

TUGAS RUTIN NANOTEKNOLOGI PERT. 10

Nama : Muhammad Farhan

Nim : 4222610001

Kelas : PSKM 22 A

Pertanyaan pada Flyer Nanosilica



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

Jawaban

1. Karena, limbah sawit, seperti abu sekam padi, mengandung silika dalam jumlah yang signifikan. Silika ini merupakan komponen utama pembentuk nanosilika. Kandungan silika yang tinggi ini menjadikan limbah sawit sebagai sumber yang sangat potensial untuk produksi nanosilika. Industri kelapa sawit menghasilkan limbah dalam jumlah besar setiap tahunnya. Dengan memanfaatkan limbah ini, kita dapat mengurangi masalah lingkungan dan sekaligus menghasilkan produk bernilai tambah. Proses ekstraksi nanosilika dari limbah sawit relatif

sederhana dan dapat dilakukan dengan teknologi yang ada. Proses ini melibatkan pembakaran limbah untuk menghasilkan abu, kemudian abu tersebut diolah lebih lanjut untuk mendapatkan nanosilika.

2. Silika, terutama dalam bentuk nanopartikel, memiliki potensi besar dalam berbagai aplikasi biomedis. Namun, untuk memastikan keamanan dan efektivitasnya dalam tubuh manusia, silika yang digunakan harus memenuhi persyaratan yang sangat ketat. Berikut beberapa persyaratan utama silika untuk aplikasi biomedis:

1. Kemurnian Tinggi:

- Bebas dari kontaminan: Silika harus sangat murni dan bebas dari kontaminan logam berat, senyawa organik, dan partikel asing yang dapat memicu reaksi toksik atau alergi.
- Kemurnian kimiawi: Komposisi kimia silika harus terkendali dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

2. Ukuran Partikel yang Terkendali:

- Ukuran nano: Ukuran partikel silika idealnya berada dalam rentang nanometer untuk meningkatkan luas permukaan dan interaksi dengan sel.
- Distribusi ukuran seragam: Distribusi ukuran partikel yang seragam akan memberikan sifat fisik dan kimia yang lebih konsisten.

3. Morfologi yang Sesuai:

- Bentuk partikel: Bentuk partikel silika dapat mempengaruhi sifat fisikokimianya. Bentuk bulat atau sferis umumnya lebih disukai karena memiliki luas permukaan yang lebih besar.
- Porositas: Beberapa aplikasi mungkin memerlukan silika dengan porositas tertentu untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi atau sebagai pembawa obat.

4. Sifat Permukaan:

- Kelarutan: Silika harus memiliki kelarutan yang rendah dalam cairan tubuh untuk mencegah akumulasi yang berlebihan.
- Muatan permukaan: Muatan permukaan silika dapat dimodifikasi untuk meningkatkan interaksi dengan komponen biologis.
- Fungsionalisasi permukaan: Permukaan silika dapat difungsionalkan dengan berbagai gugus fungsional untuk meningkatkan biokompatibilitas, targetting, atau loading obat.

5. Biokompatibilitas:

- Tidak toksik: Silika harus tidak toksik dan tidak menyebabkan reaksi inflamasi atau kerusakan jaringan.
- Tidak imunogenik: Silika tidak boleh memicu respon imun yang berlebihan.

- Biodegradasi: Idealnya, silika yang digunakan dalam aplikasi biomedis harus dapat terdegradasi secara biologis menjadi senyawa yang tidak berbahaya.

6. Stabilitas Fisikokimia:

- Stabilitas dispersi: Silika harus stabil dalam larutan atau suspensi untuk mencegah agregasi partikel.
- Stabilitas suhu: Silika harus stabil pada suhu tubuh dan kondisi fisiologis lainnya.

7. Reprodusibilitas:

- Proses produksi: Proses produksi silika harus terstandarisasi dan dapat menghasilkan produk dengan kualitas yang konsisten.

3. Nanosilika, dengan ukuran partikelnya yang sangat kecil dan sifat fisikokimianya yang unik, telah menarik perhatian para peneliti dalam bidang kedokteran gigi. Potensi penggunaannya sebagai bahan dasar dental implant sangat menjanjikan, terutama karena sifat biokompatibilitasnya yang baik dan kemampuannya untuk berinteraksi dengan jaringan tulang.

Mengapa Nanosilika?

- Biokompatibilitas: Nanosilika umumnya dianggap biokompatibel, artinya tidak memicu reaksi penolakan dari tubuh. Ini membuatnya cocok untuk digunakan dalam kontak langsung dengan jaringan tubuh.
- Luas Permukaan yang Besar: Ukuran partikel nano memberikan luas permukaan yang sangat besar, memungkinkan interaksi yang lebih baik dengan sel-sel tulang dan mempercepat proses osteointegrasi.
- Kuat dan Tahan Lama: Nanosilika memiliki kekuatan dan ketahanan yang baik, membuatnya cocok untuk digunakan sebagai bahan implant.
- Dapat Dimodifikasi: Permukaan nanosilika dapat dimodifikasi dengan berbagai gugus fungsional untuk meningkatkan bioaktivitas dan interaksi dengan protein tulang.

Mekanisme Kerja Nanosilika dalam Dental Implant

Ketika nanosilika digunakan dalam dental implant, beberapa mekanisme dapat terjadi:

- Osteointegrasi: Permukaan nanosilika yang luas menyediakan area yang lebih besar untuk adhesi sel-sel tulang, sehingga mempercepat proses osteointegrasi, yaitu proses penyambungan antara implant dengan tulang.
- Pelepasan Faktor Pertumbuhan: Nanosilika dapat berfungsi sebagai pembawa faktor pertumbuhan tulang, yang dapat merangsang pertumbuhan tulang baru di sekitar implant.
- Antibakteri: Beberapa jenis nanosilika memiliki sifat antibakteri, yang dapat membantu mencegah infeksi pada area implant.

Aplikasi Nanosilika dalam Dental Implant

- Pelapis Implant: Nanosilika dapat digunakan sebagai pelapis pada permukaan implant titanium untuk meningkatkan biokompatibilitas dan osteointegrasi.
- Bahan Pengisi Komposit: Nanosilika dapat ditambahkan ke dalam komposit resin untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan aus dari bahan tambalan gigi.
- Scaffold untuk Regenerasi Tulang: Nanosilika dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk membuat scaffold tiga dimensi yang dapat digunakan untuk meregenerasi tulang pada defek tulang alveolar.

Pertanyaan pada Aktifitas Kelas

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, dengan ukuran partikelnya yang sangat kecil dan sifat fisikokimianya yang unik, telah menarik perhatian para peneliti dalam bidang biomedis. Potensi penggunaannya sangat luas, mulai dari obat-obatan hingga perangkat implan.

Mekanisme Kerja Nanosilika dalam Biomedis

- Peningkatan Luas Permukaan: Ukuran nano memberikan luas permukaan yang sangat besar, memungkinkan interaksi yang lebih baik dengan sel dan jaringan tubuh.
- Pengiriman Obat: Nanosilika dapat berfungsi sebagai pembawa obat, melepaskan obat secara terkontrol pada area yang sakit.
- Imaging: Nanosilika dapat dilapisi dengan zat kontras untuk digunakan dalam pencitraan medis.
- Scaffold untuk Regenerasi Jaringan: Nanosilika dapat membentuk struktur tiga dimensi yang dapat menjadi kerangka untuk pertumbuhan jaringan baru.

Persyaratan Nanosilika untuk Aplikasi Biomedis

Agar nanosilika dapat digunakan dalam aplikasi biomedis, beberapa persyaratan penting harus dipenuhi:

- Kemurnian Tinggi: Bebas dari kontaminan yang dapat memicu reaksi toksik atau alergi.
- Ukuran Partikel Terkendali: Ukuran partikel harus seragam dan berada dalam rentang nano untuk memaksimalkan luas permukaan.
- Biokompatibilitas: Tidak boleh menyebabkan reaksi toksik atau inflamasi pada tubuh.

- Stabilitas Fisikokimia: Sifat fisik dan kimia harus stabil dalam kondisi tubuh.
- Fungsionalisasi Permukaan: Permukaan dapat dimodifikasi untuk meningkatkan interaksi dengan jaringan atau sel target.

Aplikasi Nanosilika dalam Biomedis

- Pengiriman Obat: Nanosilika dapat digunakan untuk mengantarkan obat ke tumor secara spesifik, mengurangi efek samping pada jaringan sehat.
- Rekayasa Jaringan: Nanosilika dapat digunakan sebagai scaffold untuk meregenerasi tulang, kulit, dan jaringan lainnya.
- Pencitraan Medis: Nanosilika dapat digunakan sebagai agen kontras untuk meningkatkan kualitas gambar dalam MRI atau CT scan.
- Sensor Biologis: Nanosilika dapat digunakan untuk membuat sensor yang dapat mendeteksi berbagai biomolekul, seperti glukosa atau protein.

2. Fungsinya adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan Osteointegrasi:

- Luas Permukaan yang Besar: Ukuran nano memberikan luas permukaan yang sangat besar, memungkinkan kontak yang lebih luas antara implant dengan tulang. Ini mempercepat proses penyembuhan dan penyatuan tulang dengan implant (osteointegrasi).
- Memicu Pertumbuhan Tulang: Nanosilika dapat merangsang sel-sel tulang untuk tumbuh dan berkembang di sekitar implant, memperkuat ikatan antara implant dan tulang alveolar.

2. Meningkatkan Kekuatan dan Ketahanan:

- Penguat Material: Nanosilika dapat ditambahkan ke dalam bahan dasar implant untuk meningkatkan kekuatan, ketahanan aus, dan keuletan material.
- Mencegah Fraktur: Dengan struktur yang kuat, nanosilika membantu mencegah implant dari kerusakan atau patah.

3. Menghasilkan Permukaan yang Biokompatibel:

- Mengurangi Reaksi Inflamasi: Permukaan nanosilika yang dimodifikasi dapat mengurangi reaksi inflamasi dan meningkatkan toleransi tubuh terhadap implant.
- Memudahkan Penyembuhan: Permukaan yang biokompatibel mempercepat proses penyembuhan luka dan mengurangi risiko infeksi.

3. Agar nanosilika dapat memenuhi persyaratan sebagai bahan biomedis yang aman dan efektif, seringkali diperlukan penambahan material lain untuk memodifikasi sifat fisikokimia dan biologisnya. Berikut adalah beberapa material yang umum digunakan dan fungsinya:

1. Agen Pengompleks (Chelating Agent)

- Fungsi: Mengikat ion logam yang mungkin terkontaminasi pada permukaan nanosilika, meningkatkan kemurnian dan biokompatibilitas.
 - Contoh: EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid).
 - Reaksi: Agen pengompleks membentuk kompleks yang stabil dengan ion logam, menariknya keluar dari permukaan nanosilika.
2. Agen Pengubah Permukaan (Surface Modifying Agent)
- Fungsi: Mengubah sifat permukaan nanosilika agar lebih hidrofilik atau hidrofobik, meningkatkan biokompatibilitas, atau memungkinkan konjugasi dengan molekul lain.
 - Contoh: Silan coupling agent (seperti aminopropyltriethoxysilane), polimer (seperti PEG), protein.
 - Reaksi: Agen pengubah permukaan berikatan secara kovalen dengan gugus silanol pada permukaan nanosilika, membentuk lapisan baru dengan sifat yang diinginkan.
3. Partikel Logam atau Oksida Logam
- Fungsi: Memberikan sifat magnetik, optik, atau katalitik pada nanosilika.
 - Contoh: Besi oksida, emas, perak.
 - Reaksi: Partikel logam atau oksida logam dapat diikat pada permukaan nanosilika melalui ikatan kimia atau fisik.
4. Polimer
- Fungsi: Meningkatkan biokompatibilitas, meningkatkan kelarutan, atau memberikan sifat mekanik yang diinginkan.
 - Contoh: Polietilen glikol (PEG), polilaktid-ko-glikolid (PLGA).
 - Reaksi: Polimer dapat diadsorpsi pada permukaan nanosilika atau diikat secara kovalen.
5. Molekul Bioaktif
- Fungsi: Memberikan sifat biologis yang spesifik, seperti kemampuan menargetkan sel kanker atau merangsang pertumbuhan jaringan.
 - Contoh: Peptida, protein, asam nukleat.
 - Reaksi: Molekul bioaktif dapat dikonjugasi dengan permukaan nanosilika melalui ikatan kovalen atau interaksi non-kovalen.
- Mekanisme Umum Modifikasi Permukaan Nanosilika
1. Adsorpsi Fisik: Molekul tambahan terikat pada permukaan nanosilika melalui gaya van der Waals atau ikatan hidrogen.

2. Ikatan Kovalen: Molekul tambahan berikatan secara kovalen dengan gugus silanol pada permukaan nanosilika melalui reaksi kimia.
3. Enkapsulasi: Molekul tambahan terperangkap di dalam matriks nanosilika.