- Hira G, Khan MI, Sarwar HS, et al. Development and Characterization of Bioadhesive Film Embedded with Lignocaine and Calcium Fluoride Nanoparticles. *American Association of Pharmaceutical Scientists*. 2020; 21(60): 1-12.