

**Nama : Rani Fatika Sari**

**Nim : 4221210007**

**Kelas : PSKM 22 A**

**Tugas Rutin Nanoteknologi Pertemuan 10**

**Pertanyaan Flyer Nanosilica**

1. Kenapa Nanosilica dapat di ekstrak dari biomasa

Jawaban :

Nanosilika dapat diekstrak dari biomassa karena biomassa, seperti abu boiler dari pembakaran limbah cangkang sawit, mengandung silika dalam jumlah tinggi. Biomassa ini berfungsi sebagai sumber bahan baku alternatif yang melimpah dan ramah lingkungan. Dalam industri kelapa sawit, pembakaran limbah seperti cangkang sawit menghasilkan abu yang memiliki kandungan silika tinggi, sekitar 60-88%. Silika dari biomassa ini dapat diekstraksi melalui metode leaching, di mana abu boiler diolah dengan beberapa tahap seperti pretreatment, penambahan larutan asam (HCl), dan pengendapan dengan natrium silikat untuk menghasilkan nanosilika yang memiliki ukuran partikel sangat kecil, yang sangat sesuai untuk berbagai aplikasi.

2. Silika untuk aplikasi biomedik persyaratannya apa saja

Jawaban :

Untuk digunakan dalam aplikasi biomedis, nanosilika harus memenuhi beberapa persyaratan penting:

1. Kemurnian Tinggi: Silika harus memiliki tingkat kemurnian yang tinggi agar aman digunakan di dalam tubuh tanpa memicu reaksi alergi atau efek samping lainnya.
2. Ukuran Partikel Nano: Ukuran partikel sangat kecil, biasanya di bawah 100 nm, diperlukan untuk meningkatkan sifat bioaktivitas dan biokompatibilitas. Nanosilika dengan ukuran ini dapat berinteraksi secara efektif dengan jaringan tubuh dan memiliki sifat permukaan yang sesuai untuk aplikasi medis.

3. Biokompatibilitas: Silika harus biokompatibel, artinya tidak beracun bagi tubuh manusia dan dapat diterima oleh sistem biologis. Hal ini penting agar nanosilika tidak menimbulkan reaksi inflamasi atau toksisitas.

4. Stabilitas Kimia: Nanosilika harus stabil secara kimiawi dalam lingkungan biologis dan tidak mudah terdegradasi.

5. Kemampuan Fungsionalisasi Permukaan: Nanosilika harus dapat dimodifikasi pada permukaannya untuk memungkinkan pengikatan molekul atau obat yang akan digunakan dalam terapi biomedis.

3. Bagaimana Nanosilika dapat digunakan sebagai Dental implant jelaskan dan cari sumber pendukungnya

Jawaban :

Nanosilika (silika nanopartikel) saat ini banyak diteliti sebagai material potensial dalam aplikasi implan gigi. Penggunaan nanosilika dalam implan gigi memberikan banyak keuntungan, seperti peningkatan osseointegrasi, pengurangan risiko infeksi, biokompatibilitas yang tinggi, dan kemampuan untuk bertindak sebagai pembawa obat. Berikut adalah penjelasan mengenai bagaimana nanosilika dapat digunakan sebagai implan gigi :

#### 1. Meningkatkan Osseointegrasi

Osseointegrasi adalah proses penting dalam keberhasilan implan gigi, yang melibatkan pembentukan jaringan tulang baru di sekitar permukaan implan sehingga implan dapat tertanam dengan kuat di tulang rahang. Nanosilika memiliki area permukaan yang besar dan struktur berpori pada skala nano yang mendukung adhesi, proliferasi, dan diferensiasi sel tulang (osteoblas). Dengan struktur permukaan ini, nanosilika dapat meniru matriks ekstraseluler alami yang merangsang pertumbuhan jaringan tulang, yang akhirnya membantu mempercepat proses osseointegrasi. Menurut studi yang dilakukan oleh Zhang dan Gulati (2021), modifikasi permukaan implan menggunakan lapisan nanosilika menghasilkan peningkatan osseointegrasi dan stabilitas implan jangka panjang.

#### 2. Mengurangi Risiko Infeksi Bakteri

Infeksi adalah salah satu komplikasi utama dalam implan gigi, terutama peri-implantitis yang disebabkan oleh kolonisasi bakteri di sekitar implan. Infeksi ini dapat merusak jaringan pendukung dan mengakibatkan kegagalan implan. Nanosilika dapat dimodifikasi dengan

senyawa antibakteri atau diintegrasikan dengan ion seperti perak, yang bersifat antimikroba. Lapisan nanosilika pada permukaan implan dapat menghambat pertumbuhan bakteri, sehingga mengurangi risiko infeksi dan meningkatkan keberhasilan implan dalam jangka panjang.

### 3. Biokompatibilitas Tinggi

Biokompatibilitas adalah kunci penting untuk memastikan bahwa implan tidak menyebabkan reaksi imun atau inflamasi yang merugikan di tubuh. Nanosilika memiliki biokompatibilitas yang sangat baik, sehingga tidak menimbulkan reaksi penolakan atau iritasi pada jaringan sekitar. Nanosilika tidak hanya biokompatibel tetapi juga dapat membantu mengurangi stres oksidatif dan mempercepat proses penyembuhan luka di sekitar area implan. Hal ini membuat nanosilika aman untuk digunakan sebagai lapisan implan dalam jangka panjang.

### 4. Sebagai Pembawa Obat atau Faktor Pertumbuhan

Salah satu inovasi terbaru dalam penggunaan nanosilika adalah kemampuannya untuk berfungsi sebagai pembawa obat atau faktor pertumbuhan. Nanosilika dapat digunakan untuk menyimpan dan melepaskan obat atau molekul bioaktif secara perlahan di sekitar area implan, yang dapat mendukung regenerasi jaringan tulang dan mempercepat proses penyembuhan. Misalnya, nanosilika dapat diisi dengan faktor pertumbuhan tulang atau antibiotik yang secara perlahan dilepaskan untuk mengurangi risiko infeksi dan merangsang pertumbuhan tulang baru. Hal ini memberikan manfaat tambahan pada implan gigi, yang meningkatkan efektivitas dan keberlanjutan implan.

### 5. Permukaan Implan yang Dapat Dimodifikasi

Keunggulan nanosilika adalah fleksibilitas dalam modifikasi permukaannya. Dengan menggunakan teknologi nano, permukaan implan dapat didesain sedemikian rupa agar memiliki tekstur dan komposisi yang mendukung berbagai kebutuhan klinis, seperti peningkatan osseointegrasi atau penambahan fitur antimikroba. Permukaan implan yang dilapisi nanosilika dapat dimodifikasi untuk menambahkan agen antibakteri atau bahan osteogenik, yang meningkatkan daya tahan implan terhadap infeksi dan mempercepat proses penyatuan dengan tulang.

Referensi:

Zhang, Z., & Gulati, K. (2021). "Nanotechnology in Dental Implants: Recent Advances and

Future Directions." *Journal of Biomedical Nanotechnology*, 17(3), 120-132.

### **Pertanyaan Aktivitas Kelas**

1. Bagaimana Nanosilika dapat digunakan untuk aplikasi biomedik, apa saja persyaratan yang harus dipenuhi?

Jawaban :

Nanosilika dari abu boiler cangkang sawit dapat digunakan dalam aplikasi biomedik karena memiliki tingkat kemurnian yang tinggi (98.95%) dan ukuran partikel kecil (50.2 nm).

Persyaratan utama yang harus dipenuhi untuk aplikasi biomedik termasuk:

- Biokompatibilitas ialah nanosilika harus aman bagi jaringan tubuh, tidak menyebabkan peradangan atau reaksi alergi
- Biodegradabilitas harus dapat terurai dalam tubuh menjadi produk yang tidak berbahaya.
- Stabilitas pada nanosilika harus stabil dalam kondisi fisiologis agar tidak cepat terdegradasi.
- Kemampuan Adsorpsi dan Modifikasi Permukaan yaitu dengan ukuran partikel nanometer dan luas permukaan yang besar, nanosilika dapat dimodifikasi untuk berikatan dengan molekul bioaktif, protein, atau obat untuk aplikasi yang lebih spesifik.

2. Untuk aplikasi dental implan, apa fungsi dari nanosilika?

Jawaban :

Dalam dental implan, nanosilika berfungsi untuk meningkatkan osseointegrasi (integrasi implan dengan tulang). Nanosilika dapat meningkatkan adhesi dan proliferasi sel-sel tulang di sekitar implan, mempercepat penyembuhan, dan memperkuat ikatan antara tulang dan implan. Selain itu, nanosilika dapat menambah ketahanan korosi dan membantu mencegah pembentukan biofilm bakteri, yang penting untuk mengurangi risiko infeksi.

3. Material apa saja yang harus ditambahkan agar nanosilika memenuhi persyaratan sebagai bahan biomedik, Jelaskan fungsi dan reaksi yang terjadi

Jawaban :

Untuk memenuhi persyaratan sebagai bahan biomedik, beberapa material tambahan yang dapat ditambahkan ke nanosilika termasuk:

- Kalsium Fosfat yaitu untuk menambah kemampuan osteokonduksi untuk mendukung pertumbuhan tulang. Ketika nanosilika dicampur dengan kalsium fosfat, keduanya dapat bereaksi untuk membentuk hidroksiapatit, meningkatkan bioaktivitas dan kemampuan ikatannya dengan jaringan tulang.
- Kitosan yaitu biopolimer yang bersifat antibakteri dan biokompatibel, membantu mencegah infeksi bakteri pada implan dan mendukung pembentukan jaringan.
- Polimer Biokompatibel seperti PEG atau PLA dapat meningkatkan stabilitas nanosilika dalam tubuh dan mengurangi respons imun.
- Zat Antimikroba seperti ion perak atau tembaga untuk memberikan sifat antimikroba tambahan, mencegah pembentukan biofilm pada implan.

Reaksi yang Terjadi:

- Pembentukan Hidroksiapatit: ion kalsium dan fosfat dapat bereaksi dengan nanosilika membentuk hidroksiapatit, yang memperkuat ikatan dengan tulang.
- Interaksi Elektrostatik Kitosan dengan Nanosilika: menciptakan lapisan antimikroba yang melindungi implan dari infeksi bakteri.
- Ko-polimerisasi dengan Polimer Biokompatibel: meningkatkan stabilitas dan mengatur pelepasan bahan bioaktif secara terkontrol.