



Rachmad Almi Putra, S. Pd., M. Sc  
T. Andi Fadlly, S. T., M. Si  
Drs. Muhammad Yakob, M. Pd.  
Desy Monica  
Vina Asmara  
Dr. Ir. Adi Rahwanto, M. Si., M. Eng., Sc  
Dr. Zulkarnain Jalil, S. Si., M. Si



# NANOMATERIAL

## Sintesis dan Analisis

# NANOMATERIAL

## Sintesis dan Analisis

Material yang memiliki ukuran 1-100 nm disebut nano-material. Rekayasa material tersebut dengan sifat-sifat material yang dihasilkan, sehingga membuka era baru dunia nano-teknologi. Mengecilnya ukuran dari suatu material menjadi skala nanometer dapat merubah karakteristik dan sifatnya. Salah satu teknologi tersebut adalah carbon nanotube (CNT) memiliki sifat mekanis, yaitu kekuatan melebihi baja, ringan, dan elastisitas yang tinggi. Selain itu, bersifat metalik ataupun semikonduktor sehingga nanomaterial tersebut dikembangkan di industri elektronik yang menghasilkan salah satu produk transistor CNT. Perkembangan nanomaterial juga meranah pada material organik maupun anorganik yang di sebut dengan nanopartikel. Teknologi nanopartikel secara umum di kembangkan untuk bidang medis seperti pengobatan kanker berbasis lipid, selain itu untuk diagnosa maupun terapi kanker. Energi terbarukan juga telah dikembangkan menggunakan nanoteknologi seperti di bidang katalis berbasis hidrogen dan fuel cell.

Selain itu, baterai yang ramah lingkungan. Penelitian baterai terfokuskan pada peningkatan kapasitansi elektroda dengan melakukan eksplorasi dan optimasi luas permukaan material. Semua hal tersebut meluas di bidang ilmu fisika, kimia, biologi, material, dan teknik. Hingga saat ini nanoscience sebagai salah satu bidang ilmu yang berkembang cukup pesat. Dibuku ini membahas tentang teori nanomaterial, sintesis, karakterisasi, dan cara analisisnya.

# **NANOMATERIAL SINTESIS DAN ANALISIS**

**Rachmad Almi Putra, S. Pd., M. Sc**

**T. Andi Fadlly, S. T., M. Si.**

**Drs. Muhammad Yakob, M. Pd.**

**Desy Monica**

**Vina Asmara**

**Dr. Ir. Adi Rahwanto, M. Si., M. Eng, Sc**

**Dr. Zulkarnain Jalil, S. Si., M. Si**



**eureka**  
**media aksara**

**PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA**

**NANOMATERIAL  
SINTESIS DAN ANALISIS**

**Penulis** : Rachmad Almi Putra, S. Pd., M. Sc  
T. Andi Fadlly, S. T., M. Si.  
Drs. Muhammad Yakob, M. Pd.  
Desy Monica  
Vina Asmara  
Dr. Ir. Adi Rahwanto, M. Si., M. Eng, Sc  
Dr. Zulkarnain Jalil, S. Si., M. Si

**Desain Sampul** : Eri Setiawan

**Tata Letak** : Siwi Rimayani Oktora

**ISBN** : 978-623-487-230-9

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, OKTOBER 2022**  
**ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH**  
**NO. 225/JTE/2021**

**Redaksi:**

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari  
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2022

**All right reserved**

Hak Cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh  
isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun,  
termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman  
lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan buku ini. Kami mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Sehingga buku ini bisa hadir di hadapan pembaca.

Pada BAB 1 membahas terkait Nanopartikel serta metode yang digunakan dalam memproduksi Nanopartikel. Dimana nanopartikel sangat berkembang, karena memiliki banyak aplikasi potensial dalam kedokteran, fisika optika, elektronika dan lain sebagainya. Metode sintesis Nanopartikel juga dijelaskan di BAB 2. Kemudian, pada BAB 3 dibahas terkait metode karakterisasi. Metode analisis penukuran tak lupa dijelaskan secara lengkap di BAB 4. Materi-materi yang dijelaskan pada buku ini dikuatkan dengan beberapa penelitian terdahulu yang di paparkan di BAB 5.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan guna penyempurnaan buku ini. Akhir kata kami berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga buku ini akan membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Tim Penyusun

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
A. Nanopartikel.....	1
1. Perkembangan Nanopartikel.....	1
2. Sejarah Teori Nanopartikel .....	3
3. Morfologi dan Struktur Nanopartikel.....	4
4. Variasi Nanopartikel.....	5
5. Nukleasi Nanopartikel .....	5
6. Properti Nanopartikel.....	7
7. Produksi Nanopartikel .....	12
8. Persyaratan Keseragaman Nanopartikel .....	17
9. Karakterisasi Nanopartikel .....	18
10. Aplikasi Nanopartikel .....	19
B. Metode yang digunakan untuk memproduksi nanopartikel.....	19
1. Uap Sintesis Fasa.....	20
2. Sintesis Fasa Cair.....	29
3. Teknik Sol Gel .....	32
4. Sintesis Fase Solid State .....	43
BAB 2 PREPARASI SAMPEL .....	54
A. Metode Sintesis Nanopartikel.....	54
1. Metode Fisika .....	55
2. Metode Kimia.....	60
3. Metode Biologi .....	67
4. Metode Kopersipitasi.....	70
BAB 3 METODE KARAKTERISASI.....	74
A. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	74
B. <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	81
C. <i>Ultra Violet-Visible</i> (UV/VIS).....	86
D. Dielektrik .....	90
E. <i>Atomic Force Microscope</i> (AFM).....	93

BAB 4 METODE ANALISIS PENUKURAN.....	98
A. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	98
1. Pengolahan data mentah XRD .....	98
2. Analisis data.....	115
B. <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	117
C. UV-Vis .....	122
D. Dielektrik.....	126
E. AFM .....	127
BAB 5 PENELITIAN TERDAHULU .....	132
DAFTAR PUSTAKA.....	140

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1.</b> Perbandingan Beberapa Sifat Untuk Bahan Nonokristalin (nc) Dan Bahan Coarse Grained(cg) .....	53
<b>Tabel 2.1.</b> Kategori nanopartikel yang umumnya disintesis dengan berbagai metode.....	55



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b>	Skematik Dari Diagram Vakum Dengan Teknik Deposisi .....	23
<b>Gambar 1.2.</b>	Prinsip Dari Proses Kondensasi Uap .....	24
<b>Gambar 1.3.</b>	Diagram skematik dari molekul epitaksi balok sistem deposisi film tipis.....	26
<b>Gambar 1.4.</b>	Diagram Skematik Dari Alat Kondensasi Gas Inert.....	27
<b>Gambar 1.5.</b>	Skema Diagram Dari Pirolisis Api .....	28
<b>Gambar 1.6.</b>	Teknologi Sol Gel Dan Produk Akhirnya.....	34
<b>Gambar 1.7.</b>	Contoh Pembentukan Lapisan Borosilikat Natrium Pada Kaca Dengan Lapisan Dip .....	37
<b>Gambar 1.8.</b>	Skema Lapisan Dip Bergantung Sudut .....	37
<b>Gambar 1.9.</b>	Tahapan Proses Pelapisan Spin.....	38
<b>Gambar 1.10.</b>	Skema proses pelapisan aliran .....	39
<b>Gambar 1.11.</b>	Skema Proses Pelapisan Kapiler .....	40
<b>Gambar 1.12.</b>	Gambaran Skematis Dari Proses Atrisi Mekanis ....	44
<b>Gambar 1.13.</b>	Hibrid tetap yang tersimpan sebagai fungsi dari ukuran butir timbal balik $1/d$ Fe berbeda tingkat atrisi mekanis .....	47
<b>Gambar 1.14.</b>	Skema Metode SPD: (a) Torsi Yang Tegang, (b) Proses Equalchannel Angular (ECA).....	50
<b>Gambar 1.15.</b>	Skema Model Evolusi Struktur Dislokasi Pada Tahap Yang Berbeda Selama SPD.....	52
<b>Gambar 1.16.</b>	Mikrostruktur SPD menghasilkan tembaga nc.....	53
<b>Gambar 2.1.</b>	Diagram Klasifikasi Metode Sintesis Nanopartikel .....	54
<b>Gambar 2.2.</b>	Skema kerja ball milling.....	56
<b>Gambar 2.3.</b>	AFM topography dari nanopartikel selulosa saat ball milling pada interval waktu yang berbeda.....	58
<b>Gambar 2.4.</b>	Skema susunan alat dan prinsip kerja singkat dari metode laser ablation dalam sintesis nanopartikel logam .....	59

<b>Gambar 2.5.</b>	Nanopartikel tembaga yang dihasilkan dari metode laser ablation dengan menggunakan etanol (kiri) dan aseton (kanan).....	60
<b>Gambar 2.6.</b>	Diagram Tahap Metode kimia.....	61
<b>Gambar 2.7.</b>	Sintesis Metode Sol Gel .....	62
<b>Gambar 2.8.</b>	Karakterisasi nanopartikel $Ag_{3(2+x)}Al_xTi_{4-x}O_{11+\delta}$ dengan SEM.....	63
<b>Gambar 2.9.</b>	Hasil SEM dari nanopartikel perak dengan metode polyol pada laju pemanasan (a) 10C/min (b) 50C/min dan (c) 7.50C/min (Kim, et.al, 2006).....	64
<b>Gambar 2.10.</b>	Hasil karakterisasi TEM nanopartikel CdS.....	66
<b>Gambar 2.11.</b>	Perubahan warna ekstrak tumbuhan yang mengandung Ag sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) terbentuknya nanopartikel perak .....	68
<b>Gambar 2.12.</b>	Karakterisasi SEM dari nanopartikel perak hasil sintesis dengan ekstrak daun Euphorbia hirta .....	69
<b>Gambar 2.13.</b>	Hasil TEM nanopartikel TiO <sub>2</sub> yang disintesis dengan Lactoba cillus sp dan distribusi ukuran partikelnya.....	70
<b>Gambar 3.1.</b>	Alat XRD Td-3500 sinar-X bubuk difractometer .....	74
<b>Gambar 3.2.</b>	Prinsip kerja XRD.....	75
<b>Gambar 3.3.</b>	Proses terjadinya XRD .....	77
<b>Gambar 3.4.</b>	Difraksi sinar-X .....	80
<b>Gambar 3.5.</b>	Scanning Electron Microscopy.....	82
<b>Gambar 3.6.</b>	Prinsip kerja SEM.....	83
<b>Gambar 3.7.</b>	Spectrophotometer shimadzu UV-Vis double beam 1800 .....	87
<b>Gambar 3.8.</b>	Prinsip kerja UV-Vis .....	88
<b>Gambar 3.9.</b>	Skema rangkaian AFM.....	93
<b>Gambar 3.10.</b>	Prinsip kerja AFM.....	95
<b>Gambar 3.11.</b>	Karakterisasi AFM.....	97



Buku ini dimaksudkan untuk memenuhi luaran wajib dari penelitian dengan judul “NANOMATERIAL Sintesis dan Analisis” dengan nomor kontrak Penelitian 318/UN54.6/PG/2022 dan didanai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Deputy Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi/ Badan Riset dan Inovasi Nasional sesuai dengan Nomor Kontrak Pelaksanaan Penelitian Nomor 053/E5/PG.02.00.PT/2022. Oleh karena itu maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Deputy Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi/ Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah membiayai penelitian ini
2. Dr. Zulkarnain Jalil, S.Si., M.Si. dan Dr. Ir. Adi Rahwanto, M.Eng.Sc. dari program kompetisi kampus merdeka (PKKM) Kemendikbudristek-Universitas Syiah Kuala 2021, selaku mitra penelitian ini.
3. Seluruh Staff Tenaga Pendidik Universitas Samudra dan Staff Tenaga Pendidikan Universitas Syiah Kuala yang telah membantu menyelesaikan administrasi penelitian.





**NANOMATERIAL  
SINTESIS & ANALISIS**

**Rachmad Almi Putra, S. Pd., M. Sc**

**T. Andi Fadlly, S. T., M. Si.**

**Drs. Muhammad Yakob, M. Pd.**

**Desy Monica**

**Vina Asmara**

**Dr. Ir. Adi Rahwanto, M. Si., M. Eng, Sc**

**Dr. Zulkarnain Jalil, S. Si., M. Si**



# BAB

# 1

# PENDAHULUAN

## A. Nanopartikel

### 1. Perkembangan Nanopartikel

Penelitian ilmiah tentang nanopartikel sangat berkembang, karena memiliki banyak aplikasi potensial dalam kedokteran, fisika optika, elektronika dan lain sebagainya. Nanopartikel adalah partikel yang berukuran 1 sampai 100 nanometer. Dalam nanoteknologi suatu partikel didefinisikan sebagai objek kecil yang berperilaku sebagai satu kesatuan terhadap sifat dan transportasinya. Partikel diklasifikasikan menurut diameternya. Partikel ultrahalus serupa dengan nanopartikel dan berukuran antara 1 dan 100 nanometer, partikel halus berukuran antara 100 dan 2,500 nanometer, dan partikel kasar berukuran antara 2,500 dan 10,000 nanometer. Pada kisaran terendah, partikel logam yang lebih kecil dari 1 nm biasanya disebut gugus atom. Sifat nanopartikel tergantung dari ukurannya, karena ukurannya yang lebih kecil mendorong perubahan fisik atau kimia yang sangat berbeda.

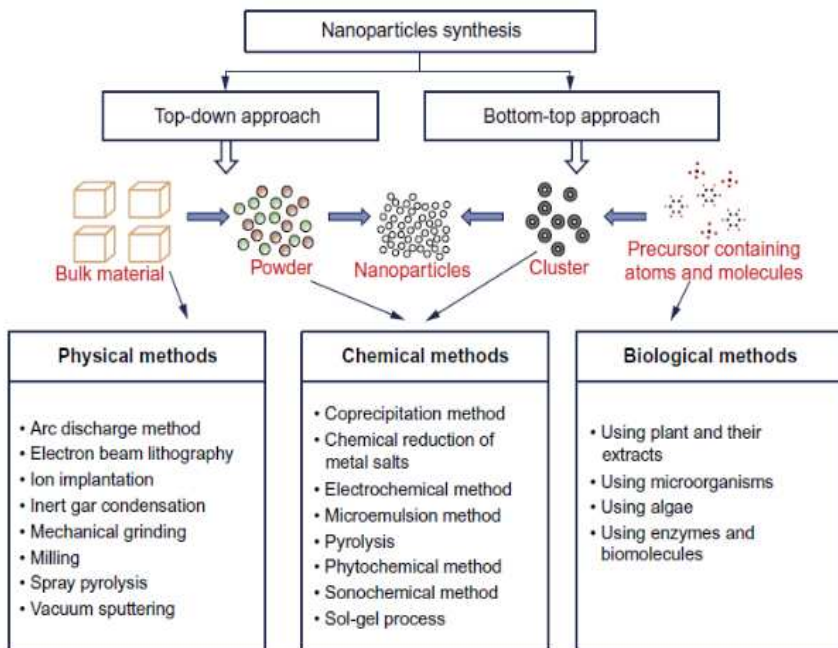
Sifat nanopartikel memiliki sifat koloid dan efek optik ultrafast atau sifat listrik. Mengikuti pada gerakan brown (acak), nanopartikel ini biasanya tidak mengendap, seperti partikel koloid yang diketahui berkisar dari 1 hingga 1000 nm. Nanopartikel jauh lebih kecil dari panjang gelombang cahaya tampak (400-700 nm), sehingga nanopartikel tidak dapat dilihat dengan mikroskop

# BAB 2

# PREPARASI SAMPEL

## A. Metode Sintesis Nanopartikel

Metode sintesis nanopartikel secara garis besar diklasifikasikan menjadi 2 macam, yaitu metode fisika dan metode kimia. Namun, dalam perkembangannya, untuk mengikuti prinsip-prinsip *Green Synthesis* maka nanopartikel juga dapat disintesis dengan metode biologi.



**Gambar 2.1.** Diagram Klasifikasi Metode Sintesis Nanopartikel  
(Sumber: Devatha dan Thalla, 2018)

# BAB 3

## METODE KARAKTERISASI

### A. X-Ray Diffraction (XRD)

XRD adalah alat yang digunakan untuk mengkarakterisasi struktur kristal, ukuran kristal dari suatu bahan padat. Metode difraksi umumnya digunakan untuk mengidentifikasi senyawa yang belum diketahui yang terkandung dalam suatu padatan dengan cara membandingkan dengan data difraksi dengan database. Difraksi sinar X atau *X-ray diffraction* (XRD) merupakan suatu metode analisa yang digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel.



**Gambar 3.1.** Alat XRD Td-3500 sinar-X bubuk *diffractometer*

# BAB 4

# METODE ANALISIS PENGUKURAN

## A. X-Ray Diffraction (XRD)

### 1. Pengolahan data mentah XRD

Hasil karakterisasi XRD didapatkan berupa data mentah yang dijadikan file dalam CD. Data tersebut diekstrak ke Microsoft Excel untuk menganalisis *peak* pada pola puncak grafik.

2-theta	Intensity
2	10
3	10.02
4	10.04
5	10.06
6	10.08
7	10.1
8	10.12
9	10.14
10	10.16
11	10.18
12	10.2
13	10.22
14	10.24
15	10.26
16	10.28
17	10.3
18	10.32
19	10.34
20	10.36
21	10.38
22	10.4
23	10.42

Data mentah diolah menggunakan *software Origin 9.0* untuk mempersiapkan spectra XRD. Origin merupakan aplikasi perangkat lunak untuk Personal Computer (PC) dalam pemrosesan data (termasuk fungsi-fungsi statistika dan analisis numerik) dan untuk pembuatan grafik 2D dan 3D yang dikembangkan oleh Origin Lab Corporation.



# BAB 5

## PENELITIAN TERDAHULU

1. Tawainella dkk, 2014

Telah disintesis nanopartikel magnetit dengan berbagai ukuran butir yang berbeda yang berasal dari bahan  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dengan metode kopresipitasi dengan memvariasi parameter suhu dan konsentrasi NaOH. Struktur dan ukuran partikel hasil analisa X-Ray Diffraction (XRD) dan Transmission Electron Microscopy (TEM) menunjukkan bahwa nanopartikel mengkristal dengan baik dan ada ketergantungan ukuran butir nanopartikel terhadap dua variasi parameter sintesis tersebut. Ukuran butir yang dihitung menggunakan persamaan Scherrer menunjukkan bahwa ukuran butir meningkat seiring peningkatan suhu dan berkurangnya konsentrasi NaOH. Sifat kemagnetan  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$  hasil analisa Vibrating Sample Magnetometer (VSM). Sampel dengan variasi konsentrasi NaOH, semakin kecil ukuran butir nanopartikel, medan koersivitasnya semakin rendah. Sementara untuk sampel dengan variasi suhu, semakin kecil ukuran butir, medan koersivitasnya semakin tinggi. Hasil VSM juga menunjukkan bahwa semakin tinggi kristalinitas sampel, nilai magnetisasi saturasinya semakin tinggi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ukuran butir dan kehadiran fasa pengotor hematit ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) mempengaruhi sifat kemagnetan nanopartikel  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Torres-Torres, C; López-Suárez, A; Can-Uc, B; Rangel-Rojo, R; Tamayo-Sungai, L; Oliver, A (24 Juli 2015). "Efek Kerr optik kolektif ditunjukkan oleh konfigurasi terintegrasi dari titik-titik kuantum silikon dan nanopartikel emas yang tertanam dalam silika yang ditanamkan ion". *Nanoteknologi* . **26** (29): 295701. Bibcode : 2015Nanot..26C5701T . doi : 10.1088/0957-4484/26/29/295701 . ISSN 0957-4484 . PMID 26135968 .
- Chae, Seung Yong; Park, Myun Kyu; Lee, Sang Kyung; Kim, Taek-Young; Kim, Sang Kyu; Lee, Wan In (Agustus 2003). "Persiapan Nanopartikel TiO<sub>2</sub> Terkontrol Ukuran dan Turunan Film Fotokatalitik Transparan Optik". *Kimia Bahan* . **15** (17): 3326–3331. doi : 10.1021/cm030171d .
- Jacques Simonis, Jean; Koetzee Basson, Albertus (2011). "Evaluasi filter keramik berpori mikro murah untuk menghilangkan mikroorganisme penyakit umum". *Fisika dan Kimia Bumi, Bagian A/B/C* . **36** (14-15): 1129-1134. Bibcode : 2011PCE....36.1129S . doi : 10.1016/j.pce.2011.07.064 .
- Silvera Batista, CA; Larson, RG; Kotov, NA (9 Oktober 2015). "Nonadditivity interaksinanopartikel" . *Sains* . **350** (6257): 1242477. doi : 10.1126/science.1242477 . PMID 26450215 .
- Chen, Chien-Chun; Zhu, Chun; Putih, Edward R.; Chiu, Chin-Yi; Scott, MC; Regan, SM; Marks, Laurence D.; Huang, Yu; Miao, Jianwei (April 2013). "Pencitraan tiga dimensi dislokasi dalam nanopartikel pada resolusi atom". *alam* . **496** (7443): 74–77. Bibcode : 2013Natur.496...74C . doi : 10.1038/nature12009 . PMID23535594 . \_S2CID 4410909 .
- Guo, Dan; Xie, Guoxin; Luo, Jianbin (8 Januari 2014). "Sifat mekanik nanopartikel: dasar dan aplikasi" . *Jurnal Fisika D: Fisika*

- Terapan . **47** (1):013001. Bibcode : 2014JPhD...47a3001G . doi : 10.1088/0022-3727/47/1/013001 .
- Khan, Ibrahim; Saeed, Khalid; Khan, Idrees (November 2019). "Nanopartikel: Sifat, Aplikasi, dan Toksisitas" . Jurnal Kimia Arab . **12** (7): 908–931. doi : 10.1016/j.arabjc.2017.05.011 .
- Carlton, CE; Rabenberg, L.; Ferreira, PJ (September 2008). "Pada nukleasi dislokasi parsial dalam nanopartikel". Surat Majalah Filsafat . **88** (9–10): 715–724. Bibcode : 2008PMagL..88..715C . doi : 10.1080/09500830802307641 . S2CID 40776948 .
- "Nanostruktur Anisotropik" . Mirkin . Diakses pada 22 Agustus 2021 .
- Sajanlal, Panikkanvalappil R.; Sreepasad, Theruvakkattil S.; Samal, Akshaya K.; Pradeep, Thalappil (16 Februari 2011). "Nanomaterial anisotropik: struktur, pertumbuhan, perakitan, dan fungsi" . Ulasan Nano . **2** : 5883. doi : 10.3402/nano.v2i0.5883 . ISSN 2000-5121 . PMC 3215190 . PMID 22110867 .
- Knauer, Andrea; Koehler, J. Michael (2016). "Penjelasan ukuran bergantung pada resonansi optik dalam bidang nanoprisma perak segitiga". Kimia Fisika Kimia Fisika . **18** (23): 15943–15949. Bibcode : 2016PCCP...1815943K . doi : 10.1039/c6cp00953k . PMID 27241479 .
- Simakov, SK (2018). "Asal usul berlian berukuran nano dan mikron di alam: Tinjauan" . Perbatasan Geosains . **9** (6): 1849–1858. doi : 10.1016/j.gsf.2017.10.006 .
- Simakov, SK; Kouchi, A.; Scribano, V.; Kimura, Y.; Hama, T.; Suzuki, N.; Saito, H.; Yoshizawa, T. (2015). "Penemuan Nanodiamond di Xenolith Mantel Dangkal Hyblean" . Laporan Ilmiah . **5** : 10765. Bibcode : 2015NatSR...510765S . doi : 10.1038/srep10765 . PMC 5377066 . PMID 26030133 .

- Pesawat, John MC (2012). "Debu kosmik di atmosfer bumi" . Ulasan Masyarakat Kimia . **41** (19): 6507-6518. Bibcode : 2012ChSRv..41.6507P . doi : 10.1039/C2CS35132C . PMID 22678029 .
- Zook, Herbert A. (2001). "Pengukuran Pesawat Luar Angkasa dari Fluks Debu Kosmik". Dalam Peucker-Ehrenbrink, B.; Schmitz, B. (eds.). *Pertambahan Materi Luar Bumi Sepanjang Sejarah Bumi* . Boston, MA: Pegas. hal.75-92. doi : 10.1007/978-1-4419-8694-8\_5 . ISBN 978-1-4613-4668-5
- Garis Waktu Nanoteknologi | Nano" . www.nano.gov . Diakses pada 12 Desember 2016 .
- Reiss, Gunter; Hutten, Andreas (2010). "Nanopartikel Magnetik" . Dalam Sattler, Klaus D. (ed.). *Buku Pegangan Nanofisika: Nanopartikel dan Titik Kuantum* . CRC Pers. hal. 2 1. ISBN 9781420075458.
- Khan, Firdos Alam (2012). *Dasar Bioteknologi* . CRC Pers. p. 328. ISBN 9781439820094.
- Faraday, Michael (1857). "Hubungan eksperimental emas (dan logam lainnya) dengan cahaya" . *Fil. Trans. R. Soc. London* . **147** : 145-181. Bibcode : 1857RSPT..147..145F . doi : 10.1098/rstl.1857.0011 .
- Beilby, George Thomas (31 Januari 1904). "Pengaruh panas dan pelarut pada film tipis logam" . *Prosiding Royal Society of London* . **72** (477-486): 226-235. Bibcode : 1903RSPS...7..226B . doi : 10.1098/rspl.1903.0046 .
- Turner, T. (1908). "Perak Transparan dan Film Metalik Lainnya" . *Prosiding Royal Society A* . **81** (548): 301-310. Bibcode : 1908RSPSA..81..301T . doi : 10.1098/rspa.1908.0084 . JSTOR 93060 .

- Granqvist, C.; Buhrman, R.; Wyns, J.; Sievers, A. (1976). "Penyerapan Inframerah Jauh dalam Partikel Al Ultrafine". *Surat Tinjauan Fisik* . **37** (10): 625-629. Bibcode :1976PhRvL..37..625G . doi : 10.1103/PhysRevLett.37.625 .
- Hayashi, C.; Uyeda, R & Tasaki, A. (1997). *Partikel ultra-halus: eksplorasi sains dan teknologi (1997 Translation of the Japan report of the related ERATO Project 1981-86)* . Publikasi Noyes.
- Agam, MA; Guo, Q (2007). "Modifikasi Berkas Elektron Nanospheres Polimer". *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi* . **7** (10): 3615-3619. doi : 10.1166/jnn.2007.814 . PMID 18330181 .
- Kralj, Slavko; Makovec, Darko (27 Oktober 2015). "Perakitan Magnetik Kluster Nanopartikel Oksida Besi Superparamagnetik menjadi Nanochains dan Nanobundles". *ACS Nano* . **9** (10): 9700-9707. doi : 10.1021/acs.nano.5b02328 . PMID26394039 .
- Choy JH; Jang ES; Menangkan JH; Chung JH; Jang DJ & Kim YW (2004). "Rute hidrotermal ke terumbu karang nano ZnO dan serat nano". *aplikasi fisik. Lett* . **84** (2): 287. Bibcode : 2004ApPhL..84..287C . doi : 10.1063/1.1639514 .
- Matahari, Y; Xia, Y (2002). "Sintesis nanopartikel emas dan perak yang dikontrol bentuk" . *Sains* . **298** (5601): 2176-2179. Bibcode : 2002Sci...298.2176S . doi : 10.1126/science.1077229 . PMID 12481134 . S2CID 16639413 .
- Murphy, CJ (13 Desember 2002). "ILMU BAHAN: Nanocubes dan Nanobox". *Sains* . **298** (5601): 2139-2141. doi : 10.1126/science.1080007. PMID 12481122 . S2CID 136913833 .
- Dufresne, Alain (Juni 2013). "Nanoselulosa: bionanomaterial baru yang awet muda" . *Bahan Hari Ini* . **16** (6): 220-227. doi : 10.1016/j.mattod.2013.06.004 .

- Le Corre, Deborah; Bra, Julien; Dufresne, Alain (10 Mei 2010). "Nanopartikel Patis: Tinjauan". *Biomakromolekul* . **11** (5): 1139-1153. doi : 10.1021/bm901428y . PMID 20405913 .
- Gommes, Cedric J. (2019). "Pematangan Ostwald dari nanopartikel terbatas: kopling kemomekanis dalam nanopori". *skala nano* . **11** (15): 7386-7393. doi : 10.1039/C9NR01349K . PMID 30938749 . S2CID 91189669
- Thanh, NT; MacLean, N.; Mahiddine, S. (2014). "Mekanisme nukleasi dan pertumbuhan nanopartikel dalam larutan". *Kimia Pdt* . **114** (15): 7610-7630. doi : 10.1021/cr400544s . PMID 25003956 .
- Kulkarni, Samir A.; Kadam, Somnath S.; Meekes, Hugo; Stankiewicz, Andrzej I.; Ter Horst, Joop H. (2013). "Kinetika Nukleasi Kristal dari Waktu Induksi dan Lebar Zona Metastabil". *Pertumbuhan & Desain Kristal* . **13** (6): 2435-2440. doi : 10.1021/cg400139t .
- Watzky, Murielle A.; Finke, Richard G. (1997). "Studi Kinetik dan Mekanistik Pembentukan Nanocluster Logam Transisi. Mekanisme Baru ketika Hidrogen adalah Reduktor: Nukleasi Lambat, Terus Menerus, dan Pertumbuhan Permukaan Autokatalitik Cepat". *Selai. Kimia Soc* . **119** (43): 10382-10400. doi : 10.1021/ja9705102 .
- Grammatikopoulos, Panagiotis (2019). "Pemodelan atomistik nukleasi dan pertumbuhan nanopartikel murni dan hibrida dengan deposisi balok cluster". *Opini Saat Ini di Teknik Kimia* . **23** : 164-173. doi : 10.1016/j.coche.2019.04.004 . S2CID 181326215 .
- Thanh, Nguyen TK; MacLean, N.; Mahiddine, S. (2014). "Mekanisme Nukleasi dan Pertumbuhan Nanopartikel dalam Larutan". *Kimia Pdt* . **114** (15): 7610-7630. doi : 10.1021/cr400544s . PMID 25003956 .

- Buzea, Cristina; Pacheco, Ivan I.; Robbie, Kevin (Desember 2007). "Nanomaterial dan nanopartikel: Sumber dan toksisitas". *Biointerfase* . **2** (4): MR17-MR71. arXiv : 0801.3280 . doi : 10.1116/1.2815690 . PMID 20419892 . S2CID 35457219 .
- ASTM E 2456 06 Terminologi Standar Berkaitan dengan Nanoteknologi
- Valenti G, Rampazzo R, Bonacchi S, Petrizza L, Marcaccio M, Montalti M, Prodi L, Paolucci F (2016). "Doping Variabel Menginduksi Mekanisme Swapping dalam Kemiluminesensi Elektrogenesis dari Ru(bpy)<sub>3</sub><sup>2+</sup> Core Shell Silica Nanopartikel". *Selai. Kimia Soc* . **138** (49): 15935-15942. doi : 10.1021/jacs.6b08239 . PMID 27960352 .
- Vekilov, Peter G. (2010). "Nukleasi". *Pertumbuhan & Desain Kristal* . **10** (12): 5007-5019. doi : 10.1021/cg1011633 . PMC 2995260 . PMID 21132117 .
- Gubin, Sergey P. (2009). *nanopartikel magnetik* . Wiley-VCH. ISBN 978-3-527-40790-3.
- Vollath, Dieter; Fischer, Franz Dieter; Holec, David (23 Agustus 2018). "Energi permukaan nanopartikel - pengaruh ukuran dan struktur partikel". *Beilstein Jurnal Nanoteknologi* . **9** : 2265-2276. doi : 10.3762/bjnano.9.211 . PMC 6122122 . PMID30202695 .
- Jiang, T.; Liang, LH; Zhao, DS (Juli 2001). "Kontraksi Kisi dan Tegangan Permukaan Nanocrystals fcc". *Jurnal Kimia Fisika B* . **105** (27): 6275-6277. doi : 10.1021/jp010995n .
- Courtney, Thomas H. (2000). *Perilaku mekanis bahan* (edisi ke-2). Boston: *Bukit McGraw*. ISBN 07-028594-2. OCLC 41932585 .
- Ramos, Manuel; Ortiz-Jordania, Luis; Hurtado-Macias, Abel; Flores, Sergio; Elizalde-Galindo, José T.; Rocha,

- Carmen; Torres, Brenda; Zarei-Chaleshtori, Maryam; Chianelli, Russell R. (Januari 2013). "Kekerasan dan Modulus Elastis pada Nanopartikel Emas Simetri Enam Kali Lipat" . *Bahan* . **6** (1): 198–205. Bibcode : 2013Mate....6..198R . doi : 10.3390/ma6010198 . PMC 5452105 . PMID 28809302 .
- Oh, Sang Ho; Legros, Marc; Kier, Daniel; Dehm, Gerhard (Februari 2009). "Pengamatan in situ nukleasi dislokasi dan pelepasan dalam kristal tunggal aluminium submikrometer". *Bahan Alam* . **8** (2): 95–100. Bibcode : 2009NatMa...8...95O . doi : 10.1038/nmat2370 . PMID 19151703 .
- Feruz, Yosi; Mordehai, Dan (Januari 2016). "Menuju kekuatan yang bergantung pada ukuran universal dari nanopartikel kubik berpusat pada wajah". *Akta Materialia* . **103** : 433–441. Bibcode : 2016AcMat.103..433F . doi : 10.1016/j.actamat.2015.10.027 .
- Kulik, Andrzej; Ki, Andras; Gremaud, Gerard; Hengsberger, Stefan; Luengo, Gustavo; Zysset, Philippe; Forró, László (2007), Bhushan, Bharat (ed.), "Properti Mekanik Skala Nano - Teknik dan Aplikasi Pengukuran", *Buku Pegangan Nanoteknologi Springer, Buku Pegangan Springer, Springer*, hlm. 1107–1136, Bibcode : 2007shnt.book.1107K , doi : 10.1007/978-3-540-29857-1\_36 , ISBN 978-3-540-29857-1
- Gua, Dan; Xie, Guoxin; Luo, Jianbin (8 Januari 2014). "Sifat mekanik nanopartikel: dasar dan aplikasi" . *Jurnal Fisika D: Fisika Terapan* . **47** (1): 013001. Bibcode : 2014JPhD...47a3001G . doi : 10.1088/0022-3727/47/1/013001 . ISSN 0022-3727 .
- Tan, Susheng; Sherman, Robert L.; Ford, Warren T. (1 Agustus 2004). "Kompresi Skala Nano Mikrosfer Polimer dengan Mikroskop Gaya Atom" . *Langmuir* . **20** (17): 7015–



7020. doi : 10.1021/la049597c . ISSN 0743-7463 . PMID 15301482 .

- Ouyang, Q.; Ishida, K.; Okada, K. (15 Januari 2001). "Investigasi adhesi mikro dengan mikroskop kekuatan atom". *Ilmu Permukaan Terapan* . 169-170 (1-2): 644-648. Bibcode : 2001ApSS..169..644O . doi : 10.1016/S0169-4332(00)00804-7 . ISSN 0169-4332 .
- Larson, Ian; Drummond, Calum J.; Chan, Derek YC; Grieser, Franz (1 Desember 1993). "Pengukuran gaya langsung antara permukaan titanium dioksida". *Jurnal Masyarakat Kimia Amerika* . **115** (25): 11885-11890. doi : 10.1021/ja00078a029 . ISSN 0002-7863 .
- Kappl, Michael; Butt, Hans-Jürgen (2002). "Teknik Penyelidikan Koloid dan Penerapannya pada Pengukuran Gaya Adhesi" . *Karakterisasi Sistem Partikel & Partikel* . **19** (3): 129-143. doi : 10.1002/1521-4117(200207)19:3<129::AID-PPSC129>3.0.CO;2-G . ISSN 1521-4117 .
- Buffat, Ph.; Borel, J.-P. (1976). "Efek ukuran pada suhu leleh partikel emas" . *Tinjauan Fisik A* . **13** (6): 2287-2298. Bibcode : 1976PhRvA..13.2287B . doi : 10.1103/PhysRevA.13.2287
- Hewakuruppu, YL; Dombrovsky, LA; Chen, C.; Timchenko, V.; Jiang, X.; Baek, S.; Taylor, RA (2013). Metode "probe pompa" plasmonik untuk mempelajari nanofluida semi-transparan". *Optik Terapan* . **52** (24): 6041-50. Bibcode : 2013ApOpt..52.6041H . doi : 10.1364/AO.52.006041 . PMID24085009 .
- Wu, Jiang; Yu, Peng; Susha, Andrei S.; Sablon, Kimberly A.; Chen, Haiyuan; Zhou, Zhihua; Li, Handong; Ji, Haining; Niu, Xiaobin (1 April 2015). "Peningkatan efisiensi broadband dalam sel surya kuantum dot digabungkan dengan nanostars plasmonic multispiked". *Energi Nano* . **13** : 827-835. doi : 10.1016/j.nanoen.2015.02.012 . S2CID 98282021 .

- Taylor, Robert A; Otanicar, Todd; Rosengarten, Gary (2012). "Optimasi filter optik berbasis nanofluida untuk sistem PV/T". *Cahaya: Sains & Aplikasi* . **1** (10): e34. Bibcode : 2012LSA.....1E..34T . doi : 10.1038/lsa.2012.34 .
- Taylor, Robert A.; Otanicar, Todd P.; Herukerrupu, Yasitha; Bremond, Fabienne; Rosengarten, Gary; Hawkes, Evatt R.; Jiang, Xuchuan; Coulombe, Sylvain (2013). "Kelayakan filter optik berbasis nanofluida". *Optik Terapan* . **52** (7): 1413–22. Bibcode : 2013ApOpt..52.1413T . doi : 10.1364/AO.52.001413 . PMID 23458793 .
- Taylor, Robert A; Phelan, Patrick E; Otanicar, Todd P; Adrian, Ronald; Prasher, Ravi (2011). "Karakterisasi properti optik nanofluida: Menuju kolektor surya penyerapan langsung yang efisien". *Surat Penelitian Nanoscale* . **6** (1): 225. Bibcode : 2011NRL.....6..225T . doi : 10.1186/1556-276X-6-225 . PMC 3211283 . PMID21711750 .
- Valenti G, Rampazzo E, Kesarkar S, Genovese D, Fiorani A, Zanut A, Palomba F, Marcaccio M, Paolucci F, Prodi L (2018). "Chemiluminescence listrik dari nanopartikel berbasis kompleks logam untuk aplikasi sensor yang sangat sensitif". *Tinjauan Kimia Koordinasi* . **367** : 65–81. doi : 10.1016/j.ccr.2018.04.011 . hdl : 11585/653909 . S2CID 103192810 .
- Taylor, Robert; Coulombe, Sylvain; Otanicar, Todd; Phelan, Patrick; Gunawan, Andrei; Lv, Wei; Rosengarten, Gary; Prasher, Ravi; Tyagi, Himanshu (2013). "Partikel kecil, dampak besar: Tinjauan terhadap beragam aplikasi nanofluida". *Jurnal Fisika Terapan* . **113** (1): 011301–011301–19. Bibcode : 2013JAP...113a1301T . doi : 10.1063/1.4754271 .
- Ghosh Chaudhuri, Rajib; Paria, Santanu (11 April 2012). "Core/Shell Nanopartikel: Kelas, Properti, Mekanisme Sintesis, Karakterisasi, dan Aplikasi". *Ulasan Kimia* . **112** (4): 2373–2433. doi : 10.1021/cr100449n . PMID 22204603 .

- Loo, Jacky Fong-Chuen; Chien, Yi-Hsin; Yin, Feng; Kong, Siu-Kai; Ho, Ho Pui; Yong, Ken-Tye (Desember 2019). "Nanopartikel upconversion dan downconversion untuk biophotonics dan nano". *Tinjauan Kimia Koordinasi* . **400** : 213042. doi : 10.1016/j.ccr.2019.213042 . S2CID 203938224 .
- Yu, Peng; Yao, Yisen; Wu, Jiang; Niu, Xiaobin; Rogach, Andrey L.; Wang, Zhiming (Desember 2017). "Pengaruh Plasmonic Metal Core - Dielectric Shell Nanopartikel Pada Peningkatan Penyerapan Cahaya Broadband di Sel Surya Film Tipis" . *Laporan Ilmiah* . **7** (1): 7696. Bibcode : 2017NatSR...7.7696Y . doi : 10.1038/s41598-017-08077-9 . PMC 5550503 . PMID 28794487 .
- Sisi putih, GM; dkk. (1991). "Perakitan Diri Molekuler dan Nanokimia: Strategi Kimia untuk Sintesis Struktur Nano". *Sains* . **254** (5036): 1312–1319. Bibcode : 1991Sci...254.1312W . doi : 10.1126/science.1962191 . PMID 1962191 .
- Dabbs D.M, Aksay IA; Aksay (2000). "Keramik Rakitan Sendiri" . *annu. Pdt. Kimia* . **51** : 601–22. Bibcode : 2000ARPC...51.601D . doi : 10.1146/annurev.physchem.51.1.601 . PMID 11031294 . S2CID 14113689 .
- Anandkumar, Mariappan; Bhattacharya, Saswata; Deshpande, Atul Suresh (2019). "Sintesis dan karakterisasi suhu rendah dari sol nanopartikel fluorit oksida multi-komponen fase tunggal" . *Kemajuan RSC* . **9** (46): 26825–26830. Bibcode : 2019RSCAd...9.26825A . doi : 10.1039/C9RA04636D . PMC 9070433 . PMID 35528557 .
- Hosseini, Mansour; Mashreghi, Mansur; Eshghi, Hossein (2016). "Biosintesis dan aktivitas antibakteri nanopartikel emas yang dilapisi enzim reduktase" . *Huruf Mikro dan Nano* . **11** (9): 484–489. doi : 10.1049/mnl.2016.0065 . S2CID 89082048 .

- Saito, Tsuguyuki; Kimura, Satoshi; Nishiyama, Yoshiharu; Isogai, Akira (Agustus 2007). "Nanofiber Selulosa Disiapkan Melalui Oksidasi Selulosa Asli yang Dimediasi TEMPO". *Biomakromolekul* . **8** (8): 2485–2491. doi : 10.1021/bm0703970 . PMID 17630692 .
- Fan, Yimin; Saito, Tsuguyuki; Isogai, Akira (17 Maret 2010). "Individu kitin nano-kumis dibuat dari -kitin terdeasetilasi sebagian dengan kationisasi permukaan fibril". *Polimer Karbohidrat* . **79** (4): 1046–1051. doi : 10.1016/j.carbpol.2009.10.044 .
- Habibi, Yusuf (2014). "Kemajuan kunci dalam modifikasi kimia nanoselulosa". *Kimia Soc. Pdt* . **43** (5): 1519–1542. doi : 10.1039/c3cs60204d . PMID 24316693 .
- Granqvist, CG; Buhrman, RA (1976). "Partikel logam ultra halus" . *Jurnal Fisika Terapan* . **47** (5): 2200–2219. Bibcode : 1976JAP....47.2200G . doi : 10.1063/1.322870 . S2CID 53659172 .
- Hahn, H.; Averbach, RS (1990). "Produksi bubuk nanokristalin dengan sputtering magnetron". *Jurnal Fisika Terapan* . **67** (2): 1113–1115. Bibcode : 1990JAP....67.1113H . doi : 10.1063/1.345798 .
- Belloni, J.; Mostafavi, M.; Remit, H.; Marignier, JL; Delcourt, AMO (1998). "Sintesis radiasi yang diinduksi dari kluster mono dan multi-logam dan nanokoloid". *Jurnal Kimia Baru* . **22** (11): 1239–1255. doi : 10.1039/A801445K .
- Brinker, CJ & Scherer, GW (1990). *Ilmu Sol-Gel: Fisika dan Kimia Pengolahan Sol-Gel* . Pers Akademik. ISBN 978-0-12-134970-7.
- Hench, LL; Barat, JK (1990). "Proses sol-gel". *Ulasan Kimia* . **90** : 33–72. doi : 10.1021/cr00099a003 .
- Klein, L. (1994). *Optik Sol-Gel: Pemrosesan dan Aplikasi* . Springer Verlag. ISBN 978-0-7923-9424-2. Diakses pada 6 Desember 2016 .

- Corriu, Robert & Anh, Nguyễn Trong (2009). *Kimia Molekuler Bahan Nano Berasal Sol-Gel*. John Wiley dan Sons. ISBN 978-0-470-72117-9.
- Sadri, R. (15 Oktober 2017). "Studi fungsionalisasi nanoplatelet graphene yang ramah lingkungan dan mudah serta aplikasinya dalam perpindahan panas konveksi". *Konversi dan Manajemen Energi*. **150**: 26–36. doi : 10.1016/j.enconman.2017.07.036 .
- Perdana, KL; Whitesides, GM (1991). "Self-assembled organic monolayers: model sistem untuk mempelajari adsorpsi protein pada permukaan". *Sains*. **252** (5009): 1164–7. Bibcode : 1991Sci...252.1164P . doi : 10.1126/science.252.5009.1164 . PMID 2031186 . S2CID 26062996 .
- Liu, Wenhao; Greytak, Andrew B.; Lee, Jungmin; Wong, Cliff R.; Park, Jongnam; Marshall, Lisa F.; Jiang, Wen; Curtin, Peter N.; Ting, Alice Y.; Nocera, Daniel G.; Fukumura, Dai; Jain, Rakesh K.; Bawendi, Mounqi G. (20 Januari 2010). "Titik Kuantum Biokompatibel Kompak melalui Sintesis Ligan Kopolimer Acak Berbasis Imidazol yang Dimediasi RAFT". *Jurnal Masyarakat Kimia Amerika*. **132** (2): 472–483. doi : 10.1021/ja908137d . PMC 2871316 . PMID 20025223 .
- Onoda, GY Jr.; Hench, LL, eds. (1979). *Pengolahan Keramik Sebelum Menembak*. New York: Wiley & Sons. ISBN 978-0-471-65410-0.
- Aksay, IA; Lange, FF; Davis, BI (1983). "Keseseragaman Komposit Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub> dengan Filtrasi Koloid". *Selai. Seram. Soc*. **66** (10): C190. doi : 10.1111/j.1151-2916.1983.tb10550.x .
- Frank, GV & Lange, FF (1996). "Transisi Plastik-ke-Rapuh dari Serbuk Serbuk Alumina Jenuh". *Selai. Seram. Soc*. **79** (12): 3161–3168. doi : 10.1111/j.1151-2916.1996.tb08091.x .

- Evans, AG & Davidge, RW (1969). "Kekuatan dan fraktur magnesium oksida polikristalin yang sepenuhnya padat". *Fil. Mag* . **20** (164): 373-388. Bibcode : 1969PMag...20..373E . doi : 10.1080/14786436908228708
- Evans, AG; Davidge, RW (1970). "Kekuatan dan oksidasi silikon nitrida reaksi-sinter". *J.Materi. Sci* . **5** (4): 314-325. Bibcode : 1970JMatS...5..314E . doi : 10.1007/BF02397783 . S2CID 137539240 .
- Lange, FF; Metcalf, M. (Juni 1983). "Asal Fraktur Terkait Pemrosesan: II, Gerak Aglomerat dan Permukaan Internal Seperti Retak yang Disebabkan oleh Sintering Diferensial". *Jurnal Masyarakat Keramik Amerika* . **66** (6): 398-406. doi : 10.1111/j.1151-2916.1983.tb10069.x .
- Evans, AG (1987). "Pertimbangan Efek Inhomogeneity dalam Sintering". *Selai. Seram. Soc* . **65** (10): 497-501. doi : 10.1111/j.1151-2916.1982.tb10340.x .
- Hasselov, Martin; Readman, James W.; Ranville, James F.; Tiede, Karen (Juli 2008). "Analisis nanopartikel dan metodologi karakterisasi dalam penilaian risiko lingkungan nanopartikel rekayasa". *Ekotoksikologi* . **17** (5): 344-361. doi : 10.1007/s10646-008-0225-x . PMID 18483764 . S2CID 25291395 .
- Tiede, Karen; Boxall, Alistair BA; Air Mata, Steven P.; Lewis, Yohanes; David, Helen; Hassellöv, Martin (Juli 2008). "Deteksi dan karakterisasi nanopartikel rekayasa dalam makanan dan lingkungan" (PDF). *Aditif & Kontaminan Makanan: Bagian A* . **25** (7): 795-821. doi : 10.1080/02652030802007553 . PMID 18569000 . S2CID 23910918 .
- Mapanao, Ana Katrina; Giannone, Giulia; Summa, Maria; Ermini, Maria Laura; Zamborlin, Agata; Santi, Melissa; Cassano, Domenico; Bertorelli, Rosalia; Voliani, Valerio (2020). "Biokinetik dan pembersihan arsitektur ultrasmall-in-

nano emas yang dihirup" . *Kemajuan skala nano* . **2** (9): 3815-3820. Bibcode : 2020NanoA...2.3815M . doi : 10.1039/D0NA00521E .

Tai, Yifan; Midgley, Adam C. (29 Maret 2022), "Nanoparticles for Cardiovascular Medicine: Trends in Myocardial Infarction Therapy" , *Nanopharmaceuticals in Regenerative Medicine* (1 ed.), Boca Raton: CRC Press, pp. 303–327, doi : 10.1201/ 9781003153504-17 , ISBN 978-1-003-15350-4, diambil 23 Mei 2022

Gu, Xurui; Liu, Zhen; Tai, Yifan; Zhou, Ling-yun; Liu, Kun; Kong, Deling; Midgley, Adam C; Zuo, Xiao-cong (1 April 2022). "Pembawa hidrogel dan nanopartikel untuk terapi penyakit ginjal: tren dan kemajuan terkini" . *Kemajuan dalam Rekayasa Biomedis* . **4** (2): 022006. Bibcode : 2022PBioE...4b2006G . doi : 10.1088/2516-1091/ac6e18 . ISSN 2516-1091 . S2CID 248688540 .

Hubler, A.; Osuagwu, O. (2010). "Baterai kuantum digital: Penyimpanan energi dan informasi dalam susunan tabung nanovacuum" . *Kompleksitas* : NA. doi : 10.1002/cplx.20306 . S2CID 6994736 .

Stephenson, C.; Hubler, A. (2015). "Stabilitas dan konduktivitas kabel rakitan sendiri dalam medan listrik melintang" . *Sci. perwakilan* \_ **5** : 15044. Bibcode : 2015NatSR...515044S . doi : 10.1038/srep15044 . PMC 4604515 . PMID 26463476 .

Hubler, A.; Lyon, D. (2013). "Ketegantungan ukuran celah dari kekuatan dielektrik dalam celah vakum nano". *Transaksi IEEE pada Dielektrik dan Isolasi Listrik* . **20** (4): 1467–1471. doi : 10.1109/TDEI.2013.6571470 . S2CID 709782 .

Omidvar, A. (2016). "Fluoresensi graphene oxide yang ditingkatkan logam oleh nanopartikel paladium di bagian spektrum biru-hijau". *Fisika Cina B* . **25** (11): 118102. Bibcode : 2016ChPhB..25k8102O . doi : 10.1088/1674-1056/25/11/118102 .

- Rashidian V, MR (2017). "Menyelidiki efek ukuran ekstrinsik paladium dan nanopartikel bola emas". *Bahan Optik* . **64** : 413–420. Bibcode : 2017OptMa..64.413R . doi : 10.1016/j.optmat.2017.01.014
- Omidvar, A. (2018). "Meningkatkan sifat optik nonlinier oksida graphene dengan memperbaiki dengan nanopartikel paladium". *Physica E: Sistem dan Struktur Nano Dimensi Rendah* . **103** : 239–245. Bibcode : 2018PhyE..103..239O . doi : 10.1016/j.physe.2018.06.013 . S2CID 125645480 .141. Bibcode : 2018JCoPh.352..123E . doi : 10.1016/j.jcp.2017.09.038 .
- Amir Reza Sadrolhosseini, Mohd Adzir Mahdi, Farideh Alizadeh dan Suraya Abdul Rashid. "Laser Ablation Technique for Synthesis of Metal Nanoparticle in Liquid". *Laser Technology and its Applications* (2018) <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.80374>
- Anal K. Jha, K.Prasad dan A.R Kulkarni. "Synthesis od TiO2 nanoparticles using microorganisms". *Colloids and Surfaces B.Biointerfaces* **71** (2009) 226-229 doi:10.1016/j.colsurfb.2009.02.007
- Anu Mary Ealias, dan Saravanakumar M.P. "A review on the classification, characterization, synthesis of nanoparticles and their application". *IOP Conference Series: Material Science and Engineering* **263** (2017) 032019 doi:10.1088/1757-899X/263/3/032019
- C.Carmen Piras, Susana Fernandez-Prieto dan Wim M. De Borggraeve. "Ball milling : a green technology for the preparation and functionalization of nanocellulose derivatives". *Nanoscale Advances* **1** (2019) 937-947. doi:10.1039/c8na00238j
- C.H Yu, Kin Tam dan Edman S.C Tsang. "Chemical Methods for Preparation of Nanoparticles in Solution". *Handbook of*



Metal Physics (2009) ISSN 1570- 002X/ doi: 10.1016/S1570-002X(08)00205-X

Chella Purushothaman Devatha dan Arun K. Thalla. "Green Synthesis of Nanomaterials". Synthesis of Inorganic Nanomaterials (2018) <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101975-7.00007-5>

Dongjo Kim, Sunho Jeong dan Joocho Moon. "Synthesis of silver nanoparticles using the polyol process and the influence of precursor injection". Nanotechnology 17 (2006) 4019-4024 doi:10.1088/0957-4484/17/16/004

EK. Elumalai, T.N.V.K.V Prasad, J.Hemachandran, S.Viviyan Therasa, T.Thirumalai dan E.David. "Extracellular synthesis of silver nanoparticles using leaves of Euphorbia hirta and their antibacterial activities". Journal of Pharmaceutical Sciences and Research Vol. 2 No.9 (2010) 549-554

Kazakevich PV, Voronov VV, Simakin AV, Shafeev GA. "Production of copper and brass nanoparticles upon laser ablation in liquids". Quantum Electronics. (2009) 951-956. doi:10.1070/QE2004v034nl0ABEH002756

S.Ramesh. "Sol-Gel Synthesis and Characterization of  $\text{Ag}_3(2+x)\text{Al}_x\text{Ti}_{4-x}\text{O}_{11+\delta}$  ( $0.0 \leq x \leq 0.1$ ) Nanoparticles". Hindawi Publishing Corporation Journal of Nanoscience (2013) <http://dx.doi.org/10.1155/2013/929321>

Thi Thi Nge., Seung-Hwan Lee dan Takashi Endo. "Preparation of nanoscale cellulose materials with different morphologies by mechanical treatments and their characterization". Cellulose 20 (2013) 1841-1852 doi: 10.1007/s10570-013-9962-y

Vineet Singh dan Pratima Chauhan. "Structural and Characterization of CdS Nanoparticles Prepared by Chemical Precipitation Method". Journal of Physics and Chemistry of Solids 70 (2009) 1074 -1079 doi:10.1016/j.jpcs.2009.05.024

C. Devi, Elangbam, and Ibetombi Soibam. 2017. "Structural and Optical Characterization of  $\text{MnFe}_2\text{O}_4$  Nanoparticles."

*Advanced Materials Proceedings* 2(2): 93-96.

Tawainella, Rosita Dewi et al. "Sintesis-Nanopartikel-Manganeseferrite (MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) Dengan Metode Kopersipitasi Dengan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya."

PUTRA, RACHMAD ALMI. 2016. "FABRIKASI NANOPARTIKEL MAGNETIK Mg." 4.