

**"PRE-CONFERENCE WORKSHOP NANOMATERIALS CHARACTERIZATION AND  
PERFORMANCE ANALYSIS"**

**DENPASAR, 29 AGUSTUS 2023**

**Penyelenggara**

**UTM MALAYSIA DAN UNIVERSITAS UDAYANA**

**Disusun Oleh :**

**Dr. Titta Novianti, M.Biomed**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2023**



PRE-CONFERENCE WORKSHOP  
**NANOMATERIALS CHARACTERIZATION AND PERFORMANCE ANALYSIS**

One day workshop before ICBME 2023

**Module 1**



**Introduction to Nanotechnology and Nanomaterials**

**ASSOC. PROF. CHM.  
 DR. LEE SIEW LING**

Member, Centre for Sustainable Nanomaterials (CSNANO), ISI-ISIRI, UTM  
 Senior Lecturer, Department of Chemistry, Faculty of Science, UTM

**Module 3**



**Characterization of Nanomaterials**

**DR. SITI SALWA ALIAS**

Associate Member, Centre for Sustainable Nanomaterials (CSNANO), ISI-ISIRI, UTM  
 Member, Advanced Optical Materials Research Group (AOMRG), UTM  
 Senior Lecturer, Department of Physics, Faculty of Science, UTM

**Module 2**



**Synthesis of Nanomaterials**

**DR. JUAN MATHIN**

Head of Green Chemistry Research Group, UTM  
 Associate Member, Centre for Sustainable Nanomaterials (CSNANO), ISI-ISIRI, UTM  
 Senior Lecturer, Department of Chemistry, Faculty of Science, UTM

**Module 4**



**Application and Performance Analysis of Nanomaterials**

**DR. MUHAMMAD HARIZ ASRAF HASSAN**

BSc (Biotechnology), MSc (Biotechnology), PhD (Biocatalysis)  
 Postdoctoral, Centre for Sustainable Nanomaterials (CSNANO), ISI-ISIRI, UTM

**Moderator**



**ASSOC. PROF. TS. CHM.  
 DR. NIK AHMAD NIZAM NIK MALEK**

Acwing Director, Abu Sisa Institute for Scientific and Industrial Research (ISI-ISIRI), Universiti Teknologi Malaysia (UTM)  
 Director, Centre for Sustainable Nanomaterials (CSNANO), ISI-ISIRI, UTM  
 Associate Professor, Department of Biosciences, Faculty of Science, UTM



SCAN ME

**CONTACT US**

<https://csnano.utm.my/icbme-iclat-2023/>  
 Email: [csnano@utm.my](mailto:csnano@utm.my)



**29**

**AUGUST 2023**



**Udayana University  
 (UNUD) – Bali, Indonesia**

**REGISTRATION FEE**

RP 600.000 (For Indonesian)

RM 200 (For Malaysian)

USD 50 (For others)

\*Fee including modules, food and beverages

\*Accommodation & transportation are excluded

## MATERI 1; INTRODUCTION NANOTECHNOLOGY AND NANOMATERIAL

PEMATERI : ACC PROF. DR. LEE STEW LING

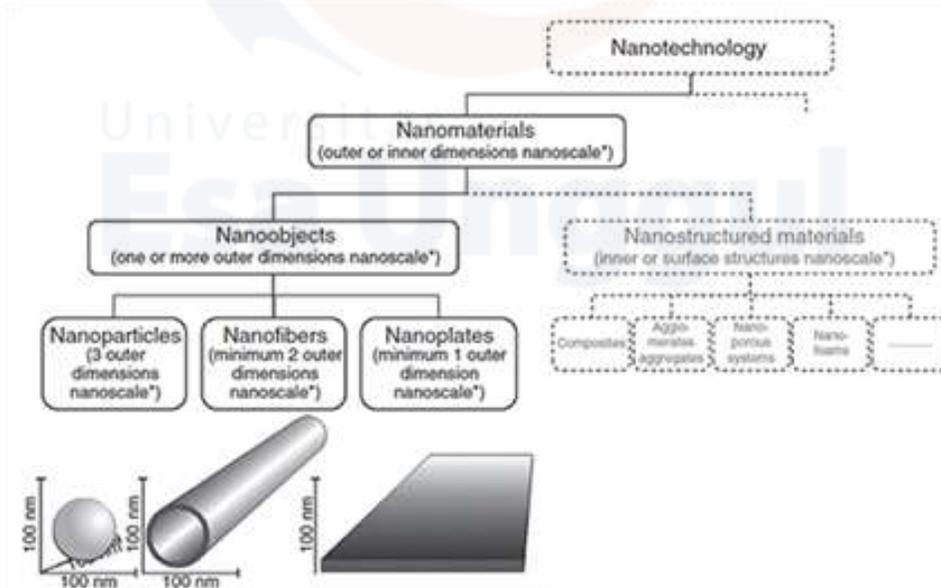
Ilmu Nanoteknologi berkembang sangat pesat berkembang di bidang kesehatan, industri, kosmetik bahkan industri pakaian. Teknologi ini kini sangat dikenal dalam keseharian hidup kita karena banyak digunakan dalam beberapa produk salah satunya adalah desinfektans. Sifat nanomaterial yang unik dan memiliki karakteristik khusus, membuka era baru dalam perkembangan teknologi. Nanoteknologi membuat terobosan yang impresif dalam perkembangan industri elektronik dan kedokteran serta energi terbarukan.

Teknologi nano merupakan hasil rekayasa material sampai ke ukuran nanometer ( $1-100 \times 10^{-9}$  meter). Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi peralatan mikroskop yang mendukung teknologi nano, perkembangan dunia optik ini dapat diterapkan untuk melihat wujud nanomaterial dengan menggunakan *Scanning Tunneling Microscope* (STM).. Mikroskop STM tidak hanya melihat dan analisis wujud nanomaterial tetapi juga memungkinkan manipulasi atom dan molekul untuk menyusun struktur materi.

Material bahan nano dapat bersumber dari bahan organik maupun anorganik. Materi organik yang biasa digunakan sebagai partikel nano (*nanoparticle*) adalah lipid. Partikel yang berasal dari anorganik adalah besi (Fe), emas (Au), Carbon (C), Tembaga (Pt), dan bahan lainnya. Hukum hukum fisika sangat mendasari teknologi nano, terutama fisika kuantum. Jika suatu material menjadi ukuran skala nano, maka sifat dan karakteristiknya akan Misal, dalam wujud padat karbon bersifat sebagai grafit, yaitu tidak keras dan mudah patah. Ketika karbon diubah menjadi *nanomaterial* disebut *carbon nanotube* (CNT), sifatnya berubah menjadi sangat kuat melebihi baja, namun lebih ringan dan memiliki elastisitas. Maka CNT saat ini banyak digunakan untuk campuran pembuatan beton dan serat polimer CNT juga bersifat metalik atau semikonduktor tergantung pada struktur dan ukurannya CNT sangat menjanjikan sebagai bahan industri masa depan terutama produk elektronik.

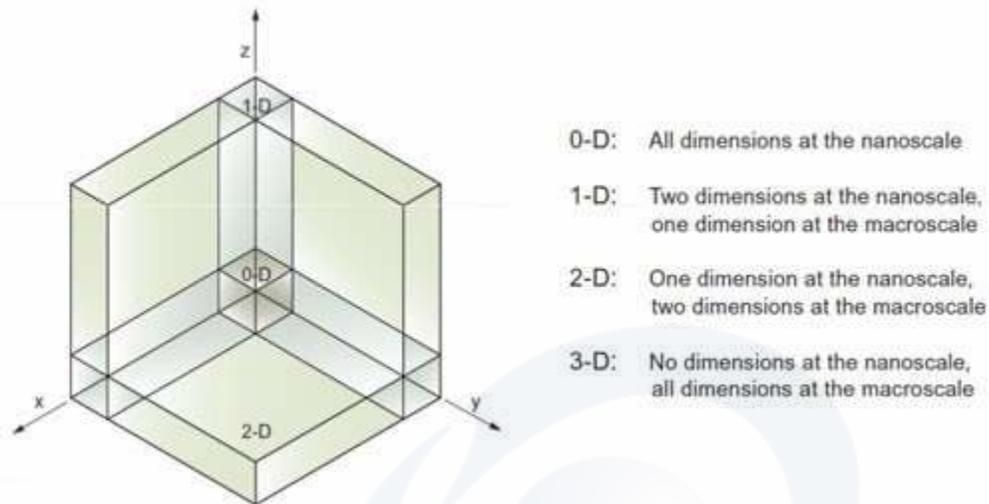
Pembuatan nanomaterials diklasifikasikan sebagai 'top-down' dan 'bottom-up'. Teknik top down adalah teknik menghasilkan material nano dari material ukuran besar. Sedangkan teknik bottom up, adalah teknik penggabungan atom demi atom atau molekul demi molekul menjadi material ukuran nano.

Nanomaterial memiliki sifat dan fungsi yang berbeda dengan material sejenis yang berukuran besar (*bulk*). Dalam ukuran nano, material akan memiliki luas penampang yang lebih besar yang berakibat memiliki sifat lebih reaktif dibandingkan materi bulk, Karena material berukuran nano berlaku hukum fisika kuantum, akibat pengecilan ukuran menjadi nanometer. Pertama fenomena kuantum yang terjadi adalah keterbatasan ruang gerak elektron dan pembawa muatan lainnya dalam partikel, sehingga berimbas pada perubahan warna yang dipancarkan, transparansi, kekuatan mekanik, konduktivitas listrik, dan magnetisasi. Kedua adalah perubahan rasio jumlah atom yang menempati permukaan terhadap jumlah total atom, yang berimbas pada perubahan titik didih, titik beku, dan reaktivitas kimia. Perubahan-perubahan tersebut diharapkan dapat menjadi keunggulan nanomaterial.



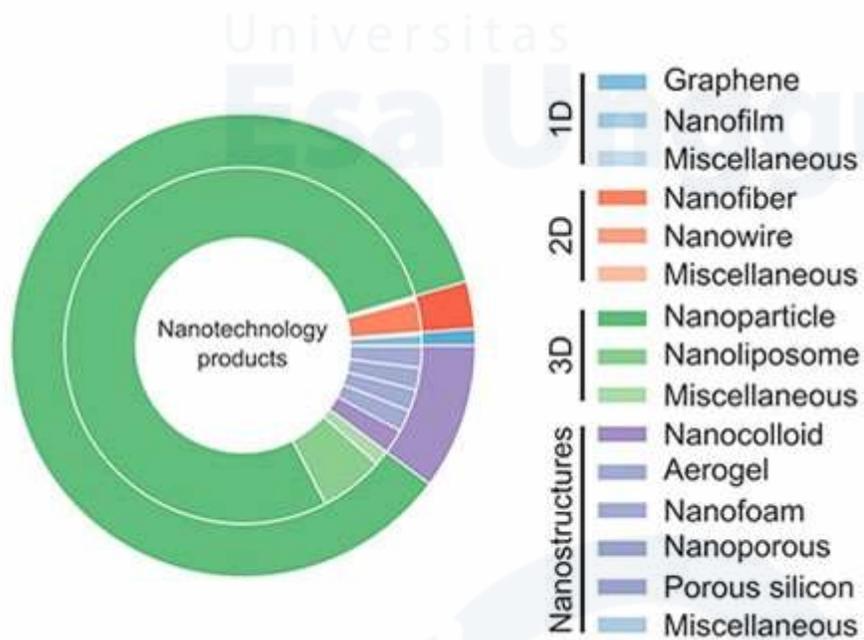
Gambar 1. Berbagai produk dari nanomaterial

Nanomateril dapat diklasifikasikan berdasarkan pada jumlah dimensi material yang berada di luar rentang skala nano (<100 nm) yaitu 0-D, 1-D, 2-D, dan 3-D.



Gambar 2. Dimensi nanomaterial

Pada 0-D merupakan dot kuantum partikel nano yang tidak punya ukuran panjang x lebar x sisi. Satu dimensi (1D), satu dimensi yang berada di luar skala nano yang mencakup nanotube, nanorods, dan nanowires. Nanomaterial dua dimensi (2D), merupakan dua dimensi yang berada di luar skala nano, antara lain pelat dan mencakup graphene, nanofilms, nanolayers, dan nanocoatings. Nanomaterial tiga dimensi (3D) adalah material yang tidak terbatas pada skala nano dalam dimensi apa pun antara lain serbuk curah, dispersi nanopartikel, bundel kawat nano, dan tabung nano serta multi-nanolayers.



Gambar 3. Distribusi dimensi nanomaterial dalam produk komersial.

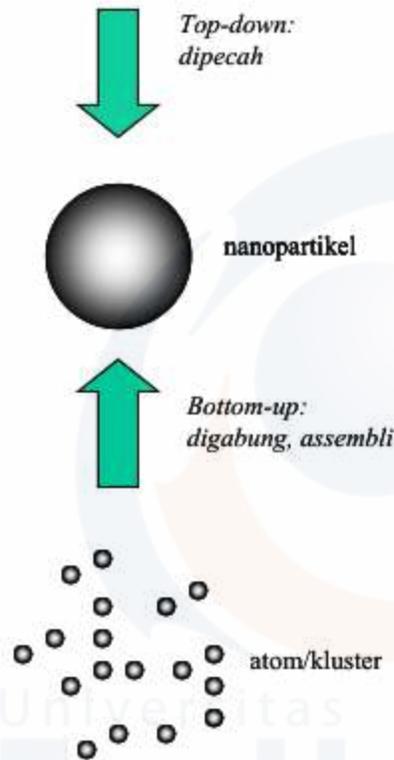
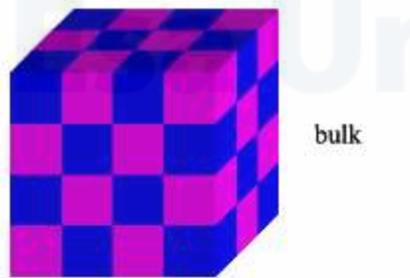
## MATERI KE 2: SYNTHESIS OF NANOMATERIAL

PEMBICARA: Dr. JUAN MATMIN

Pembuatan nanomaterial dapat terjadi secara alami atau terjadi secara sintesis. Dalam sintesis pembuatan nanomaterial prosesnya berbeda jika digunakan material organik dan anorganik. Terdapat 3 cara dalam synthesis nanomaterial yaitu secara kimiawi, fisika dan biosintesis.

Sintesis nanopartikel dapat dilakukan dalam fasa padat, cair, maupun gas. Proses sintesis pun dapat berlangsung secara fisika, kimia, dan biologi. Proses sintesis secara fisika tidak melibatkan reaksi kimia, karena hanya memecah material besar menjadi material nanometer. Secara fisika juga dapat terjadi dengan menggabungkan material berukuran sangat kecil, menjadi partikel berukuran nanometer tanpa mengubah sifat bahan. Sedangkan proses sintesis secara kimia melibatkan sejumlah reaksi kimia dan bahan kimia yang berperan sebagai precursor sehingga dihasilkan material lain yang berukuran nanometer. Contoh pembentukan nanopartikel garam dengan mereaksikan asam dan basa yang bersesuaian.

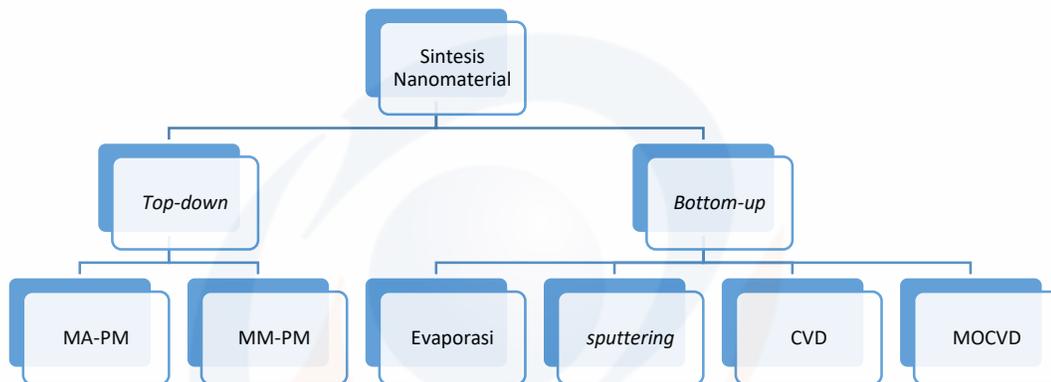
Pembuatan nanomaterial secara sintesis dilakukan dengan dua cara yaitu *top-down* dan *bottom-up*, kedua cara tersebut memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Sehingga tidak dapat ditentukan dari keduanya metoda sintesis yang terbaik sehingga terbentuk struktur yang diinginkan. Jika struktur yang diinginkan adalah tingkat atom atau molekul maka dilakukan metoda *bottom-up*, sedangkan jika dari struktur kompleks menjadi struktur mikro dan nano maka dapat diperoleh dengan pendekatan *top-down*.



Gambar 4. Pembuatan nanomaterial dengan cara top-down dan bottom-up

Metode *top-down* dilakukan dengan menghancurkan dan menghaluskan sehingga material berukuran nano. Metoda *top-down* dapat dilakukan dengan teknik MA-PM (*mechanical alloying powder metallurgy*) atau MM-PM (*mechanical milling-powder metallurgy*). Pada mekanisme *mechanical alloying*, material dihancurkan sampai menjadi bubuk dan dilanjutkan dengan menghalusan butiran partikelnya sampai berukuran puluhan nanometer. Selanjutnya, bubuk yang telah halus disintesis hingga didapatkan material akhir.

Metoda *bottom-up* dilakukan dengan menyusun dan mengontrol atom demi atom atau molekul demi molekul sehingga menjadi bahan berukuran nanometer. Sintesis dengan cara *bottom-up* dilakukan dengan mereaksikan berbagai larutan kimia dengan langkah-langkah tertentu yang spesifik. Pendekatan *bottom-up* dapat dilakukan dengan berbagai proses diantaranya adalah proses evaporasi, *sputtering*, *chemical vapour deposition* (CVD), dan *metal organic chemical vapour deposition* (MOCVD).

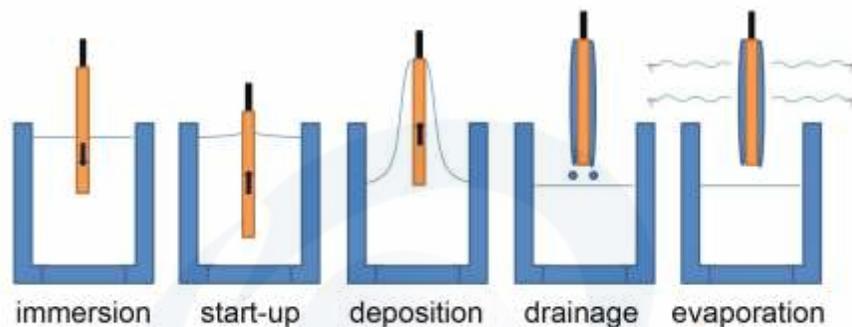


Gambar 5. Macam-macam sintesis nanomaterial

Sintesis nanomaterial dengan metoda *bottom-up* merupakan perakitan unit-unit kecil, atau disebut *blok nanobuilding* (NBB) menjadi struktur nano. Pada teknik *bottom-up* atom atau molekul akan mengatur diri menjadi struktur nano yang diurutkan oleh interaksi fisik atau kimia antara unit. Pada teknik *bottom-up* terdapat teknik EISA atau *evaporation-induced self-assembly* dan *The dip-coating deposition*. Keduanya merupakan untuk fabrikasi film tipis. *Dip coating* merupakan proses pelapisan bahan semikonduktor yang meliputi langkah:

1. Perendaman (*immersion*), dimana substrat ini direndam dalam larutan bahan lapisan pada kecepatan konstan

2. *Start-up*, dimana substrat telah berada di dalam larutan untuk sementara waktu dan mulai ditarik ke atas, kecepatan penarikan menentukan ketebalan lapisan (penarikan lebih cepat memberikan bahan pelapis yang lebih tebal).
3. Pengeringan, cairan akan mengalir dari permukaan
4. Penguapan (*evaporation*), dimana pelarut yang menguap dari cair, membentuk lapisan tipis.



Gambar 7. Proses dip-coating

Pendekatan top-down dimulai dimulai dari atom-atom atau molekul-molekul atau kluster-kluster yang diassembli membentuk partikel nano. Setiap dimensi nano memiliki teknik yang berbeda

#### **Skala nano dalam Satu Dimensi**

- Film tipis, lapisan dan permukaan

Nanomaterial satu dimensi, seperti film tipis dan permukaan yang direkayasa. Monolayers (lapisan yang satu atom atau molekul dalam) dibuat dengan menggunakan bahan kimia. Contoh paling penting dari kelas bahan baru ini adalah graphene.

Permukaan yang direkayasa dengan sifat yang disesuaikan seperti luas permukaan yang besar atau reaktivitas spesifik digunakan secara rutin dalam berbagai aplikasi seperti pada sel bahan bakar dan katalis.

- Grafena dan bahan lapisan tunggal dan sedikit lainnya

Grafena adalah kisi sarang lebah skala atom yang terbuat dari atom karbon. Bahan nano berbasis graphene memiliki banyak aplikasi yang menjanjikan di bidang yang berhubungan dengan energi

#### **Skala Nano dalam Dua Dimensi**

- nanotube karbon

Karbon nanotube (CNT) adalah tabung diperpanjang dari lembaran graphene yang digulung. Ada dua jenis CNT: berdinding tunggal (satu tabung) atau berdinding banyak (beberapa tabung konsentris). Keduanya biasanya berdiameter beberapa nanometer dan panjang beberapa mikrometer hingga sentimeter. membuat CNT kaku seperti berlian), fleksibel dan dapat menghantarkan listrik dengan sangat baik.

- nanotube anorganik

Nanotube anorganik berbahan fullerene merupakan senyawa berlapis molibdenum disulfide. Bersifat tribologi (pelumas) yang sangat baik, ketahanan terhadap dampak gelombang kejut, reaktivitas katalitik, dan kapasitas tinggi untuk penyimpanan hidrogen dan lithium, yang menunjukkan berbagai aplikasi yang menjanjikan..

- nano fiber

kabel ultrahalus atau susunan titik linier, yang dibentuk dengan perakitan sendiri. terbuat dari silikon, galium nitrida, dan indium fosfida menunjukkan karakteristik optik, elektronik, dan magnetik yang luar biasa

- Biopolimer

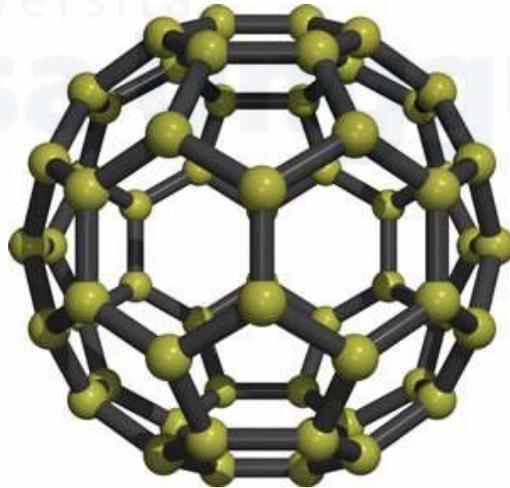
Keragaman dan pengenalan situs biopolimer, seperti molekul DNA, merupakan model struktur kawat nano menjadi pola yang jauh lebih kompleks.

### ***Skala Nano dalam Tiga Dimensi***

- partikel nano

Nanopartikel sering didefinisikan sebagai partikel dengan diameter kurang dari 100nm. Nanopartikel memiliki berbagai aplikasi potensial: dalam jangka pendek dalam kosmetik, tekstil dan cat baru; dalam jangka panjang, dalam metode penghantaran obat yang ditargetkan di mana mereka dapat digunakan untuk mengantarkan obat ke tempat tertentu di dalam tubuh. Nanopartikel juga dapat diatur menjadi lapisan pada permukaan, memberikan area permukaan yang besar dan karenanya meningkatkan aktivitas, relevan dengan berbagai aplikasi potensial seperti katalis..

- Fullerene (karbon 60)



Gambar 8. Fullerene “buckyball” C<sub>60</sub>

- Dendrimer

Dendrimer adalah molekul polimer sferis, yang dibentuk melalui proses perakitan mandiri hierarkis berskala nano. Ada banyak jenis dendrimer; yang terkecil berukuran beberapa nanometer. Dendrimer digunakan dalam aplikasi konvensional seperti pelapis dan tinta, tetapi mereka juga memiliki berbagai sifat menarik yang dapat menghasilkan aplikasi yang berguna

- Titik kuantum

Nanopartikel semikonduktor ( titik kuantum ) Jika partikel semikonduktor dibuat cukup kecil, efek kuantum ikut bermain, yang membatasi energi di mana elektron dan lubang (tidak adanya elektron) dapat eksis dalam partikel. Karena energi terkait dengan panjang gelombang (atau warna), ini berarti bahwa sifat optik partikel dapat disesuaikan dengan baik tergantung pada ukurannya. Dengan demikian, partikel dapat dibuat untuk memancarkan atau menyerap panjang gelombang (warna) cahaya tertentu, hanya dengan mengontrol ukurannya.

## MATERI KE 3 CHARACTERIZATION OF NANOMATERIAL

Pemateri: Dr. Siti Salwa.

Riset nanomaterial, harus melakukan karakterisasi atau pengukuran nanomaterial sehingga kita bisa yakin bahwa material yang disintesis sudah memenuhi kriteria nanostruktur. Kriteria ukuran nanometer adalah ukuran yang kurang dari 100 nm. Karakterisasi juga memberikan informasi tentang sifat-sifat fisis maupun kimiawi nanomaterial tersebut. Ini sangat penting karena ketika dimensi material menuju nilai beberapa nanometer (kurang dari 10 nm), banyak sifat fisis maupun kimiawi yang bergantung pada ukuran. Ini menghasilkan sejumlah kekayaan sifat dan peluang memanipulasi atau menggenerasi sifat-sifat baru yang tidak dijumpai pada material ukuran besar (bulk).

Metoda karakterisasi meliputi:

### **Scanning electron microscopy (SEM)**

Prinsip kerja SEM adalah menembakkan permukaan benda dengan berkas electron berenergi tinggi. SEM adalah salah satu jenis mikroskop electron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambar profil permukaan benda. Permukaan benda yang dikenai akan memantulkan kembali atau menghasilkan electron sekunder ke segala arah. Detektor di dalam SEM mendeteksi elektron yang dipantulkan dan menentukan lokasi berkas yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi, sehingga memberi informasi profil permukaan benda.



Gambar 9. Alat **Scanning electron microscopy (SEM)**

### **Transmission Electron Microscopy (TEM)**

TEM untuk menentukan ukuran partikel karena resolusi yang sangat tinggi. Partikel dengan ukuran beberapa nanometer dapat diamati dengan jelas menggunakan TEM. Bahkan dengan high resolution TEM (HR-TEM) kita dapat mengamati posisi atom-atom dalam partikel. Berkas electron dapat menembus bagian yang “lunak” dan ditahan oleh bagian keras sample (seperti partikel). Detektor yang berada di belakang sample menangkap berkas electron yang lolos dari bagian lunak sample. Akibatnya detector menangkap bayangan yang bentuknya sama dengan bentuk bagian keras sample (bentuk partikel).



Gambar 10. ALat **Transmission Electron Microscopy (TEM)**

## MATERI KE 4 APPLICATION AND PERFORMANCE NANOMATERIAL

Pemateri: Dr. MUHAMAD HARIZ ARSAF HASSAN

Berbagai penemuan baru bermunculan. Penemuan aplikasi nanoteknologi di berbagai bidang, seperti elektronik, energi (sel surya), kimia (katalis baterai yang kualitasnya lebih baik), kedokteran (pendeksi sel-sel kanker dan antimikroba), kesehatan (obat-obat ukuran nanometer sehingga dapat melarut dalam cepat dan bereaksi lebih cepat), serta pengembangan obat pintar (*smart*) mencari sel-sel tumor untuk mematikan sel tersebut), lingkungan (partikel skala nanometer untuk menghancurkan polutan organik di air dan udara), dan sebagainya.

### **Aplikasi di Bidang Medis**

Logam, termasuk tembaga, perak, dan seng, telah digunakan dalam pengobatan modern selama berabad-abad untuk pengendalian infeksi akibat sifat antibakteri mereka. Bahan nano yang mengandung logam ini dapat ditemukan di berbagai bentuk, seperti nanopartikel logam atau oksida logam dan material komposit dengan lapisan logam yang berbeda. Dengan kemajuan nanoteknologi, bahan nano fungsional dengan sifat kimia dan fisik yang unik telah dikembangkan. Partikel nano dengan properti rasio luas permukaan terhadap volume yang besar menawarkan banyak pilihan untuk agen pengembangan untuk mengobati infeksi mikroba. NP logam dan oksida logam dari kelas ini sangat menjanjikan kandidat sebagai agen antimikroba. Nanopartikel merupakan bahan yang menunjukkan sifat antimikroba dan aktivitas biosida terhadap bakteri, jamur, dan virus. Nanomaterial yang berasal dari emas, perak, titanium dioksida, seng oksida, dan tembaga oksida banyak digunakan di berbagai bidang seperti sebagai kosmetik, pelapis perangkat, dan pengawet makanan.

Kolonisasi mikroba pada berbagai permukaan merupakan masalah serius. Biofilm dari ini mikroba menimbulkan ancaman kesehatan dan ekonomi yang serius. Selain itu, pandemi global yang terjadi belakangan ini juga berdampak buruk menarik minat besar pada teknik dan teknologi terbaru untuk pelapis permukaan antimikroba. Memasukkan senyawa nano antimikroba ke dalam bahan untuk mencegah adhesi atau pembunuhan mikroba mikroorganisme telah menjadi strategi yang semakin menantang. Akhir-akhir ini banyak penelitian yang dilakukan pada pembuatan bahan nano dengan sifat antimikroba

terhadap penyakit yang ditimbulkan oleh patogen. Meskipun ada upaya besar untuk memproduksi bahan antibakteri, masih sedikit upaya sistematis yang dilakukan penelitian tentang pelapis antimikroba. Pelapis antimikroba berbasis bahan nano yang dapat digunakan untuk menghentikan penyebaran kontaminasi permukaan.

Satu hal yang terpenting dalam produksi nanomaterial adalah keselamatan materi ini terhadap kesehatan manusia. Beberapa Negara di Asia Tenggara, Malaysia, Indonesia, Singapura, Thailand. Dan Filipina berkumpul untuk merumuskan aturan dalam produksi nanomaterial dan efeknya terhadap tubuh manusia ketika mengkonsumsinya. Institut Nasional untuk Keselamatan dan Kesehatan Kerja (NIOSH) di Inggris adalah lembaga federal yang memimpin penelitian mengenai implikasi keselamatan dan kesehatan kerja dari bahan nano. Dalam peran ini, NIOSH menyadari bahwa komunitas riset berada di garis depan dalam menciptakan material nano baru; menguji kegunaannya dalam berbagai aplikasi, dan menentukan dampak toksikologi dan lingkungannya. Meskipun risiko bahan nano terhadap kesehatan manusia dan lingkungan sebagian besar tidak diketahui, sangatlah bijaksana untuk mengetahui informasi terkini dan rekomendasi penanganan bahan nano dari NIOSH dan sumber resmi lainnya. Departemen Kesehatan dan Keselamatan Lingkungan (EHS) Cornell mengelola halaman web ini untuk menyediakan informasi kesehatan dan keselamatan bagi fakultas, staf, dan mahasiswa kami yang bekerja dengan bahan nano rekayasa.

