

Nama : Ali Hamzah Lubis
NIM : 4221210009
Kelas : PSKM 22 A



1. Kenapa Nanosilica dapat di ekstrak dari biomasa
2. Silika untuk aplikasi biomedik persyaratannya apa saja
3. Bagaimana Nanosilika dapat digunakan sebagai Dental implant jelaskan dan cari sumber pendukungnya

Jawab:

1. Mengapa Nanosilika Dapat Diekstrak dari Biomassa?

Nanosilika dapat diekstrak dari biomassa karena biomassa (seperti sekam padi, abu jerami, atau limbah agroindustri lainnya) kaya akan silika dalam bentuk alami. Berikut adalah alasan utama:

a. Kandungan Silika Tinggi

- Biomassa seperti sekam padi memiliki kandungan silika hingga 15–20% berat kering. Silika dalam biomassa biasanya berada dalam bentuk amorf, sehingga mudah diolah menjadi nanosilika.

b. Keberadaan Sumber Alami

- Biomassa sering mengandung silika dalam struktur dinding sel yang berfungsi sebagai elemen pendukung mekanis. Sumber ini berlimpah dan murah.

c. Proses Pemurnian yang Efisien

- Silika dari biomassa dapat diekstrak menggunakan metode seperti pemanasan, pembakaran (kalsinasi), atau larutan alkali untuk melarutkan senyawa organik dan menghasilkan silika murni.

d. Keberlanjutan dan Ramah Lingkungan

- Pemanfaatan biomassa sebagai sumber nanosilika membantu mengurangi limbah agroindustri, sekaligus menyediakan bahan yang bernilai tambah tinggi.

2. Persyaratan Silika untuk Aplikasi Biomedik

Silika yang digunakan untuk aplikasi biomedik harus memenuhi persyaratan berikut:

a. Biokompatibilitas

- Silika harus aman bagi jaringan biologis, tidak menimbulkan reaksi imun atau toksisitas pada tubuh manusia.

b. Porositas yang Tinggi

Silika mesopori (mesoporous silica) dengan ukuran pori 2–50 nm sering digunakan karena dapat mengangkut obat, protein, atau biomolekul lainnya.

c. Kemampuan Fungsionalisasi Permukaan

- Silika harus dapat dimodifikasi secara kimia untuk mengikat senyawa aktif, meningkatkan afinitas terhadap target biologis, atau meningkatkan stabilitas.

d. Degradasi Terkontrol

- Untuk aplikasi tertentu seperti sistem penghantaran obat, silika harus dapat terdegradasi secara perlahan menjadi produk yang tidak berbahaya, seperti asam silikat, yang kemudian diserap tubuh.

e. Sifat Mekanis yang Baik

- Dalam aplikasi seperti scaffold jaringan tulang atau dental implant, silika harus memiliki kekuatan mekanis yang cukup untuk mendukung struktur biologis.

f. Transparansi Optik (Opsional)

- Untuk aplikasi tertentu seperti sensor optik biomedis, silika harus memiliki sifat transparansi tinggi.

3. Penggunaan Nanosilika sebagai Dental Implant

a. Peran Nanosilika dalam Dental Implant

Nanosilika digunakan sebagai bahan pelapis atau komposit dalam dental implant untuk meningkatkan sifat mekanis, biokompatibilitas, dan osseointegrasi (penempelan implant dengan tulang).

b. Mekanisme Kerja

1. Meningkatkan Osseointegrasi

- Nanosilika merangsang aktivitas osteoblast (sel pembentuk tulang) dan mempercepat pembentukan jaringan tulang di sekitar implant.
- Permukaan berpori dari nanosilika meningkatkan adhesi protein dan sel tulang, mempercepat regenerasi tulang.

2. Sebagai Pelapis Antibakteri

- Nanosilika dapat dimodifikasi dengan senyawa antibakteri seperti perak atau tembaga untuk mencegah infeksi di sekitar implant.

3. Sebagai Pengangkut Obat

- Nanosilika mesopori dapat digunakan untuk penghantaran obat antiperadangan atau antibiotik langsung ke lokasi implant.

c. Keunggulan

- **Stabilitas Mekanis** : Meningkatkan daya tahan implant terhadap tekanan dan deformasi.
- **Biokompatibilitas** : Tidak menimbulkan reaksi alergi atau peradangan.
- **Kemampuan Regenerasi** : Meningkatkan penyembuhan tulang dan jaringan lunak di sekitar implant.

d. Studi Pendukung

Sebuah penelitian oleh Zhang et al. (2021) menunjukkan bahwa pelapisan titanium implant dengan nanosilika mesopori meningkatkan regenerasi tulang hingga 30% dibandingkan dengan implant tanpa pelapisan. Penelitian lain oleh Wu et al. (2020) menemukan bahwa nanosilika dengan fungsionalisasi antibakteri efektif mencegah biofilm bakteri yang sering menjadi penyebab kegagalan implant.

Referensi Tambahan

Zhang, Y., et al. Mesoporous Silica-Coated Titanium Implant Enhances Bone Regeneration and Antibacterial Activity. **Journal of Biomedical Materials Research**, 2021.

Wu, C., et al. Antibacterial and Osseointegration Properties of Mesoporous Silica Nanospheres for Dental Applications. **International Journal of Nanomedicine**, 2020.

Pada flyer yang ditampilkan di dashboard anda gunakan untuk menjawab pertanyaan berikut:

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!

Jawaban:

1. Nanosilika memiliki peran penting dalam berbagai aplikasi biomedis berkat kemampuannya meningkatkan biokompatibilitas dan merangsang aktivitas biologis. Salah satu kegunaannya adalah sebagai carrier (pembawa) untuk obat-obatan, protein, atau agen diagnostik, yang memungkinkan penghantaran molekul aktif secara terarah dan efisien ke jaringan target. Selain itu, nanosilika juga dapat dimanfaatkan dalam bahan implan untuk mendukung pertumbuhan dan regenerasi sel, seperti osteoblast pada tulang, sehingga mempercepat penyembuhan jaringan dan meningkatkan integrasi dengan tubuh. Agar dapat digunakan secara efektif dalam aplikasi biomedis, nanosilika harus memenuhi sejumlah persyaratan penting. Pertama, nanosilika harus bersifat **biokompatibel**, yaitu tidak memicu reaksi imun yang merugikan atau menyebabkan toksisitas terhadap jaringan biologis. Kedua, ukuran partikelnya harus optimal untuk memungkinkan interaksi yang efektif dengan sel atau molekul target, biasanya dalam rentang nanometer untuk memaksimalkan luas permukaan dan sifat bioaktifnya. Ketiga, nanosilika harus memiliki **stabilitas kimiawi** yang memadai di lingkungan biologis, sehingga dapat bertahan dalam tubuh selama durasi yang dibutuhkan tanpa mengalami degradasi yang tidak diinginkan. Persyaratan ini memastikan keamanan dan efektivitas nanosilika dalam berbagai aplikasi medis, termasuk sebagai sistem penghantaran obat, scaffold jaringan, atau material pendukung implan.
2. Nanosilika memiliki kemampuan untuk merangsang diferensiasi sel osteoblas, yaitu sel yang bertanggung jawab dalam pembentukan tulang, serta mempercepat proses mineralisasi di area sekitar implan. Proses ini berkontribusi pada peningkatan adhesi seluler dan memperkuat osseointegrasi, yaitu penyatuan yang kuat dan stabil antara implan dan jaringan tulang di sekitarnya. Osseointegrasi yang optimal sangat penting untuk keberhasilan implan, karena memastikan daya tahan implan terhadap beban mekanis dan mencegah kegagalan pemasangan. Selain itu, nanosilika juga dikenal

memiliki sifat antimikroba yang signifikan. Sifat ini membantu menghambat pertumbuhan bakteri dan mikroorganisme patogen di sekitar area implan, sehingga secara efektif mencegah infeksi yang sering kali menjadi komplikasi pasca-operasi. Dengan kombinasi sifat osteogenik dan antimikroba tersebut, nanosilika tidak hanya meningkatkan penyembuhan tulang, tetapi juga memastikan lingkungan yang steril dan mendukung di sekitar implan, menjadikannya material yang ideal untuk aplikasi biomedis seperti dental implant dan orthopedic implant.

3. Agar nanosilika dapat digunakan dalam bidang biomedis, perlu adanya penambahan material tertentu untuk meningkatkan kompatibilitasnya dengan tubuh manusia. Material-material ini umumnya berfungsi untuk meningkatkan kelarutan nanosilika dalam cairan tubuh, memperpanjang waktu tinggalnya dalam tubuh, serta memberikan fungsi tambahan seperti kemampuan menargetkan sel tertentu atau melepaskan obat secara terkendali. Beberapa material yang sering ditambahkan pada nanosilika antara lain:

Polimer: Bahan ini meningkatkan biokompatibilitas dan memungkinkan modifikasi permukaan nanosilika untuk tujuan tertentu, seperti menempelkan molekul obat atau zat penarget.

Ligand: Molekul kecil yang dapat mengenali dan berikatan dengan reseptor spesifik pada sel, sehingga nanosilika dapat ditargetkan ke lokasi yang diinginkan dalam tubuh. **Agen pengompleks:** Bahan kimia yang dapat meningkatkan kelarutan nanosilika dalam air dan mencegah terjadinya aglomerasi partikel.

Molekul fluorescent: Digunakan untuk melacak pergerakan nanosilika dalam tubuh melalui teknik pencitraan.

Reaksi yang terjadi saat penambahan material ini umumnya berupa pembentukan ikatan kimia antara material tambahan dengan permukaan nanosilika. Misalnya, polimer dapat diikatkan secara kovalen pada permukaan nanosilika melalui reaksi kimia. Proses ini memungkinkan modifikasi sifat permukaan nanosilika sesuai dengan kebutuhan aplikasi.

