MORFOLOGI PERMUKAAN GLASS IONOMER CEMENT DENGAN PENAMBAHAN NANOSELULOSA KRISTALIN DARI SERAT AMPAS TEBU

Hernindya Dwifulqi[1], Rosalina Tjandrawinata[2], Joko Kusnoto[3]
[1]Departemen Ilmu Teknik Material Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Maranatha, Bandung, Indonesia
[2] Departemen Ilmu Teknik Material Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia
[3]Departemen Ortodontik, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

Corresponding author: hernindya.dwifulqi@dent.maranatha.edu

Abstrak

Perkembangan penelitian teknologi nano membuat penggunaan cellulose nanocrystalline (CNC) menjadi alternatif menarik dalam meningkatkan sifat mekanis glass ionomer cement (GIC). Ampas tebu (Saccharum officinarum L.) merupakan sumber CNC, dengan selulosa nanokristal berkristalinitas tinggi (72,5%). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan CNC serat ampas tebu pada sifat mekanis GIC. Sampel GIC (GC Fuji IX) untuk pengujian dibagi dalam 2 kelompok yaitu kontrol dan penambahan 0,2% CNC ampas tebu. Setelah disimpan di dalam aqua distilata dalam inkubator 37^0C selama 24 jam, sampel dikarakterisasi dengan *scanning electron microscope* (SEM). Penambahan CNC serat ampas tebu sebanyak 0,2% menunjukkan hasil SEM dengan morfologi permukaan yang lebih padat dan tidak berporus. Dapat disimpulkan bahwa penambahan ampas tebu dengan konsentrasi 0,2% dapat menunjukan morfologi permukaan yang tidak berporus.

Kata kunci: glass ionomer cement, selulosa nanokristal, ampas tebu

Latar Belakang

Banyak penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanis glass ionomer cement, termasuk dengan menambahkan bubuk logam, memodifikasi dengan resin, dan menggunakan nanopartikel forsterit. Dalam beberapa tahun terakhir, terdapat upaya untuk mengintegrasikan serat ke dalam komposisi GIC guna mencapai kekuatan mekanis yang lebih baik. Silva et al. menambahkan serat selulosa dari kayu eucalyptus ke dalam GIC dan menunjukkan bahwa GIC yang dimodifikasi ini memiliki nilai kekuatan tekan yang lebih tinggi, lebih tahan terhadap abrasi, serta memiliki kekuatan ikatan yang lebih baik dibandingkan dengan GIC yang tidak mengandung serat selulosa.[1] Nanomaterial berbasis selulosa menawarkan potensi yang menarik untuk pengembangan biokomposit dalam aplikasi industri dan biomedis. Selulosa melimpah di alam dan biasanya ditemukan dalam dinding sel tanaman, seperti pada kayu, katun, rami, dan bahan berbasis tanaman lainnya, di mana ia berperan penting dalam struktur tanaman. Terdapat dua kelas umum dari nanomaterial selulosa, yaitu selulosa nanokristal dan selulosa nanofibril.[2-4] Modulus dari kristal selulosa dapat mendekati 58-180 GPa dan secara potensial lebih kuat dari baja.[5]

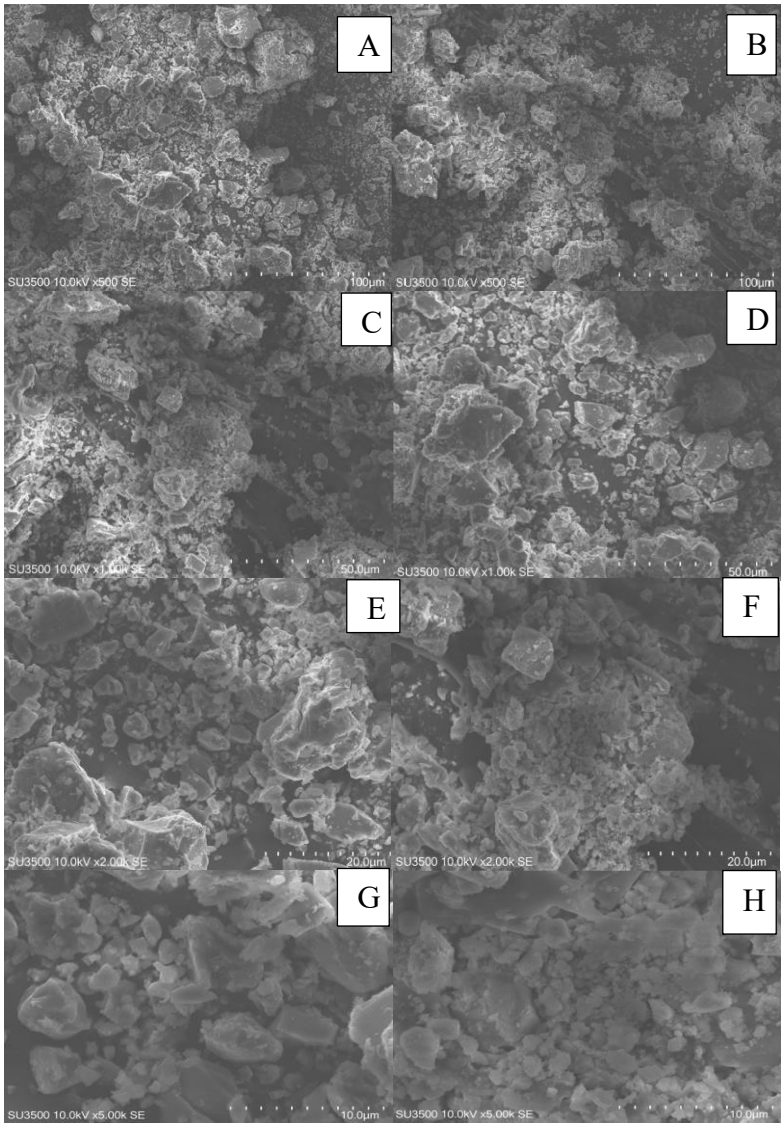
Tebu (Saccharum officinarum L.) adalah tanaman yang hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Dalam proses produksi gula di pabrik, ampas tebu (bagasse) dihasilkan sekitar 35-40% dari total tebu yang diproses. Selama ini, ampas tebu dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan particle board, bahan bakar boiler, pupuk organik, dan pakan ternak.[6] Selulosa dari ampas tebu dapat diekstraksi melalui metode kimia maupun mekanis. Dalam beberapa kasus, kedua metode ini digunakan untuk mengontrol ukuran dan meningkatkan kemurnian bahan yang dihasilkan. Kombinasi dari pemotongan mekanis (atau sonikasi) dan hidrolisis asam yang terkontrol (atau kombinasi dengan asam) diterapkan untuk mengisolasi selulosa.[7] Pengaruh penambahan nanokristal yang diambil dari ampas tebu terhadap morfologi permukaan glass ionomer cement tersebut menarik dan penting untuk dilakukan.

Metode

Metode untuk mempersiapkan nanoselulosa dari ampas tebu dimulai dengan mencuci dan merendam ampas tebu dalam air selama 2 jam, kemudian mengeringkannya di bawah sinar matahari. Proses isolasi selulosa dilakukan melalui hidrolisis basa dengan merendam 30 g ampas tebu dalam 1000 ml larutan NaOH 4 M pada suhu 80°C selama 4 jam. Setelah proses filtrasi dan pencucian hingga pH netral, ampas tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam. Selanjutnya, proses bleaching dilakukan dengan melarutkan ampas dalam larutan NaOCl 1,25% pada suhu 80°C selama 1 jam, diikuti dengan pencucian hingga pH netral dan pengeringan. Untuk mendapatkan nanoselulosa, selulosa yang telah dikeringkan dihidrolisis menggunakan larutan H2SO4 45% pada suhu 45°C selama 90 menit. Setelah pencucian hingga pH netral, campuran didinginkan dan dibiarkan selama 24 jam untuk membentuk suspensi. Suspensi tersebut kemudian diultrasonifikasi, disentrifugasi, dan disaring untuk memperoleh nanoselulosa kristalin berbentuk gel, yang selanjutnya dikarakterisasi menggunakan *scaning electron microscope.*

Hasil

Perbandingan morfologi permukaan kelompok GIC (kontrol) dan GICCNC 0,2% pada berbagai perbesaran ditunjukkan pada Gambar 1. Morfologi permukaan kelompok GICCNC 0,2% menunjukan tampilan morfologi permukaan yang lebih padat dibandingkan kontrol.



Gambar 1. Scanning Electron Microscope dari kelompok kontrol (SIK) perbesaran 500x (A); 1000x (C); 2000x (E); 5000x (G); kelompok CNC 0,2% perbesaran 500x (B); 1000x (D); 2000x (F); 5000x (H)

Diskusi

Glass ionomer cement (GIC) memiliki sifat mekanis yang lebih rendah, termasuk kekuatan tarik, tekan, dan ketahanan penggunaan, jika dibandingkan dengan bahan restorasi lainnya seperti resin komposit.[1,8] Perkembangan dalam penelitian teknologi nano menjadikan penggunaan selulosa sebagai alternatif menarik untuk meningkatkan sifat mekanis GIC. Partikel berukuran nano memiliki kesamaan dengan gigi asli, terutama dalam hal ukuran kristalnya (nanobiomaterial). Penelitian ini memanfaatkan nanoselulosa kristalin (CNC) yang disintesis dari ampas tebu. Dalam penelitian ini, CNC ditambahkan dalam berbagai konsentrasi, di mana konsentrasi yang tepat dapat menciptakan interaksi ideal antara kristal dan matriks semen selama reaksi kimia, sehingga membentuk struktur penguat.[8] Karakter intrinsik dari agen penguat akan mempengaruhi sifat akhir dari GIC.[9] Hasil SEM pada campuran GICCNC menunjukkan ukuran CNC yang sangat kecil memfasilitasi penyebaran yang homogen dalam cairan GIC, sehingga terjadi insersi dan distrbusi yang lebih seragam pada matriks. Hasil SEM menunjukkan terbentuknya agregat fibril nanopartikel yang tersebar dalam matriks mengindikasikan adanya interaksi nanofibril dan matriks semen. Sifat mekanis yang meningkat

dapat disebabkan oleh kemampuan CNC untuk mengikat kelompok hidroksil dari partikel kaca dan kelompok karboksil asam poliakrilik melalui ikatan hidrogen.[8] Struktur CNC mengandung banyak gugus hidroksil, yang memungkinkan terbentuknya ikatan hidrogen baik intra-rantai maupun antar-rantai dengan mudah. Susunan yang teratur ini menghasilkan struktur kristalin yang teratur, sehingga memberikan kekuatan mekanis yang tinggi.[10] Penelitian yang sudah dilakukan dengan menambahkan kitosan pada GIC juga menunjukkan kelompok hidroksil pada rantai kitosan dapat berikatan dengan partikel kelompok hidroksil dari poliasam akrilik di sekitar partikel inorganik sehingga mengurangi tegangan antar permukaan pada komponen GIC berakibat pada peningkatan kemampuan mekanisnya.[10]

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa meskipun Glass Ionomer Cement (GIC) memiliki sifat mekanis yang rendah dibandingkan dengan bahan restorasi lainnya, penambahan nanoselulosa kristalin (CNC) yang disintesis dari ampas tebu dapat meningkatkan sifat mekanisnya. Penambahan CNC dalam berbagai konsentrasi menciptakan interaksi optimal antara kristal dan matriks semen, yang terlihat dari distribusi homogen dan terbentuknya agregat fibril nanopartikel. Peningkatan sifat mekanis ini disebabkan oleh kemampuan CNC untuk membentuk ikatan hidrogen dengan kelompok hidroksil dan karboksil, yang berkontribusi pada kekuatan mekanis yang lebih tinggi. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa penggunaan kitosan dapat memberikan efek serupa, menegaskan potensi nanomaterial dalam pengembangan bahan restorasi gigi.

Daftar Pustaka

1. Bahrami-Abadi M, Khaghani M, Monshi A. Reinforcement Of Glass Ionomer Cement: Incorporating With Silk Fiber. *Jmatpro.* 2016; 4(3): 14-21.
2. Halib N, Perrone F, Cemazar M. Potential Applications Of Nanocellulose-Containing Materials In The Biomedical Field. *Materials (Basel.)* 2017; 10 (8): 21
3. Siqueira G, Bras J, Dufresne A. Cellulosic bionanocomposites: A review of preparation, properties and applications. *Polymers.* 2010; 65(2): 728
4. Kumar A, Yuvraj SN, Veena C. Characterization Of Cellulose Nanocrystals Produced B Acid-Hydrolysis From Sugarcane Bagasse As Agro-Waste. *J Mat Phys Chem.* 2014; 2(1): 1-8.
5. Corradini E, Pineda EAG, Correa AC. Thermal Stability of Cellulose Nanocrystals from Curaua Fiber Isolated by Acid Hydrolysis. *Cellulose Chem Technol.* 2016; 50 (7-8): 737-43
6. Inail MA, Hardiyanto EB, Mendham DS. Growth Responses of Eucalyptus pellita F. Muell Plantations in South Sumatra to Macronutrient Fertilisers Following Several Rotations of Acacia mangium Willd. *Forests.* 2019; 10(12): 1054.
7. Misran E. Industri Tebu Menuju Zero Waste Industry. *J Teknologi Proses.* 2005; 4(2): 6–10.
8. Menezes-Silva R, de Oliveira BMB, Fernandes PHM, Shimohara LY, Pereira FV, Borges AFS, et al. Effects of the reinforced cellulose nanocrystals on glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2019; 35(4): 564–73.
9. Silva RM, Pereira FV, Mota FAP, Watanabe E. Dental Glass Ionomer Cement Reinforced by Cellulose Microfibers and Cellulose Nanocrystals. *Materials Science and Engineering C.* 2016; 56: 389–95.
10. Luo H, Li J, Zhou F. Nanocellulose-based composite. *PBM* 2018; 3(4): 62-76