

## ***Approaches Of Nanotechnology In Restorative Dentistry***

Ekiyantini Widyawati\*, Didin Erma Indahyani\*\*

\*Departement of Conservation, \*\*Departement of Oral Biology University of Jember

Correspondence : [didinerm@yaho.com](mailto:didinerm@yaho.com)

### ***Abstrak***

*In the recent years, restorative material available in dentistry, such as amalgam, dental resin have started to be left, because they have properties physical and esthetics less good. Nanotechnology is the science and engineering involved in the design, synthesis, characterization, and application of materials and devices whose smallest functional organization in at least one dimension is on the nanometer scale (one-billionth of a meter). The material's micro-structure is modified by arranging individual atoms & molecules, leading to an enormous improvement in the electrical, chemical and physical properties. The The aims the study is to analyze approach nanotechnology in restorative dentistry. Nanotechnology allow the incorporation of a larger volume of the small sized filler particles in the resin matrix at a nanoscale level possess a higher modulus of elasticity and greater flexural, compressive and diametrical tensile strengths, along with improved hardness, fracture toughness and wear resistance. Also, the decreased inter-particle distance between the nanofillers reduces the tendency for crack formation & propagation. Nanofillers also enable an improvement in the material's esthetic and optical properties.*

*Key Words : Nanotechnology, restorative dentistry, resin composite*

### **Pendahuluan**

Restorasi merupakan istilah yang digunakan di kedokteran gigi untuk menggambarkan perbaikan fungsi gigi dengan mengganti struktur gigi yang hilang atau rusak. Fungsi tersebut adalah untuk mengunyah, berbicara dan juga estetik. Bahan-bahan yang digunakan adalah bahan yang bersifat kuat. Misalnya amalgam maupun logam. Pada perkembangannya orang memperbaiki fungsi gigi, bahan yang bersifat kuat saja tidak cukup, tetapi perlu bahan yang bisa memenuhi fungsi estetik yaitu yang bersifat seperti warna gigi. selain itu juga harus sehat. Resin, komposit, keramik merupakan bahan yang dapat memenuhi estetik, karena sewarna dengan gigi dan bebas dari logam (merkuri) sehingga bersifat sehat. Bahan-bahan tersebut menjadi populer dan menggantikan amalgam maupun logam. Akan tetapi, bahan-bahan tersebut mempunyai kekurangan terutama komposit konvensional, yaitu mudah terjadi fraktur untuk digunakan sebagai restorasi pada gigi

posterior, sehingga tidak tahan lama. Keramik juga memiliki estetetik yang baik, dan bersifat kuat akan tetapi pembuatannya yang secara indirect yaitu dibuat diluar mulut pasien, kemudian dipasangkan di dalam gigi yang diperbaiki, menyebabkan pasien enggan memilih tumpatan tersebut.

Dalam perkembangannya, komposit mengalami kemajuan yang cukup pesat. Usaha untuk memperbaiki sifat fisik resin komposit berubah dari konvensional yaitu unfilled dental resin diperkuat dengan penguat partikel filler menjadi komposit hybrid dan microfilled yang terbaru. Akan tetapi ternyata bahan tersebut belum ideal bila digunakan untuk restorasi gigi posterior, yaitu masih mudah fraktur bila untuk pengunyahan dan mengalami internal stress selama polimerisasi shrinkage yang merugikan (Sachdeva, dkk., 2015).

Pada saat ini pendekatan nanoteknologi digunakan untuk aplikasi praktek di klinik kedokteran gigi. ada dua kunci pendekatannya adalah untuk menciptakan bahan-bahan menjadi lebih kecil atau lebih baik dan digunakan untuk komponen yang lebih kecil dalam beberapa susunan yang lebih kompleks (Khurshid, dkk., 2015). Nanotechnology sendiri dikenal sebagai molecular nanotechnology atau molecular engineering yaitu produk dari bahan-bahan yang berfungsi dan berstruktur antara 0.1 sampai 100 nanometeres (Mohan, dkk., 2013). Aplikasi pada saat ini, di bidang kedokteran gigi menghasilkan perkembangan bahan resin dengan sifat-sifat mekanis yang baik. Bahan-bahan dengan struktur mikro yang dimodifikasi dengan molekul dan atom yang berukuran nano, akan berperan penting untuk memperbaiki sifat fisik, kimia maupun elektrik dengan sangat luar biasa. Nano material mungkin akan menjadi nanoatom, nanograin, nanofibre, nanocluster atau composite yang ukuran partikelnya kurang dari 100 nm dalam satu dimensi. Perubahan biomaterial yang kompleks dari mikro ke skala nano akan mengkombinasikan sifat fisik dan biologi yang baik. selain itu bahan tersebut akan bersifat cukup responsibel terhadap stimulasi eksternal, dan akan bereaksi seperti jaringan yang asli. Ada sejumlah opsi yang menjadi pertimbangan dalam menggunakan bahan yang menyerupai sifat dan struktur jaringan yaitu produksi bahan sintesis harus menyerupai morfologi dan sifat yang sama dan sesuai dengan jaringan gigi, pada pendekatan pendekatan bahan menggantikan jaringan gigi harus mempunyai prinsip alami dan menghasilkan biomaterial yang bersifat sangat

mendekati jaringan yang diganti, bersifat Tissue Engineering yaitu penggunaannya berfungsi sebagai regenerasi (Khurshid, dkk., 2015). Oleh karena itu nanoteknologi diharapkan mampu menjawab semua kepentingan dan kebutuhan pasien. Penulisan ini bertujuan untuk mengkaji pendekatan nanoteknologi pada restorasi dentistry.

## **Kajian Pustaka**

### **1. NanoTeknologi**

Nanoteknologi adalah teknik artistis yang menggunakan ukuran (skala) kurang dari 100 nm untuk memperbaiki disain, fungsi dan penampilan suatu produk. Hal tersebut akan mempengaruhi karakteristik dan pengontrolan bahan pada tingkat atomik dan molekular (Khurshid, dkk., 2015). ‘Nano’ berasal dari kata Yunani, yang berarti ‘dwarf’ atau kerdil. Nanoteknologi dapat didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan dan teknik yang termasuk didalamnya adalah disain, sintesis, karakteristik, dan aplikasi bahan bahan dan alat yang susunan fungsionalnya sangat kecil sekurang-kurangnya satu dimensi pada skala nano (satu miliar per meter). Oleh karena itu nanomaterial atau nanodevice dapat dipertimbangkan sebagai partikel dengan ukuran maksimum  $1 \times 10^{-7}$  m. Istilah ‘nanotechnology’ pertama digunakan pada tahun 1974 ketika Norio Taniguchi, seorang peneliti di University of Tokyo menggunakannya untuk melihat kemampuan pada ketepatan bahan-bahan teknik atau mesin itu pada nanometer. Nanoteknologi dan pengetahuan nanomaterials mempunyai sebuah potensi untuk memberikan manfaat di dalam sejumlah daerah seperti sintesis bahan bahan baru dengan sifat sifat yang terbaru, teknologi produksi, informasi teknologi dan elektronik, ekologi dan energi konservasi, nanobiosystems, alat alat medis, medical appliances dan transportasi (Gambhir, dkk., 2013).

Penggunaan bahan-bahan berbasis nanoteknologi, menyebabkan peningkatan yang signifikan terhadap kemudahan pada pemolesan bahan, ketepatan karakteristik, stabilitas warna dan transparan yang memberikan hasil akhir yang begitu baik dan berkilau. Di dalam resin komposit konvensional, partikel filler yang lebih besar menyebarkan sinar melawati komposit dan memberikan penampakan yang transparan jika partikel tersebut disesuaikan dengan indeks biasnya. Sebaliknya nanokomposit, yang merupakan filler dengan ukuran

lebih kecil jauh di bawah panjang gelombang cahaya, sehingga pengukurannya tidak panjang dengan indeks bias. Cahaya yang secara langsung melewati resin komposit dan bahan-bahan tersebut menyebabkan translusensinya tinggi (Sachdeva, dkk., 2015). Bahan-bahan tersebut diproduksi dengan metode fisik dan kimia. Yang paling menarik bahwa penggunaan bahan-bahan nano, bisa memberikan perbaikan yang dramatik pada sifat elektrik, kimiawi, mekanikal dan optikal. Hasil-hasil produknya menjadi lebih terang, lebih kuat, lebih murah dan lebih tepat (Lyapina, dkk., 2016).

## 2. Nanoteknologi di kedokteran

Nanoteknologi telah banyak digunakan di dunia kedokteran, misalnya pada bidang pengobatan dan diagnosa. Selain itu juga untuk melakukan perawatan pada penyakit-penyakit sel target, misalnya sel kanker, yang menjadi pengobatan yang efektif dan aman. Pada saat ini perkembangan pesat penelitian pada penggunaan nanoteknologi untuk meningkatkan kesehatan dengan digunakan sebagai tindakan preventif, diagnosa, dan terapi dengan berbagai teknik misalnya nanomaterial, biotechnology, dan nanorobots (Gambhir, dkk., 2013). Aplikasi nanoteknologi di kedokteran telah menyebabkan terbentuknya bidang baru yaitu nanomedicine. Konsep ini pertama kali dilakukan oleh Robert A. Freitas Jr. Pada tahun 1993, yang mendefinisikan sebagai observasi, kontrol dan perawatan pada sistem tubuh manusia, pada level molecular menggunakan strukturanano dan alat-alat nano. Aplikasi di dalam kedokteran termasuk tissue scaffolds untuk pembentukan jaringan, nanorobots untuk diagnosa dan tujuan terapi. Molekul-molekul obat ditransport melalui tubuh dengan sistem sirkulasi bisa menyebabkan hal yang tidak diinginkan yang mempengaruhi regio target. Nanorobots dapat mengenali sel-sel yang tidak sehat dan dapat menemukan dan merusaknya dimanapun letaknya. Pengangkutan obat ke target yang sebenarnya, sangat penting di dalam penyakit kanker, sehingga dapat merusak semua sel kanker dan menghindari sel yang sehat pada waktu yang sama (Ozak dan Ozkan, 2013). Nano teknologi juga digunakan untuk penelitian farmakolog, diagnosis klinis, suplemen sistem imun, cryogenic storage of biological tissues, deteksi protein, probing struktur DNA, tissue engineering, destruksi tumor melalui hyperthermia, magnetic resonance imaging (MRI), dll. Beberapa nanoparticles itu misalnya nanopores, nanotubes, quantum

dots, nanoshells, nanospheres, nanowires, nanocapsules, dendrimers, nanorods, liposomes dan yang lainnya. Pada saat ini, mesin yang begitu kecil disebut dengan nanoassemblers yang dapat dikontrol menggunakan komputer, dilakukan untuk pekerjaan tertentu. Nanoassemblers tersebut dapat lebih kecil dari sel nukleus, sehingga sesuai dan tepat untuk mencapai lokasi-lokasi yang begitu kecil, misalnya bisa untuk merusak bakteri di dalam rongga mulut yang menyebabkan gigi karies, atau memperbaiki spot pada gigi yang berlubang (Abiodun-Solanke, dkk., 2014). Bhardwaj, dkk.. (2014) dan Sree, dkk. (2013) mengatakan bahwa tipe nanoteknologi dalam nanomedicine dibagi menjadi 3 yaitu

- a. Bahan dan alat nanoteknologi untuk diaplikasikan dalam diagnostik dan biosensor, melakukan pengobatan pada target, dan *smart drugs*
- b. Kedokteran molekular melalui genomics, proteomics, artificial biobotics (microbial robots)
- c. Mesin molekular dan monorobot kedokteran dan medical nanorobots yang membantu dengan segera diagnosis mikrobia dan treatment, serta mempertinggi fungsi fisiologis.

### 3. Nano teknologi di kedokteran gigi

Selama ini karies yang telah dilakukan penumpatan mengalami recuren. Hal tersebut terjadi oleh karena pada margin tumpatan kurang baik, yang bisa diakibatkan oleh sifat bahan secara fisik maupun kimiawi. Dilaporkan bahwa sekitar 60% restorasi perlu dilakukan penggantian oleh karena kegagalan restorasi. Beberapa pencegahan berhubungan dengan penghambatan pertumbuhan bakteri disekitar plak gigi, pengurangan demineralisasi dengan meningkatkan mineralisasi. Untuk hal tersebut maka diperlukan penambahan bahan antikaries pada bahan restorasi. Nanomaterial dapat digunakan untuk mengontrol pembentukan biofilm rongga mulut. Nanoparticles dapat mengantarkan antibiotics dan bahan bioaktif. Nanoparticles berpotensi merubah muatan permukaan, derajat hidrofobik, perbandingan daerah permukaan ke masa biofilm dan kemampuan partikel untuk mengabsorpsi atau berkumpul dipermukaan biofilm yang dapat diubahnya (Melo, dkk., 2013)

Tissue engineering dan stem cell kedokteran gigi merupakan salah satu perawatan orofacial fractures, bone augmentation, cartilage regeneration of the temporomandibular joint, pulp repair, periodontal ligament regeneration, dan implant osseointegration. Tissue engineering mampu mengganti implant yang terbatas periode penyembuhan yang secara biologi dan fisiologis lebih stabil daripada yang digunakan diimpal. Regenerasi jaringan tulang telah banyak dilakukan dengan tissue-engineering. Nanoscale fibers adalah mirip bentuknya terhadap susunan antara collagen fibrils dan hydroxyapatite crystals di dalam tulang. Polimer yang biodegradable atau bahan ceramic materials yang sering dikenal dalam bone tissue engineering tidak cukup tahan mekanisnya meskipun bersifat osteoconductive dan biocompatible. Nano partikel dapat digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik bahan. Alasan utama nanoparticles dengan dimension struktur yang sama dengan komponen cellular dan molecular. Bone grafts dengan karakteristik yang lebih baik dikembangkan dengan menggunakan nanocrystalline hydroxyapatite dan bisa menstimulasi proliferasi sel yang diperlukan untuk regenerasi jaringan periodontal (Ozac, dkk., 2013).

## **Pembahasan**

Nanoteknologi disiplin ilmu yang berkembang sangat cepat di semua daerah keilmuan, sebagai alternatif yang begitu bermakna untuk memecahkan problem di bidang kedokteran dan kedokteran gigi. Oleh karena dimensinya kurang dari 100 nm, bisa menutupi objek seperti virus yang berukuran kurang lebih 100 nm, molekul glukosa sekitar 1 nm. Nanotechnology telah lama digunakan secara intensif di kedokteran gigi yaitu nanopartikel dalam komposit. Penggunaan nanopartikel secara rasional mempunyai 2 x lipa pada perbaikan estetik dengan pembuatan bahan-bahan yang lebih translucent, memperbaiki sifat-sifat yang sangat mendekati jaringan (Abou-Nell., dkk., 2015). Komposit resin yang tersusun dengan nanoparticles dan nanoclusters dengan distribusi partikel yang luas memberikan beban filler yang lebih tinggi. Nanofilled composites mempunyai karakteristik polishing lebih baik karakteristinya oleh karena nanopartikel bisa menyebabkan terjadinya defek dipermukaan lebih rendah. Hal ini merefleksikan perubahan

pembentukan dental plaque diatas restorasi oleh karena permukaan yang kasar, dan terakumulasi plak gigi. bagaimanapun kebanyakan pertumbuhan dental plaque terjadi oleh pembelahan sel dalam biofilm (Melo, dkk., 2013).

Di kedokteran gigi digunakan nanopartikel pada bahan-bahan komposit berbasis resin sebagai restorasi dan di dalam preventive dentistry secara khusus digunakan untuk mengontrol dan mengelola biofilm bakteri (Gambhir, dkk., 2013). Untuk memperbaiki sbagian enamel dan dentin atau gigi yang hilang, dental composite atau implants biasanya digunakan. Retensi resin composite atau dental implants diperoleh terutama melalui micromechanical retention. Jarak antar resin composites dan jaringan gigi atau anatara dental implants dan tulang oleh karena penting untuk kesuksesan restorasi tersebut. Bila kita lihat struktur enamel, dentin, dan tulang, yang terdiri dari organic matrix, terutama kolagen dan protein noncollagenous proteins serta hidroksi apatit (HA). Rasio organik ke fase mineral bervariasi tergantung dari jaringannya (Neel, dkk., 2015).

Perkembangan penggunaan nanokomposit, dalam merespon kebutuhan polymerization shrinkage, strength, microhardness, dan wears resistance yang penting untuk oklusal posterior. Bowen yang mengembangkan resins [Bisphenol A-Glycidyl Dimethacrylate (Bis-GMA)] dan menggunakan silane couplers. Nanocomposites terdiri dari dua atau lebih bahan termasuk bahan matrik, dan partikel nanoscale. Matriks harus terdiri dari biocompatible polymeric, metallic, atau ceramic material. Dalam nanokomposit kemungkinan sifat mekaniknya diperoleh dengan menggabungkan nanoparticles untuk memperoleh karakteristik yang menggambarkan tulang secara alami (Khursyit, dkk., ...).

Komposit resin menggunakan 2 tipe nanofillers yaitu nanomeric particles (NM) dan nanoclusters (NC). Nano partikel merupakan non aggrat partikel nano silica dengan diameter rata-rata 20 sampai 75 nm, sementara nanocluster fillers mengandung partikel zirconia silica yang ukurannya 2 sampai 20 nm dan pure silica yang ukuran partikelnya 75 nm, yang digunakan dengan resin matrix, cured dan digerus samai rata-rata berukuran kecil yaitu 0.6  $\mu\text{m}$  (Gupta dan Sheety, 2016). Ketika fase anorganik dalam composite menjadi ukuran nano, ini dikenal dengan nanocomposites. Nanofillers yang sangat berbeda dengan filer tradisional, yaitu tipe silica, tantalum ethoxide, zirconia-silica, alumina, nano-fibrillar silicate, tersusun sebagai partikel colloidal dan titanium oxida. Nanoparticles yang

digunakan sbagai filler tunggal composite atau dalam kombibasi dengan tipe filler lain (Lyapina, dkk., 2016)

## **Kesimpulan**

Nanoteknologi merupakan bagian yang sangat penting pada perkembangan dikedokteran gigi. ukurannya dalam nano, biasa digunakan sebagai filler di kedokteran gigi khususnya pada restorasi gigi. komposit berbasis resin yang mengalami perubahan dengan perubahan bahan filler menggunakan ukurn nano, empunyai perubahan pada sifat fisik, mekanis maupun estetik. Selain itu penggunaan nanomaterial menyebabkan sifat bahan mendekati jaringan gigi sehingga menjadi salah satu yang bisa menyebabkan stimulasi regenerasi jaringan.

## **Pustaka**

Ali Abou Neel EA, Bozec L, Perez RA, Kim HW, Knowles JC , 2015, Nanotechnology In Dentistry: Prevention, Diagnosis, And Therapy, *International Juornal Of Nanomedicine*, [10\(1\)](#) : 6371—6394

Bhardwaj [A](#), [Abhishek B](#), [Abhinav M](#). [Sohani M](#). [S Manjula](#), [Arvind KS.](#), 2014, Nanotechnology In Dentistry: Present And Future, *J Int Oral Health*. 6(1): 121–126.

[Solanke IMF](#), [DM Ajayi](#), [AO Arigbede](#), 2014, Nanotechnology And Its Application In Dentistry, *Ann Med Health Sci Res*. 4(Suppl 3): S171–S177

Sree L, Balasubramanian, Deepa, 2013, Nanotechnology In Dentistry – A Review, *International Journal Of Dental Sciences And Research*, 1 (2) : 40-44

Melo MAS., Sarah F.F. Guedes, Hockin H.K. Xu, Lidiany K.A.R., 2013, Nanotechnology-Based Restorative Materials For Dental Caries Management, *Trends Biotechnol*.31(8)

Lyapina M, Mariana C, Maria D, Assya K, M Yaneva-Deliverska, J Deliverski, Angelina K, 2016, Application Of Nanobiomaterials In Restorative Dentistry, *Journal Of IMAB - Annual Proceeding (Scientific Papers)*,(22), Issue 1

Gupta P, H Shetty, 2016, Nanotechnology: Its Role In Restorative Dentistry And Endodontics, *JPN*,4 (Issue) (1) : 17-21

Gambhir RS, GM. Sogi, A Nirola, R Brar, T Sekhon, H Kakar, 2013, Nanotechnology In Dentistry: Current Achievements And Prospects, *Journal Of Orofacial Sciences*, 5 Issue 1



Sachdeva S, Kapoor P, Tamrakar Ak, Noor R. 2013. Nano-Composite Dental Resins: An Overview. *Annals Of Dental Specialty*, 3 Issue 2.

Ozak STa, P Ozkan, 2013 , Nanotechnology And Dentistry, *Eur J Dent*, 7:145-151

Mohan S, A Gurtu. A Singhal, A Mehrotra, 2013, Nanotechnology : Its Implications In Conservative Dentistry And Endodontics, *Journal Of Dental Sciences & Oral Rehabilitation* July – September

Khurshid Z, M Zafar, S Qasim, S Shahab, M Naseem, A Abureqaiba, 2015, Advances In Nanotechnology For Restorative Dentistry , *Materials* , 8, 717-731