

## TUGAS RUTIN NANOTEKNOLOGI PERTEMUAN 10

Nama :Fira Yunita

Nim :4221210002

Kelas :PSKM 22 A

### PERTANYAAN

1. Bagaimana Nanosilika dapat digunakan untuk aplikasi biomedik, apa saja persyaratan yang harus dipenuhi?
2. Untuk aplikasi dental implan, apa fungsi dari nanosilika?
3. Material apa saja yang harus ditambahkan agar nanosilika memenuhi persyaratan sebagai bahan biomedik, Jelaskan fungsi dan reaksi yang terjadi !
4. Kenapa nanosilika dapat diekstrak dari biomassa?
5. Silika untuk aplikasi biomedik persyaratannya apa saja?
6. Bagaimana nanosilika dapat digunakan sebagai dental implant,jelaskan dan cari sumber pendukungnya?

### JAWABAN

1. Nanosilika adalah material berbasis partikel silika dengan ukuran nanometer (25-50 nm) dan kemurnian tinggi (98%). Aplikasi biomedik seperti implan gigi, perawatan kulit, dan produk lainnya membutuhkan material yang memenuhi beberapa persyaratan khusus agar aman dan efektif digunakan dalam tubuh manusia. Persyaratan tersebut meliputi:

- Biokompatibilitas: Nanosilika yang digunakan dalam tubuh manusia harus tidak menyebabkan reaksi imun atau penolakan dari tubuh. Partikel ini harus mampu berinteraksi dengan jaringan biologis tanpa menimbulkan toksisitas atau efek samping yang merugikan.
- Stabilitas Kimia: Material nanosilika harus stabil dan tidak mudah bereaksi dengan senyawa lain di lingkungan tubuh. Stabilitas kimia ini penting agar nanosilika tidak cepat mengalami degradasi atau mengalami perubahan struktur yang tidak diinginkan.

- Keamanan: Nanosilika harus bebas dari kontaminan atau logam berat seperti kadmium, arsenik, dan merkuri yang dapat berbahaya bagi tubuh. Kemurnian nanosilika yang tinggi (98%) membantu memastikan bahwa material ini tidak mengandung zat beracun.

Nanosilika berukuran kecil memiliki area permukaan yang sangat luas, yang memungkinkan peningkatan interaksi dengan jaringan tubuh, sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi medis seperti pasta gigi, implan gigi, dental crown (mahkota gigi), dan tabir surya.

2. Dalam aplikasi dental implan, nanosilika memiliki beberapa fungsi penting, yaitu:

- Meningkatkan Kekuatan dan Daya Rekat Implan: Ukuran partikel nanosilika yang kecil memungkinkan integrasi yang lebih baik antara implan dan tulang. Nanosilika membantu proses osseointegrasi, yaitu proses dimana implan menyatu dengan tulang secara kuat. Struktur pori nanosilika memungkinkan sel-sel tulang untuk tumbuh dan menempel di sekitar implan, sehingga implan menjadi lebih stabil dan tidak mudah lepas.
- Mempercepat Penyembuhan Tulang: Nanosilika memiliki sifat osteoinduktif, yang berarti dapat merangsang pertumbuhan tulang di sekitarnya. Ini penting untuk mendukung proses penyembuhan dan memastikan implan dapat bertahan lama di dalam tubuh.
- Meningkatkan Ketahanan terhadap Infeksi: Dalam beberapa kasus, nanosilika dapat digabungkan dengan bahan lain seperti ion perak untuk memberikan efek antimikroba. Efek ini mengurangi risiko infeksi pada implan gigi, yang merupakan salah satu masalah umum pada implan.

3. Untuk meningkatkan fungsionalitas dan biokompatibilitas nanosilika sebagai bahan biomedik, beberapa material tambahan bisa digunakan. Berikut beberapa material tambahan dan fungsinya:

#### **a) Hidroksiapatit (HA)**

Fungsi: Hidroksiapatit adalah bahan keramik yang mirip dengan komponen mineral tulang manusia. Penambahan HA pada nanosilika dapat meningkatkan kemampuan

material untuk menyatu dengan jaringan tulang karena HA bersifat osteokonduktif (mendukung pertumbuhan tulang). HA juga memberikan kekuatan dan daya tahan tambahan pada implan, sehingga cocok untuk aplikasi dental implan.

Reaksi yang Terjadi: Ketika HA berikatan dengan nanosilika dan diintegrasikan dengan jaringan tulang, jaringan tulang baru akan terbentuk di sekitar implan. Reaksi ini memungkinkan material untuk menyatu dengan tulang, menciptakan osseointegrasi yang stabil.

### **b) Ion Perak (Ag<sup>+</sup>)**

Fungsi: Ion perak dikenal memiliki sifat antimikroba yang kuat. Penambahan ion perak pada nanosilika dapat mencegah pertumbuhan bakteri dan mikroorganisme lain di sekitar implan. Ini membantu mengurangi risiko infeksi pasca operasi dan menjaga kebersihan implan dalam jangka panjang.

Reaksi yang Terjadi: Ion perak secara perlahan akan terlepas dari permukaan nanosilika dan menghambat pertumbuhan bakteri di sekitarnya. Proses pelepasan ion perak ini disebut proses ionisasi, di mana ion perak bereaksi dengan sel bakteri dan menyebabkan kematian sel bakteri dengan merusak membran sel dan DNA mereka.

### **c) Kolagen**

Fungsi: Kolagen adalah protein utama dalam jaringan ikat manusia. Penambahan kolagen pada nanosilika dapat membantu meningkatkan integrasi antara implan dan jaringan lunak maupun keras di sekitarnya. Kolagen juga membantu mempercepat regenerasi jaringan dan proses penyembuhan luka.

Reaksi yang Terjadi: Kolagen akan berikatan dengan nanosilika untuk membentuk matriks komposit yang ramah sel. Struktur ini mendorong sel-sel tubuh untuk tumbuh dan berkembang di sekitar implan, sehingga mendukung penyatuan jaringan dengan implan.

Material-material tambahan ini membantu nanosilika untuk memenuhi persyaratan sebagai bahan biomedik dengan meningkatkan biokompatibilitas, daya tahan, dan kemampuan material dalam mencegah infeksi. Gabungan nanosilika dengan

hidroksiapatit, ion perak, dan kolagen memungkinkan pembuatan material implan yang lebih kuat, aman, dan berfungsi optimal di dalam tubuh manusia.

4. Nanosilika dapat diekstrak dari biomasa, khususnya dari limbah biomasa seperti abu boiler cangkang sawit, karena biomasa tersebut mengandung kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang cukup tinggi. Proses ekstraksi ini umumnya dilakukan melalui metode leaching atau pelindian, yang melibatkan beberapa tahap seperti pembakaran biomasa, perlakuan dengan bahan kimia, dan pemurnian untuk memperoleh silika dalam bentuk nanopartikel.

Berikut adalah alasan utama mengapa nanosilika dapat diekstrak dari biomasa:

- **Kandungan Silika yang Tinggi:** Biomasa dari limbah tanaman, seperti sekam padi dan cangkang sawit, mengandung kadar silika yang cukup tinggi (dalam bentuk  $\text{SiO}_2$ ). Misalnya, cangkang sawit memiliki kandungan silika antara 60-89% dalam abu boilernya, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku nanosilika.
- **Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan:** Ekstraksi silika dari biomasa adalah cara yang ramah lingkungan dan mendukung ekonomi sirkular karena mengurangi limbah industri dan menyediakan bahan baku alternatif yang murah. Ini juga membantu mengurangi masalah lingkungan akibat penumpukan limbah biomasa.
- **Ekonomi Sirkular:** Dengan memanfaatkan limbah biomasa, industri dapat mengurangi ketergantungan pada sumber daya mineral alam untuk memperoleh silika. Ini mendukung praktik ekonomi sirkular dengan mengubah limbah menjadi produk bernilai tambah, seperti nanosilika untuk aplikasi biomedik.

5. Silika yang digunakan untuk aplikasi biomedik harus memenuhi beberapa persyaratan agar aman dan efektif untuk digunakan dalam tubuh manusia. Berikut ini adalah beberapa persyaratan penting:

- **Biokompatibilitas:** Silika untuk aplikasi biomedik harus biokompatibel, artinya tidak boleh menyebabkan reaksi imun atau alergi di tubuh. Ini berarti

bahan tersebut harus dapat berinteraksi dengan jaringan tubuh tanpa menimbulkan efek samping atau toksisitas.

- **Kemurnian Tinggi:** Silika harus memiliki tingkat kemurnian yang sangat tinggi, umumnya di atas 98%, untuk memastikan tidak ada kontaminan berbahaya seperti logam berat (misalnya, kadmium, arsenik, atau merkuri) yang dapat menimbulkan bahaya kesehatan.
- **Ukuran Partikel Nano:** Untuk aplikasi biomedik seperti implan dan perawatan gigi, silika umumnya diproses menjadi partikel nano (dalam rentang ukuran 25-50 nm). Ukuran partikel yang sangat kecil ini memungkinkan silika untuk memiliki area permukaan yang luas, meningkatkan interaksi dengan jaringan tubuh, serta memungkinkan penetrasi yang lebih baik pada sel atau jaringan.
- **Stabilitas dan Keamanan Jangka Panjang:** Silika yang digunakan dalam tubuh manusia harus stabil secara kimiawi dan tidak mudah mengalami degradasi atau perubahan struktur. Stabilitas ini memastikan bahwa silika dapat bertahan lama dalam tubuh tanpa memicu reaksi yang merugikan atau merusak jaringan tubuh.

6. Nanosilika memiliki sejumlah karakteristik yang membuatnya ideal untuk digunakan sebagai bahan dalam dental implant. Berikut adalah cara nanosilika berperan dalam dental implant, lengkap dengan sumber pendukung:

- **Peningkatan Osseointegrasi:** Salah satu tantangan utama dalam pemasangan dental implant adalah memastikan implan dapat menyatu secara kuat dengan tulang. Nanosilika membantu proses osseointegrasi (penyatuan tulang dan implan) karena sifatnya yang biokompatibel dan ukuran partikelnya yang sangat kecil. Ukuran nano memungkinkan area permukaan yang lebih besar, sehingga implan dapat berinteraksi lebih baik dengan jaringan tulang dan mendorong sel-sel tulang untuk menempel di sekitarnya, menciptakan struktur yang kuat dan stabil. **Osteoinduktif:\*\*** Nanosilika memiliki kemampuan untuk merangsang osteogenesis, yaitu pembentukan jaringan tulang baru. Nanosilika dapat merangsang

diferensiasi sel-sel osteoblas (sel pembentuk tulang) di sekitar implan, yang membantu proses penyembuhan dan penguatan implan di dalam tulang .

- A Jika Dikombinasikan dengan Bahan Lain: Dalam beberapa kasus, nanosilika digabungkan dengan ion perak untuk memberikan sifat antimikroba, yang membantu mengurangi risiko infeksi pada area sekitar implan. Infeksi adalah salah satu masalah umum pada dental implant, dan nanosilika yang telah dikombinasikan dengan bahan antimikroba dapat membantu menjaga kebersihan implan dan menghambat pertumbuhan bakteri yang berbahaya .
- Kemampuan Pembentukan Biofilm: Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa nanosilika dapat mengurangi pembentukan biofilm pada permukaan implan. Biofilm adalah lapisan mikroorganisme yang dapat menyebabkan infeksi dan komplikasi pada implan. Dengan mengurangi biofilm, nanosilika membantu menjaga kondisi steril di sekitar implan, yang penting untuk keberhasilan jangka panjang dental implant .

Dalam praktiknya, nanost ditambahkan ke permukaan implan atau digunakan sebagai bagian dari bahan komposit implan. Keunggulan ini menjadikan nanosilika salah satu material potensial untuk digunakan dalam bidang kedokteran gigi, terutama untuk aplikasi implan yang membutuhkan integrasi yang baik dengan jaringan tulang dan memiliki risiko infeksi yang rendah.