

**Nama : DEBY FEBRIYANTI**

**NIM : 4223210017**

**Kelas : PSKM 22A (Universitas Negeri Medan)**

**1. Kenapa Nanosilica dapat di ekstrak dari biomasa?**

**Penyelesaian:** Nanosilika dapat diekstrak dari biomassa karena biomassa tertentu, seperti sekam padi, jerami, dan batang tebu, mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ) dalam jumlah yang cukup tinggi. Ekstraksi silika dari biomassa biasanya dilakukan dengan proses pembakaran untuk menghasilkan abu, kemudian diproses lebih lanjut menggunakan bahan kimia, sehingga dihasilkan nanosilika yang murni dan berkualitas.

**2. Silika untuk aplikasi biomedik persyaratannya apa saja?**

**Penyelesaian:** Persyaratan utama silika untuk aplikasi biomedis antara lain:

1. Kandungan kontaminan harus sangat rendah untuk menghindari reaksi toksik atau alergi pada tubuh.
2. Ukuran partikel yang tepat sangat penting untuk menentukan sifat fisik dan kimia silika, serta interaksi dengan sel dan jaringan tubuh.
3. Distribusi ukuran partikel yang sempit memastikan sifat yang lebih seragam dan konsisten dari partikel silika.
4. Biokompatibilitas yang artinya silika harus tidak beracun, tidak menimbulkan reaksi imun, dan tidak menyebabkan kerusakan pada jaringan tubuh.
5. Silika harus stabil dalam kondisi fisiologis (pH, suhu, dan kekuatan ionik) untuk memastikan pelepasan obat yang terkontrol atau mempertahankan struktur material.
6. Luas permukaan yang tinggi memungkinkan adsorpsi molekul obat dalam jumlah yang lebih besar dan meningkatkan efisiensi pengiriman obat.
7. Gugus fungsi pada permukaan silika dapat dimodifikasi untuk meningkatkan interaksi dengan molekul biologis atau untuk menggabungkan ligan spesifik.

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

**Penyelesaian:** Nanosilika sebagai salah satu bentuk nanomaterial yang memiliki potensi besar dalam aplikasi implan gigi. Nanosilika dapat meningkatkan osseointegrasi, yaitu proses di mana implan gigi terikat dengan tulang. Modifikasi permukaan implan dengan nanosilika dapat meningkatkan migrasi sel mesenkim dan proliferasi sel-sel ini yang berkontribusi pada pembentukan jaringan tulang baru di

sekitar implan. Penelitian menunjukkan bahwa permukaan implan yang dimodifikasi dengan nanosilika memiliki kemampuan yang lebih baik dalam merangsang diferensiasi osteoblas dan mempercepat proses osseointegrasi. Penggunaan nanosilika dalam komposit untuk implan gigi dapat meningkatkan sifat mekanis material tersebut, seperti kekuatan tarik dan kekuatan tekan. Hal ini penting untuk memastikan bahwa implan dapat bertahan dalam tekanan dan beban yang diterima selama fungsi normal (Fadhil et al., 2022).

**Referensi:** Fadhil B. S., Suhaimi, F., Mohidden, M. F., Mohd, S. N. F., & Zabidi, M. A. (2022). Enhancement of Tech-Sil25 Maxillofacial Silicone Mechanical Properties after Artificial Weathering through Addition of Nanoparticles. *International Journal of Dentistry*, 1(1), 40-68.

### **Aktifitas Kelas**

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

**Penyelesaian:** Nanosilika atau nanopartikel silika semakin banyak digunakan dalam aplikasi biomedis, seperti dalam sistem penghantaran obat, bioimaging, terapi kanker, dan rekayasa jaringan. Namun, agar dapat digunakan dalam aplikasi biomedis, nanosilika harus memenuhi beberapa persyaratan, diantaranya: Kandungan kontaminan harus sangat rendah untuk menghindari reaksi toksik atau alergi pada tubuh, Ukuran partikel yang tepat sangat penting untuk menentukan sifat fisik dan kimia silika, serta interaksi dengan sel dan jaringan tubuh, Distribusi ukuran partikel yang sempit memastikan sifat yang lebih seragam dan konsisten dari partikel silika, Biokompatibilitas yang artinya silika harus tidak beracun, tidak menimbulkan reaksi imun, dan tidak menyebabkan kerusakan pada jaringan tubuh, Silika harus stabil dalam kondisi fisiologis (pH, suhu, dan kekuatan ionik) untuk memastikan pelepasan obat yang terkontrol atau mempertahankan struktur material, Luas permukaan yang tinggi memungkinkan adsorpsi molekul obat dalam jumlah yang lebih besar dan meningkatkan efisiensi pengiriman obat, Gugus fungsi pada permukaan silika dapat dimodifikasi untuk meningkatkan interaksi dengan molekul biologis atau untuk menggabungkan ligan spesifik.

## 5. Untuk aplikasi dental implan, apa fungsi dari nanosilika?

**Penyelesaian:** Dalam aplikasi **dental implan**, nanosilika memiliki beberapa peran penting yang dapat meningkatkan kinerja dan ketahanan implan. Fungsi-fungsi utamanya antara lain:

Nanosilika dapat meningkatkan osseointegrasi atau kemampuan implan untuk menyatu dengan tulang, yang sangat penting untuk stabilitas dan keberhasilan jangka panjang implan gigi. Ketika nanosilika diaplikasikan pada permukaan implan, ia dapat memperluas area permukaan implan, menciptakan topografi yang mempromosikan adhesi dan proliferasi sel-sel tulang di sekitar implant. Selain itu, Permukaan implan yang dimodifikasi dengan nanosilika biasanya memiliki biokompatibilitas yang lebih tinggi, artinya cenderung tidak menimbulkan reaksi alergi atau inflamasi pada jaringan tubuh. Hal ini penting untuk menghindari reaksi tubuh yang merugikan dan meningkatkan penerimaan implan oleh tubuh. Dalam material komposit atau lapisan pelindung, nanosilika dapat meningkatkan ikatan antara material utama implan (misalnya, titanium atau resin komposit) dengan bahan tambahan lainnya.

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

**Penyelesaian:** Untuk memenuhi persyaratan sebagai bahan biomedis, nanosilika seringkali perlu dimodifikasi dengan penambahan material lain. Penambahan material ini bertujuan untuk meningkatkan biokompatibilitas, memperbaiki sifat fisikokimia, dan memberikan fungsi tambahan seperti kemampuan menargetkan sel tertentu atau melepaskan obat secara terkontrol. Berikut adalah beberapa material yang umum ditambahkan dan fungsinya:

1. Polimer yang berfungsi untuk meningkatkan biokompatibilitas, yang artinya polimer seperti polietilen glikol (PEG) dapat meningkatkan biokompatibilitas nanosilika dengan mengurangi interaksi dengan sistem imun tubuh. Polimer dapat membentuk lapisan pelindung di permukaan nanosilika, mencegah agregasi partikel dan meningkatkan stabilitas dalam lingkungan biologis. Polimer biodegradable seperti PLA atau PCL akan terdegradasi secara perlahan dalam tubuh menjadi asam laktat atau kaprolakton, yang aman dan bisa dikeluarkan dari tubuh. Proses degradasi ini juga memungkinkan pelepasan obat secara bertahap, memberikan efek terapi yang berkelanjutan.

2. **Ion Kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ )**. Penambahan ion kalsium pada permukaan nanosilika dapat meningkatkan **bioaktivitas** dan **osseointegrasi**. Kalsium berperan dalam merangsang pembentukan hidroksiapatit ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ), yaitu komponen utama dari jaringan tulang, sehingga memfasilitasi penyatuan yang lebih cepat antara implan dan tulang di sekitarnya. **Reaksi yang Terjadi** ketika nanosilika yang dimodifikasi dengan ion kalsium kontak dengan cairan tubuh, ion kalsium akan terlepas dan bereaksi dengan fosfat dalam cairan tubuh, membentuk lapisan hidroksiapatit di permukaan implan. Reaksi ini meningkatkan adhesi sel-sel tulang pada implan.
3. Ion Fosfat juga meningkatkan **bioaktivitas** dan **biokompatibilitas** nanosilika. Kombinasi antara fosfat dan kalsium di permukaan nanosilika membantu mempercepat pembentukan jaringan tulang. Ion fosfat yang terdapat di permukaan nanosilika akan bereaksi dengan ion kalsium membentuk hidroksiapatit. Hal ini meningkatkan kemampuan nanosilika dalam menarik dan melekatkan sel-sel osteoblast yang berperan dalam pembentukan tulang.
4. Ion Logam seperti perak atau zink sering ditambahkan untuk memberikan efek antibakteri pada nanosilika. Kedua ion ini mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan pembentukan biofilm, yang sangat penting untuk mencegah infeksi setelah implan dipasang. Ion perak atau zink dapat merusak membran sel bakteri melalui interaksi dengan protein dan enzim yang ada di dinding sel bakteri. Hal ini menyebabkan kebocoran komponen intraselular dan akhirnya kematian sel bakteri. Pada tubuh manusia, ion-ion ini umumnya tetap aman dalam dosis rendah dan tidak menimbulkan efek negatif bagi jaringan di sekitar.
5. **Hidrogel** digunakan untuk memberikan **media penghantaran obat** atau sebagai **matriks untuk regenerasi jaringan**. Dengan porositasnya, hidrogel memungkinkan difusi zat bioaktif atau obat yang terikat pada nanosilika, dan menyediakan lingkungan yang mirip dengan jaringan lunak tubuh. **Reaksi yang Terjadi** ketika nanosilika yang dicampur dalam hidrogel kontak dengan jaringan tubuh, hidrogel menyerap cairan tubuh, mengembang, dan menciptakan lingkungan basah yang ideal untuk pertumbuhan sel. Hidrogel ini juga bisa membebaskan obat atau faktor pertumbuhan secara terkendali untuk mendukung regenerasi jaringan.