

Nama : Dela Oktavianti

NIM : 4222510005

Kelas : PSKM 22 A

TUGAS NANOTEKNOLOGI

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

Jawab :

Nanosilika memiliki potensi yang besar dalam berbagai aplikasi biomedis, termasuk dalam penghantaran obat, bioimaging, terapi kanker, dan pembentukan jaringan. Sifat uniknya seperti luas permukaan yang tinggi, kapasitas muatan besar, biokompatibilitas, dan kemampuan untuk dimodifikasi secara kimia menjadikannya bahan yang menarik untuk digunakan dalam aplikasi kesehatan. Namun, untuk digunakan dalam aplikasi ini, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi:

1. Biokompatibilitas

- Nanosilika harus tidak beracun dan aman untuk digunakan dalam tubuh manusia. Kompatibilitas biologi ini harus diuji melalui serangkaian uji toksisitas untuk memastikan bahwa nanosilika tidak menimbulkan efek samping yang merugikan terhadap sel atau jaringan tubuh.

2. Biodegradabilitas

- Agar tidak menimbulkan akumulasi jangka panjang dalam tubuh, nanosilika sebaiknya dapat didegradasi dan diekskresikan secara alami. Modifikasi pada struktur nanosilika, seperti ukuran partikel dan komposisi, dapat membantu meningkatkan degradasi alami di dalam tubuh.

3. Kemampuan Fungsi Permukaan yang Disesuaikan

- Permukaan nanosilika perlu dimodifikasi untuk meningkatkan stabilitasnya di lingkungan biologis serta untuk memungkinkan penargetan spesifik. Modifikasi ini dapat meliputi penambahan senyawa kimia yang membuat nanosilika menargetkan sel atau jaringan tertentu, seperti antibodi atau peptida spesifik, untuk tujuan diagnostik atau terapeutik.

4. Stabilitas dalam Lingkungan Biologis

- Nanosilika harus stabil dalam kondisi biologis (seperti pH tubuh dan suhu tubuh) untuk mencegah degradasi yang tidak diinginkan sebelum mencapai target. Stabilitas yang baik juga penting untuk menjaga muatan obat atau agen terapi sampai nanosilika sampai pada target yang diinginkan.

5. Kemampuan Muatan dan Pelepasan yang Terkontrol

- Salah satu penggunaan utama nanosilika dalam biomedis adalah sebagai pembawa obat. Oleh karena itu, nanosilika harus memiliki kemampuan muatan yang tinggi dan memungkinkan pelepasan obat yang terkontrol pada target tertentu. Hal ini dapat dicapai dengan mengatur ukuran pori dan modifikasi permukaan yang spesifik untuk obat atau biomolekul yang dimuat.

6. Kemampuan Pengimejan atau Penginderaan

- Nanosilika yang digunakan dalam bioimaging (misalnya, pencitraan MRI, CT, atau fluoresensi) harus memiliki sifat optik atau magnetik yang sesuai untuk membantu visualisasi area target di dalam tubuh. Beberapa nanosilika dimodifikasi dengan bahan

fluoresen atau bahan kontras untuk memfasilitasi deteksi yang lebih baik dalam teknik pencitraan medis.

Aplikasi Potensial Nanosilika dalam Biomedik

1. Penghantaran Obat (Drug Delivery)

Nanosilika dapat membawa berbagai jenis obat dan memungkinkan pelepasan obat yang terkontrol di lokasi target, yang dapat mengurangi efek samping dan meningkatkan efikasi pengobatan.

2. Bioimaging dan Diagnosis

Nanosilika yang dimodifikasi dengan bahan fluoresen atau agen kontras dapat membantu dalam bioimaging, memberikan pencitraan yang lebih tajam dan detail dari jaringan atau tumor tertentu.

3. Terapi Kanker

Nanosilika dapat digunakan dalam terapi kanker dengan cara mengantarkan obat antikanker atau dalam terapi fototermal, di mana nanosilika menyerap radiasi dan menghantarkan panas untuk membunuh sel kanker.

4. Pembentukan Jaringan (Tissue Engineering)

Nanosilika dapat menjadi scaffold atau matriks yang mendukung pertumbuhan sel untuk pembentukan jaringan.

Nanosilika yang diproses dengan memenuhi semua persyaratan di atas berpotensi untuk berbagai aplikasi biomedis, baik dalam terapi maupun diagnostik.

2. Untuk aplikasi dental implant, apa fungsi nanosilika?

Jawab :

Dalam aplikasi implan gigi, nanosilika memainkan peran penting untuk meningkatkan kualitas dan keberhasilan implan melalui beberapa fungsi utama. Berikut adalah fungsi-fungsi utama dari nanosilika dalam aplikasi implan gigi:

1. Peningkatan Osseointegrasi

Salah satu tantangan dalam implan gigi adalah memastikan osseointegrasi yang baik, yaitu proses di mana implan menyatu dengan tulang rahang. Nanosilika dapat mempercepat pembentukan tulang di sekitar implan. Dengan meningkatkan sifat hidrofilik dari permukaan implan, nanosilika dapat mendukung penyerapan protein dan adhesi sel osteoblast (sel pembentuk tulang), yang sangat penting untuk osseointegrasi.

2. Sifat Antibakteri

Nanosilika dapat dimodifikasi untuk memiliki sifat antibakteri atau dikombinasikan dengan ion logam seperti perak (Ag) atau tembaga (Cu) untuk mencegah infeksi pada area sekitar implan. Infeksi adalah salah satu penyebab utama kegagalan implan, jadi adanya lapisan nanosilika yang dapat mengurangi pertumbuhan bakteri akan membantu dalam mencegah infeksi.

3. Meningkatkan Kekuatan Permukaan Implan

Nanosilika dapat memperkuat permukaan implan, membuatnya lebih tahan terhadap tekanan mekanis dan aus. Lapisan nanosilika yang terintegrasi dapat meningkatkan daya tahan dan stabilitas mekanik dari implan gigi, membantu memperpanjang masa pakai implan.

4. Mendukung Pelepasan Obat yang Terkontrol

Nanosilika berpori dapat dimanfaatkan sebagai pembawa obat atau senyawa terapeutik yang dilepaskan secara perlahan di sekitar area implan. Misalnya,

nanosilika dapat membawa agen antiinflamasi atau antibiotik yang membantu mengurangi peradangan dan mencegah infeksi pasca operasi. Pelepasan obat yang terkontrol ini dapat mempercepat penyembuhan jaringan di sekitar implan.

5. Mengurangi Risiko Peradangan

Permukaan nanosilika yang halus dan dapat dimodifikasi dapat mengurangi iritasi dan reaksi inflamasi jaringan di sekitar implan. Reaksi inflamasi yang minimal sangat penting untuk keberhasilan jangka panjang dari implan gigi.

6. Meningkatkan Bioaktivitas Permukaan

Nanosilika dapat membuat permukaan implan menjadi lebih bioaktif, memungkinkan terbentuknya lapisan hidroksiapatit (HA) yang mirip dengan struktur alami tulang. Lapisan ini sangat membantu untuk integrasi implan dengan tulang dan mendorong regenerasi tulang secara optimal di sekitar implan

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

Jawab : Agar nanosilika memenuhi persyaratan sebagai bahan biomedik, beberapa material tambahan dapat ditambahkan untuk meningkatkan sifatnya. Berikut adalah beberapa material yang umum ditambahkan pada nanosilika, beserta fungsi dan reaksi yang terjadi:

1. Ion Logam (seperti Ag, Zn, dan Cu)

Fungsi: Ion logam seperti perak (Ag), seng (Zn), dan tembaga (Cu) sering ditambahkan ke nanosilika untuk memberikan sifat antibakteri. Ini penting untuk mencegah infeksi yang bisa timbul pada area implan atau luka pasca operasi.

Reaksi: Ion logam ini dapat dilepaskan secara perlahan dari nanosilika dan merusak membran sel bakteri atau menghambat fungsi enzimatis penting dalam sel bakteri, yang akhirnya menyebabkan kematian sel. Proses ini membantu menciptakan lingkungan steril di sekitar nanosilika yang terintegrasi dengan jaringan tubuh.

2. Polimer Biokompatibel (seperti Polyethylene Glycol, PEG)

Fungsi: Polyethylene glycol (PEG) sering digunakan untuk meningkatkan biokompatibilitas dan stabilitas nanosilika di lingkungan biologis. PEG dapat mencegah pengenalan sistem imun terhadap nanosilika, sehingga memperpanjang waktu edar dalam tubuh dan meningkatkan efektivitas terapeutik.

Reaksi: PEG dapat membentuk lapisan yang mengelilingi partikel nanosilika, mencegah agregasi dan memperbaiki stabilitas partikel dalam cairan tubuh. Selain itu, lapisan PEG juga menurunkan pengenalan nanosilika oleh makrofag, sehingga mengurangi fagositosis dan memperpanjang durasi di dalam tubuh.

3. Matriks Hidroksiapatit (HA)

Fungsi: Hidroksiapatit, yang merupakan komponen utama tulang dan gigi, sering ditambahkan ke nanosilika untuk meningkatkan bioaktivitas dan mendukung osseointegrasi dalam aplikasi tulang atau implan gigi. HA membuat nanosilika lebih mirip dengan komposisi tulang alami, sehingga meningkatkan adhesi sel osteoblast dan pembentukan tulang.

Reaksi: Ketika nanosilika yang terlapis HA ditempatkan dalam cairan tubuh, akan terjadi pembentukan lapisan kalsium fosfat pada permukaannya. Lapisan ini mendorong mineralisasi dan regenerasi tulang dengan mengaktifkan jalur biokimia yang mendorong pertumbuhan sel osteoblast di sekitar implan.

4. Senjata Peptida atau Protein Spesifik

Fungsi: Peptida dan protein spesifik, seperti RGD (arginin-glysin-asam aspartat) atau antibodi tertentu, dapat dimasukkan untuk memberikan kemampuan penargetan spesifik terhadap jaringan atau sel tertentu. Ini sangat berguna dalam penghantaran obat atau terapi kanker.

Reaksi: Peptida atau protein spesifik akan mengikat reseptor tertentu pada sel target, memungkinkan nanosilika untuk langsung menuju ke lokasi yang diinginkan. Ini terjadi melalui interaksi biokimia, seperti ikatan reseptor-ligand, yang menghasilkan pengikatan spesifik dengan sel target dan memungkinkan pelepasan obat atau agen terapi secara lokal.

5. Lapisan Silika Berpori (Mesoporous Silica Coating)

Fungsi: Mesoporous silica (silika berpori) sering ditambahkan untuk meningkatkan kapasitas muatan obat atau biomolekul dan memungkinkan pelepasan obat yang terkendali. Struktur berpori ini dapat menampung molekul terapi dalam jumlah besar yang dapat dilepaskan secara bertahap.

Reaksi: Struktur pori dalam lapisan silika berfungsi sebagai "reservoir" untuk molekul obat. Pelepasan molekul terapi dapat dikendalikan oleh perubahan pH atau kehadiran enzim tertentu, yang menyebabkan molekul bergerak keluar dari pori-pori menuju lokasi target.

6. Nanopartikel Magnetik (Fe_3O_4 atau Fe_2O_3)

Fungsi: Penambahan nanopartikel magnetik seperti magnetit (Fe_3O_4) atau maghemit (Fe_2O_3) memberikan sifat magnetik pada nanosilika. Ini memungkinkan nanosilika diarahkan ke lokasi target melalui penggunaan medan magnet eksternal, yang sangat berguna dalam terapi kanker atau pengangkutan obat.

Reaksi: Ketika nanosilika dengan nanopartikel magnetik terpapar pada medan magnet eksternal, partikel akan bergerak menuju lokasi yang ditargetkan, memungkinkan penargetan spesifik dan meningkatkan efikasi terapeutik.

7. Molekul Fluoresen atau Agen Kontras

Fungsi: Untuk aplikasi pencitraan medis (bioimaging), nanosilika dapat diintegrasikan dengan molekul fluoresen atau agen kontras (seperti gadolinium untuk MRI) untuk memudahkan pencitraan sel atau jaringan target.

Reaksi: Molekul fluoresen akan memancarkan cahaya ketika terpapar pada panjang gelombang tertentu, memungkinkan nanosilika untuk divisualisasikan dalam teknik pencitraan fluoresen. Sementara agen kontras MRI meningkatkan perbedaan antara jaringan dalam citra MRI, membantu dokter dalam mendiagnosis atau melacak respons terhadap terapi.