Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Pidato Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Profesor Bambang Sunendar Purwasasmita

GAGASAN REKAYASA BIOLOGI PADA PEMROSESAN MATERIAL MUTAKHIR DALAM MENDUKUNG INDUSTRI HULU DAN HILIR YANG MANDIRI

22 Februari 2013
Balai Pertemuan Ilmiah ITB

Hak cipta ada pada penulis

Pidato Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung
22 Februari 2013

Profesor Bambang Sunendar Purwasasmita

GAGASAN REKAYASA BIOLOGI PADA PEMROSESAN MATERIAL MUTAKHIR DALAM MENDUKUNG INDUSTRI HULU DAN HILIR YANG MANDIRI

Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: GAGASAN REKAYASA BIOLOGI PADA PEMROSESAN MATERIAL MUTAKHIR DALAM MENDUKUNG INDUSTRI HULU DAN HILIR YANG MANDIRI.
Disampaikan pada sidang terbuka Majelis Guru Besar ITB, tanggal 22 Februari 2013.

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama **7 (tujuh) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).**
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama **5 (lima) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).**

Hak Cipta ada pada penulis

Data katalog dalam terbitan

Bambang Sunendar Purwasasmita
GAGASAN REKAYASA BIOLOGI PADA PEMROSESAN MATERIAL MUTAKHIR DALAM MENDUKUNG INDUSTRI HULU DAN HILIR YANG MANDIRI
Disunting oleh Bambang Sunendar Purwasasmita

Bandung: Majelis Guru Besar ITB, 2013
vi+86 h., 17,5 x 25 cm
ISBN 978-602-8468-61-9
1. Teknologi: Rekayasa Material Maju 1. Bambang Sunendar Purwasasmita

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT atas kemampuan dan kesempatan yang telah diberikan pada penulis sehingga naskah Pidato Ilmiah Guru Besar ITB ini dapat diselesaikan untuk kemudian dibacakan pada hari Jumat, 22 Februari 2013 di dalam Sidang Majelis Guru Besar ITB di Balai Pertemuan Ilmiah ITB. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada pimpinan beserta seluruh anggota Majelis yang terhormat atas kesempatan yang diberikan dan kepada Institut Teknologi Bandung yang telah membesarkan dan membangun karakter penulis serta selalu memberikan inspirasi kepada penulis untuk terus maju dan berkembang.

Pidato ilmiah ini berjudul gagasan rekayasa biologi pada pemrosesan material mutakhir dalam mendukung industri hulu dan hilir yang mandiri. Teknologi pemrosesan material merupakan salah satu tonggak utama penentu kemajuan suatu bangsa. Dalam tulisan ini akan disampaikan pentingnya peranan teknologi pemrosesan material dalam menentukan perkembangan industri hulu dan hilir Indonesia. Kemampuan suatu bangsa untuk memanfaatkan dan mengolah sumber daya alam yang dimilikinya akan menjadi kunci kemandirian bangsa tersebut. Berkembangnya nanoteknologi yang kemudian dikombinasikan dengan konsep sintesis material berbasis biologi menjadi terobosan tersendiri dalam teknologi pemrosesan material mutakhir. Teknologi

pemrosesan material berbasiskan pada gagasan biologi ini akan menjadi solusi dalam usaha menghasilkan suatu material dengan struktur dan sifat unik sesuai dengan kebutuhan aplikasinya dengan penggunaan energi seminimal mungkin. Keramik mutakhir akan menjadi fokus material yang penulis tekankan untuk dikembangkan dikarenakan fungsinya yang signifikan di berbagai macam bidang aplikasi.

Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi bangsa dalam usaha mewujudkan Indonesia yang mandiri.

Bandung, 22 Februari 2013

Bambang Sunendar Purwasasmita

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI iv
1. PENDAHULUAN 1
   1.1. Nanoteknologi, Biologi, dan Pemrosesan Material 1
   1.2. Teknologi Pemrosesan Material dan Kemandirian Bangsa 5
2. TEKNOLOGI KERAMIK MUTAKHIR 7
   2.1. Aplikasi dan Potensi Keramik Mutakhir 10
   2.2. *Road Map* Penelitian Keramik Mutakhir 14
3. PEMROSESAN MATERIAL BERBASIS PADA GAGASAN BIOLOGI 17
   3.1. Biomineralisasi, Biomimetik, dan Karakteristik Unik Material 17
   3.2. Pemrosesan Material *Bottom-Up* 20
   3.3. Surfaktant dan Proses Desain Material 24
   3.4. Hasil Penelitian Berbasis Pendekatan *Bottom-Up* 26
      3.4.1. Lingkungan dan Katalitik 26
      3.4.2. Transportasi dan Elektronika 29
      3.4.3. Biomedik 32
      3.4.4. Tekstil 39
      3.4.5. Energi 41
4. PENGEMBANGAN INDUSTRI HULU DAN HILIR INDONESIA UNTUK MEWUJUDKAN KEMANDIRIAN BANGSA 46

4.1. Bangsa Indonesia dan Potensi yang Dimilikinya 46
4.2. Arah Pengembangan Industri Hulu dan Hilir Indonesia 48
5. PENUTUP 51
6. DAFTAR PUSTAKA 51
7. UCAPAN TERIMA KASIH 58
CURRICULUM VITAE 63

GAGASAN REKAYASA BIOLOGI PADA PEMROSESAN MATERIAL MUTAKHIR DALAM MENDUKUNG INDUSTRI HULU DAN HILIR YANG MANDIRI

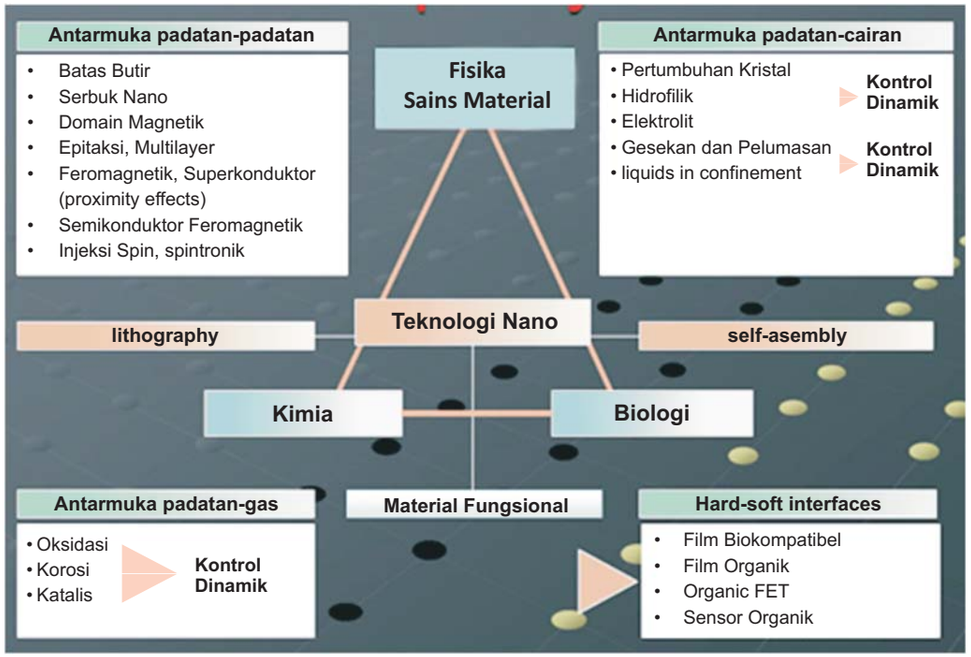
1. PENDAHULUAN

1.1. Nanoteknologi, Biologi, dan Pemrosesan Material

Tuntutan akan peningkatan fungsi suatu produk industri seiring dengan terus berkembangnya kebutuhan manusia di berbagai macam pilar kehidupan terus bertambah. Pilar-pilar kehidupan ini meliputi kesehatan, makanan serta obat-obatan, lingkungan, transportasi, pertahanan, energi dan teknologi informasi. Peningkatan fungsi produk industri tersebut tidak lepas dari kebutuhan akan teknologi pemrosesan material yang lebih maju serta pemanfaatan bahan baku yang sesuai, yang umumnya berbasis pada material anorganik dan organik, seperti logam, keramik, polimer, komposit, dan protein, yang dapat diekstrak dari sumber daya alam mineral maupun dari unsur hayati. Keilmuan tentang sains dan teknologi material merupakan tonggak utama untuk menghasilkan produk yang multi-sistem dan multi-fungsi.

Teknologi pemrosesan material yang saat ini tengah banyak dikembangkan adalah metode *bottom-up*, dimana produk yang dihasilkan dibangun dari atom, molekul, kristalit, sampai kepada partikel-partikel berukuran nano. Oleh karena itu, pemahaman dan pemanfaatan teknologi nano di dalam pemrosesan material mutakhir menjadi penting. Keilmuan

ini merupakan multi-disiplin antara sains dan teknologi yang mengikuti kepada fenomena alam dengan basis-basis keilmuannya adalah fisika, kima dan biologi serta kerekayasaan seperti yang nampak pada Gambar 1.1. Hal ini sangat cocok untuk ITB sebagai Institusi terkemuka dalam bidang sains, teknologi, dan seni sekaligus bagi Negara Kesatuan Republik Indonesia yang kaya akan sumber daya alam mineral dan hayatinya.

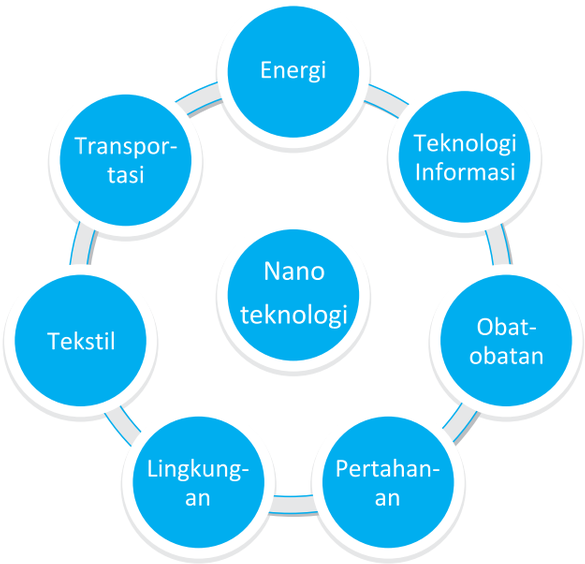


Gambar 1.1 Fisika-Kimia-Biologi sebagai basis pengembangan nanoteknologi

Nanoteknologi merupakan suatu istilah yang digunakan untuk menjelaskan suatu bentuk teknologi yang berkaitan dengan struktur ataupun proses yang terjadi dalam skala nanometer[1]. Istilah

nanoteknologi pun umum dikaitkan dengan seperangkat peralatan ataupun teknik yang dapat digunakan untuk memanipulasi atom atau molekul dari suatu materi. Nanosains dan nanoteknologi merupakan suatu bentuk pendekatan baru dalam aktivitas penelitian dan pengembangan yang bertujuan untuk mengatur pengembangan struktur dasar serta properti dari suatu materi pada skala atom dan molekul.

Material yang dihasilkan dalam skala nanometer memiliki sifat yang berbeda apabila dibandingkan dengan material yang sama, tetapi dihasilkan dalam skala yang lebih besar. Pemanfaatan peralatan dan teknik berbasiskan nanoteknologi memungkinkan dihasilkannya materi dengan ukuran kisaran 1-100 nm yang kemudian dapat disusun dan diatur untuk mendapatkan suatu sistem nano yang memiliki sifat-sifat baru dan unik untuk berbagai macam aplikasi yang ada[2]. Pengembangan nanoteknologi ini juga memiliki pengaruh besar pada bidang-bidang lain sebagai daya pendorong munculnya penemuan-penemuan baru pada masing-masing bidang. Hal inilah yang kemudian menjadikan nanoteknologi suatu bagian penting terkait dengan pemrosesan material mutakhir dalam usaha menghasilkan suatu produk dengan sifat dan struktur yang unik sesuai dengan kebutuhan aplikasinya seperti yang tampak pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Nanoteknologi dan Aplikasinya

Bidang kajian lain yang juga menarik untuk dipahami terkait dengan pemrosesan material adalah biologi, khususnya mengenai konsep biomineralisasi. Organisme telah membuat bahan anorganik dengan sifat dan struktur yang unik selama lebih dari 500 juta tahun. Sifat-sifat menarik yang dihasilkan melalui proses biomineralisasi ini diantaranya ialah keseragaman serta kekuatan struktur yang baik, dan hasil ini didapat melalui proses yang berlangsung pada kondisi lingkungan[3]. Proses sintesis material berbasis prinsip biomineralisasi ini amatlah menarik dikarenakan dapat dihasilkannya material dengan sifat unggul dengan energi seminimal mungkin. Salah satu arah pengembangan pemrosesan material mutakhir ke depannya ialah berbasiskan pada prinsip kerja dari biomineralisasi.

Pengembangan dari nanoteknologi yang kemudian dikombinasikan dengan konsep sintesis material berbasis biologi dapat menjadi salah satu terobosan baru dalam teknologi pemrosesan material mutakhir. Material dengan sifat-sifat unggul serta struktur unik yang diperoleh dengan menggunakan energi seminimal mungkin merupakan target akhir yang ingin dicapai dalam pemrosesan material mutakhir.

1.2. Teknologi Pemrosesan Material dan Kemandirian Bangsa

Material, mulai dari bentukan yang sederhana hingga bentuk material maju, memiliki pengaruh yang besar terhadap keberlangsungan kehidupan manusia. Kemajuan teknologi instrumentasi untuk sintesis dan karakterisasi material merupakan gerbang awal pembuka zaman pengembangan material maju. Hal ini ditandai dengan banyaknya penelitian yang dilakukan di bidang material, khususnya pada ranah nanosains, yakni ilmu yang mempelajari material pada skala nano. Penelitian-penelitian yang dilakukan ini kemudian dijadikan sebagai pondasi dalam pengembangan teknologi baru di berbagai macam bidang, seperti pada bidang energi ataupun kesehatan.

Teknologi pemrosesan material memegang peranan penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di masa depan. Proses pembentukan material *bottom-up* merupakan metode yang saat ini banyak digunakan untuk menggantikan metode pemrosesan konvensional, yakni *top-down*. Implementasi material *bottom-up* ini terbukti berperan besar

dalam kemajuan pengembangan nanoteknologi. Namun, dalam penggunaan teknik *bottom-up* diperlukan pemahaman yang mendalam terkait struktur molekuler dan karakteristik proses yang terlibat di dalamnya. Pendekatan *bottom-up*, dengan memanfaatkan konsep *self-assembly* dan *self-organize*, akan menjadi kunci utama dalam produksi serta pengolahan material, khususnya nanomaterial, di masa depan[4].

Selain teknologinya, faktor lain yang juga amat penting ialah bahan baku. Indonesia merupakan negara keempat di dunia dengan penduduk terbanyak, luas wilayah terbesar di Asia Tenggara, serta sumber daya alam mineral dan hayati yang melimpah. Hal ini menjadi alasan diposisikannya Indonesia sebagai salah satu kekuatan utama di dunia. Di tingkat regional, akan diberlakukannya Asean – China *Free Trade Area* (ACFTA) menjadi suatu bentuk dorongan lain bagi Indonesia agar dapat meningkatkan daya saingnya sehingga mampu bersaing dengan China dan negara-negara lain di dunia[5].

Melihat dari potensi serta peluang yang Indonesia miliki, khususnya di sektor geografi, sumber daya manusia, serta sumber daya alam, Indonesia perlu menempatkan dirinya sebagai bangsa yang mandiri, khususnya pada bidang sumber pengolahan bahan baku. Teknologi pemrosesan material akan menjadi kunci penentu kemampuan suatu bangsa untuk berkembang menjadi bangsa yang mandiri dan maju.

2. TEKNOLOGI KERAMIK MUTAKHIR

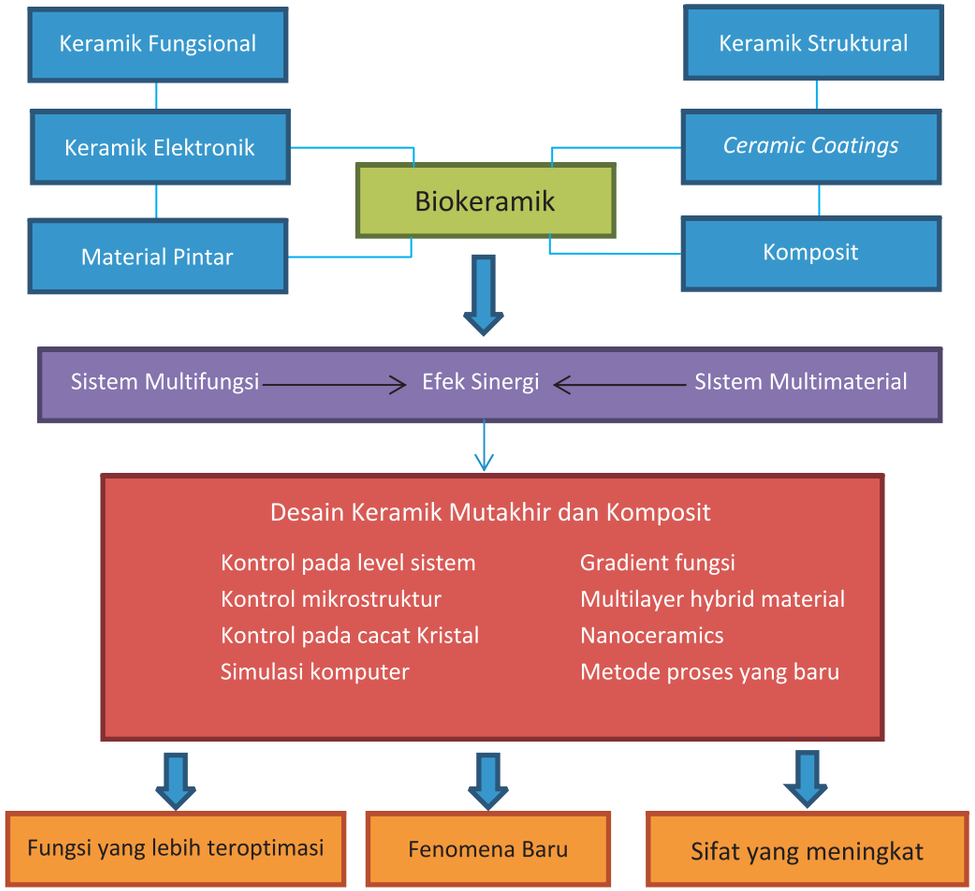
Saat ini kita hidup dalam era *"material engineering"* dimana sifat suatu material dipilih atau dikembangkan untuk dapat memenuhi permintaan aplikasi yang spesifik. Keinginan untuk selalu berusaha meningkatkan kualitas hidup manusia mendorong perkembangan teknologi material dengan akselerasi yang mengagumkan.

Kelompok material pada dasarnya dibagi ke dalam empat kelompok besar, yaitu: logam, keramik, polimer, dan komposit [6]. Tiap-tiap kelompok material memiliki keunggulan dan kelemahannya masing-masing, sehingga saat ini jarang sekali ditemukan suatu produk industri yang hanya bersifat material tunggal saja. Pada umumnya, hampir semua produk industri saat ini telah berbentuk material komposit. Pemahaman akan sifat dari masing-masing kelompok material menjadi faktor utama dalam proses mendapatkan produk industri yang memiliki sifat sesuai dengan kebutuhan.

Berdasarkan pembagian kelompok material tersebut, salah satu kelas material yang mengalami kemajuan cukup pesat adalah keramik mutakhir. Keramik mutakhir didefinisikan sebagai material yang berasal dari oksida maupun non-oksida logam, seperti kelompok nitrida, karbida dan borida, yang ikatannya didominasi oleh ikatan ionik dan kovalen, selain itu, di dalam proses yang mutakhir, lebih ditekankan kepada ikatan yang didominasi ikatan sekundernya, yaitu ikatan *van der waalls* dan hidrogen untuk mendapatkan nano/mikrostruktur yang terkontrol serta

memiliki performansi dan tingkat kemurnian yang tinggi. Selama ini keramik selalu diidentikan dengan keramik tradisional seperti gerabah. Akan tetapi, dalam beberapa dekade terakhir ini telah banyak sekali dilakukan penelitian berbasis keramik, sehingga keramik mutakhir mulai banyak dipakai dalam aplikasi teknik. Keramik mutakhir memiliki karakteristik berupa: ukuran partikelnya yang berada dalam skala nano dan submikron, distribusi ukuran partikelnya relatif sempit, morfologinya yang seragam, sifatnya yang dapat dikontrol, dan memiliki karakteristik fungsi yang baik[7-8].

Penelitian di bidang material, termasuk juga material keramik mutakhir, merupakan penelitian antar disiplin ilmu. Dibutuhkan kemampuan untuk merekayasa material dari komponen molekularnya yang kemudian digabungkan dengan kemampuan untuk memanipulasi material tersebut sehingga didapatkan karakteristik yang diinginkan. Pemahaman yang mendalam mengenai sintesis material dan prosesnya akan membawa pengaruh yang signifikan dalam pengembangan disiplin ilmu seperti bioteknologi, teknologi informasi dan nanoteknologi. Arah dari penelitian material keramik mutakhir ini, termasuk konsep desain dan tujuannya, dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2.1 Arah penelitian untuk material keramik mutak

Material dengan sifat fungsional yang dapat diatur (seperti sifat mekanik, elektronik, optik, kimia, dan biologi) sangat besar pengaruhnya dalam teknologi modern. Sebagai contoh, chip komputer berkecepatan tinggi dan material komposit tiga dimensi dibangun dengan mengatur keseluruhan prekursor dengan presisi pada skala nanometer dalam prosedur pembuatannya.

Teknologi material masa depan akan membutuhkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai struktur molekular dikarenakan semakin kompleksnya kebutuhan manusia seiring bertambahnya waktu. Material akan disusun dari level molekular hingga tingkat makroskopik untuk mendapatkan sifat fungsional yang diharapkan.

2.1. Aplikasi dan Potensi Keramik Mutakhir

Berdasarkan sifat dan karateristiknya, keramik memiliki banyak potensi untuk dimanfaatkan di berbagai macam bidang aplikasi[7]. Beberapa diantaranya seperti berikut.

- **Teknologi Informasi dan Telekomunikasi**

  Salah satu kegunaan utama dari keramik untuk aplikasi elektronik saat ini adalah sebagai *packaging* dan substrat untuk mikroelektronik berbasis silikon, komponen komunikasi bergerak, dan aktuator piezoelektrik untuk industri otomotif. Meskipun demikian, dengan adanya tuntutan untuk menghasilkan barang elektronik yang semakin kecil, lebih terintegrasi, dapat diproduksi dengan biaya rendah, dan rendemen yang tinggi, pemanfaatan material keramik elektronik semakin signifikan perannya.

- **Tranportasi dan Pertahanan**

  Dikarenakan sifat keramik yang stabil dan titik lelehnya yang tinggi, keramik banyak digunakan sebagai komponen tahan panas dalam berbagai mesin industri, pesawat terbang, dan turbin gas. Mesin

turbin yang digunakan dalam pesawat militer dan komersial sangat bergantung pada lapisan keramik penahan panas yang dioperasikan pada temperatur pembakaran yang mendekati titik leleh dari *superalloy* yang sudah ada. Lapisan ini akan terus memainkan peran yang sangat krusial seiring usaha menaikkan temperatur pembakaran untuk meningkatkan efisiensi. Dalam aplikasi ini, daya tahan dan biaya produksi menjadi isu sentral dalam pemilihan material. Peningkatan biaya bahan bakar akan menjadi faktor utama dalam pemilihan material keramik dibandingkan dengan material yang lain. Aplikasi lain yang juga melibatkan peran dari keramik mutakhir ini ialah dalam pengembangan teknologi material balistik untuk keperluan militer. Penggunaan keramik memungkinkan didapatkannya suatu material balistik yang tidak hanya kuat, tetapi juga ringan.

- **Energi**

  Krisis energi yang melanda dunia pada umumnya dan Indonesia khususnya membuat usaha penghematan energi dan penemuan sumber energi baru dan terbarukan merupakan sesuatu yang tidak dapat dihindari lagi. Dalam riset di bidang energi alternatif, seperti dalam teknologi *solar cell*, *fuel cell*, dan baterai, keramik memegang peranan yang amat penting. Beberapa contohnya adalah dalam produksi *(Solid Oxide Fuel Cells/SOFCs, Dye-Synthesized Solar Cells/ DSSCs)*, penyimpanan (*Hydrogen storage*, baterai litium), maupun dalam distribusi energi (dengan menggunakan material superkonduktor).

- **Lingkungan dan Katalitik**

  Permasalahan lingkungan yang semakin meningkat menuntut material dan proses produksi yang lebih ramah lingkungan. Penelitian yang ditujukan untuk mengurangi jumlah polusi pada udara dan air perlu lebih digalakkan. Salah satunya yang menjanjikan adalah pemanfaatan TiO_2 yang bersifat fotokatalitik dalam mereduksi polusi udara dan pemanfaatan silika-karbon aktif sebagai membran untuk memurnikan air kotor sehingga bisa digunakan. Selain itu, perlu didorong pula penelitian untuk meningkatkan performa sensor sebagai suatu metode yang cepat, akurat, dan berbiaya rendah untuk menentukan kadar polutan di udara. Tentunya usaha yang tidak kalah pentingnya adalah usaha pendaur-ulangan limbah menjadi material yang berdaya dan bernilai guna perlu lebih ditingkatkan lagi dalam rangka menjaga sumber daya alam dan mengurangi pencemaran.

- **Kesehatan**

  Generasi pertama aplikasi keramik dalam bidang kesehatan adalah untuk mengganti jaringan keras *(hard tissues)*, yakni tulang dan gigi. Produk yang sukses termasuk pinggul buatan, keramik mahkota, dan serbuk keramik untuk pengisi cacat tulang[7,9]. Biomaterial generasi kedua dikembangkan untuk pemakaian sebagai *coating* dan *porous scaffold* dalam aplikasi bedah tulang. Sedangkan biomaterial generasi ketiga ditujukan sebagai target dalam jalur reaksi biologis yang terlibat dalam rekayasa jaringan. Oleh karena itu, pengetahuan yang

  mendalam dalam bidang biokimia, fungsi sel, dan fisiologi akan sangat penting terkait dengan perkembangan material keramik di bidang medis. Kedepannya, akan dibutuhkan suatu kolaborasi dengan komunitas biologi, fisika, kimia, kedokteran gigi, dan bidang-bidang kedokteran lainnya terkait dengan pemanfaatan hasil produk untuk diaplikasikan pada uji coba klinis.

Pada dasarnya, terdapat tiga tantangan utama dalam pengembangan material biokeramik, yaitu:

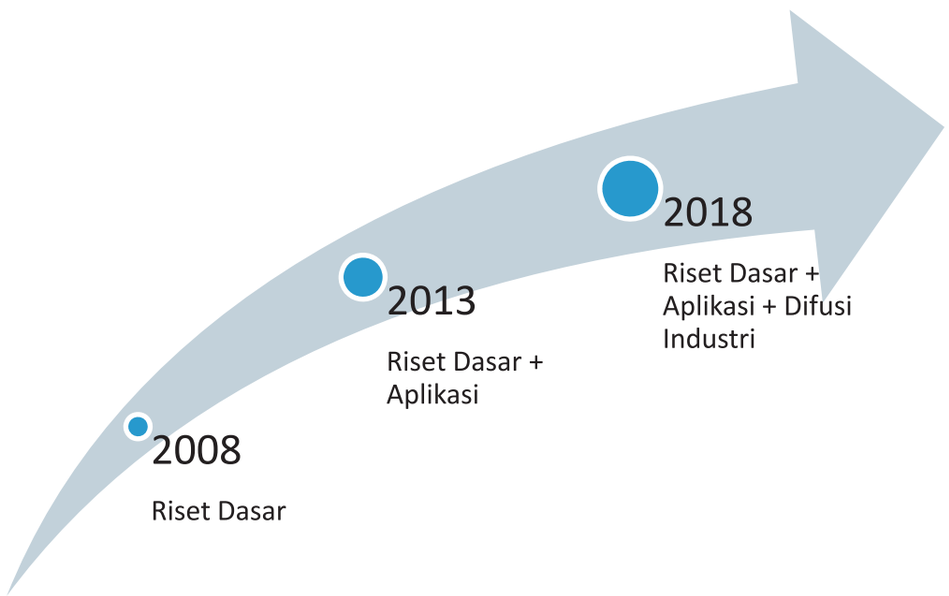
a. Percobaan *in-vitro*, *in-vivo* dan uji coba klinis. Uji coba ini sangat dibutuhkan sebelum aplikasi ke manusia. Akan tetapi, uji coba ke binatang percobaan dan uji coba klinis menimbulkan masalah etika dan tanggung jawab bagi praktisi keramik.

b. Rekayasa material. Kesatuan dari sifat fisik, kimia, dan kereaktifan serta lingkungan yang tidak familiar akan terlibat dalam aplikasi biomedik.

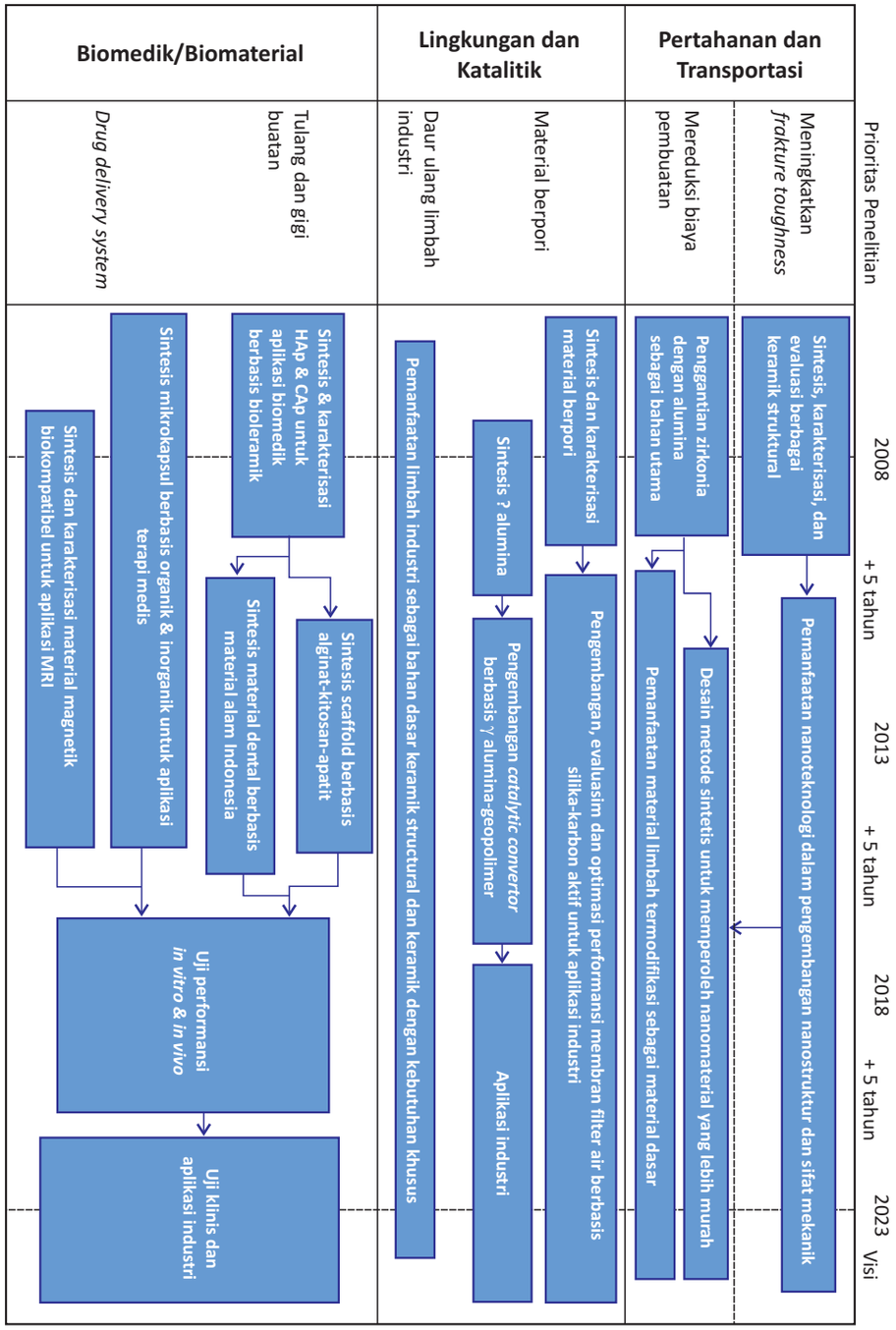
c. Kontrol terhadap kemurnian dan morfologi. Bahkan pengotor dalam jumlah yang sangat kecil di dalam suatu material akan mengakibatkan efek fisiologis yang tidak terduga. Oleh karena itu, rekayasa material secara atomik yang stabil dan *biocompatible* merupakan suatu tantangan tersendiri. Selain itu kontrol terhadap morfologi dan ukuran juga sangat penting dalam proses biologi.

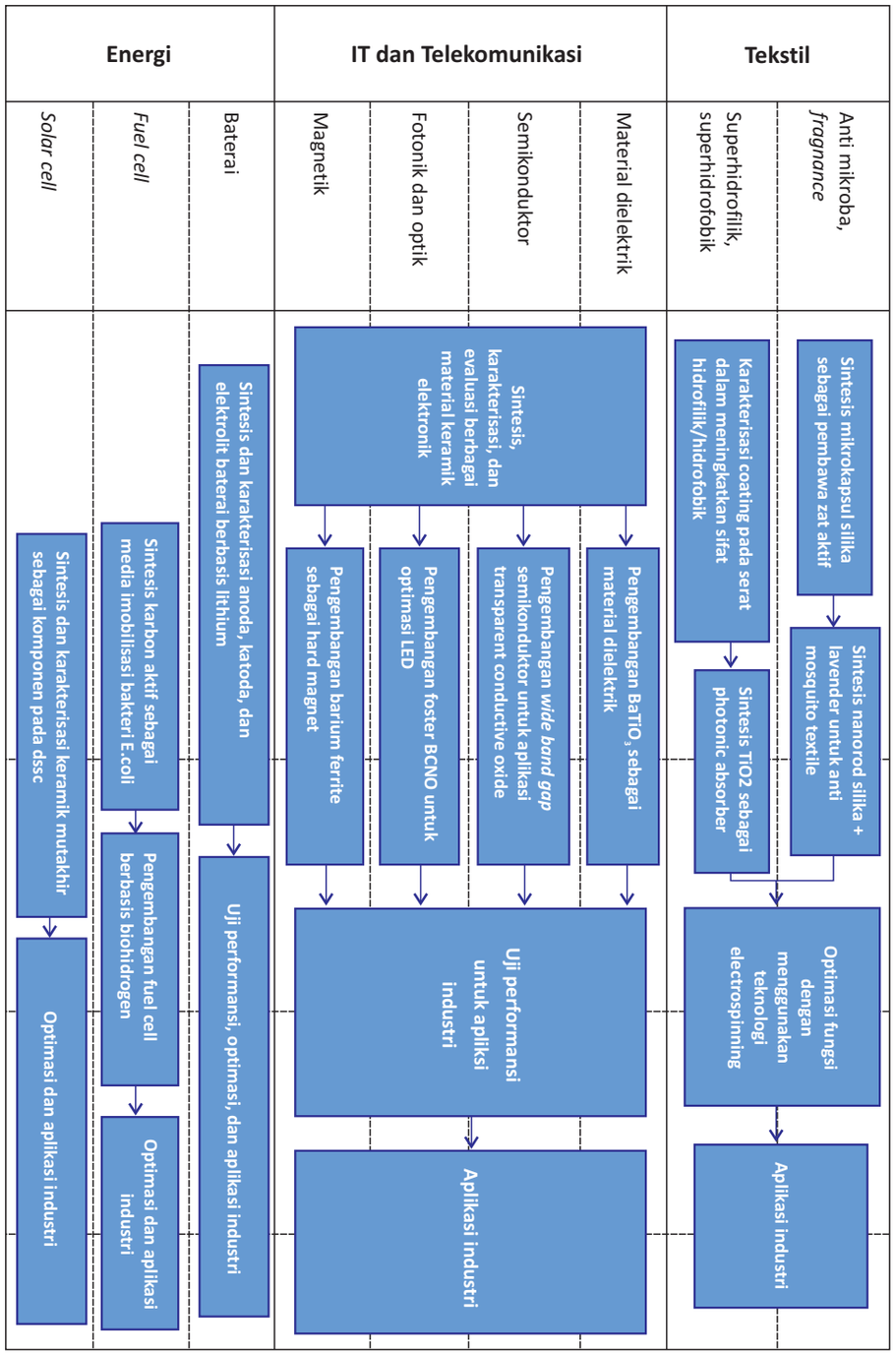
2.2. *Road Map* Penelitian Keramik Mutakhir

Berdasarkan pentingnya peran dari keramik mutakhir dalam menentukan kemajuan teknologi dari berbagai macam bidang, seperti yang telah dipaparkan di atas, maka dilakukanlah penelitian-penelitian berbasiskan pada keramik mutakhir tersebut. Penelitian yang dilakukan ini menggunakan sumber daya alam yang ada di Indonesia dengan tujuan mengoptimalkan kekayaan yang kita miliki, sehingga kita dapat menjadi tuan rumah di rumah kita sendiri. *Road map* dari penelitian yang telah dan akan terus dilakukan kedepannya dapat diamati pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3..



Gambar 2.2 *Roadmap* umum penelitian keramik mutakhir





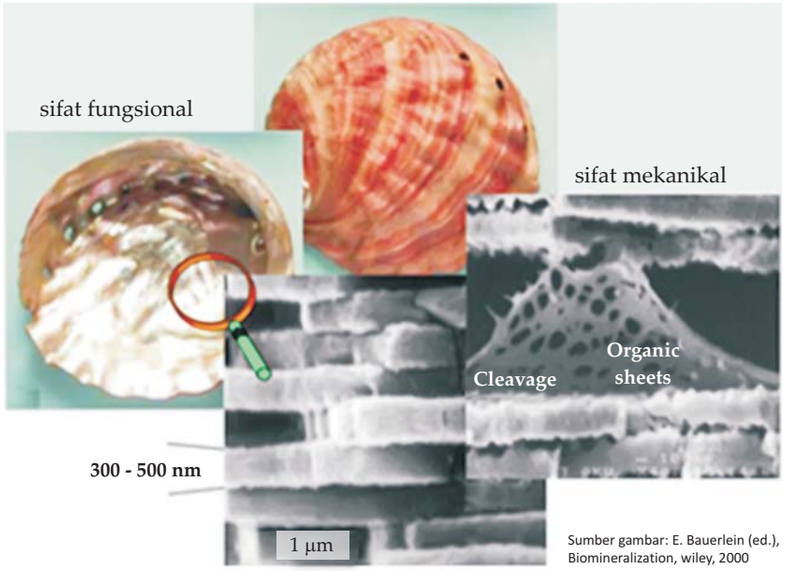
Gambar 2.3 *Road Map* penelitian keramik mutakhir

Bagan tersebut menunjukkan gambaran umum *road map* dari penelitian yang saya kerjakan. Pada awal tahun saya memulai penelitian, yakni tahun 2008, fokus penelitian bergerak pada riset dasar, meliputi proses sintesis dan karakterisasi material. Setelah lima tahun penelitian, yaitu tahun 2013, hasil dari riset dasar ini diharapkan dapat diaplikasikan secara langsung untuk keperluan dan kebutuhan sesuai dengan permintaan yang ada saat itu. Mulai dari tahun 2018, difusi hasil penelitian ke industri diharapkan dapat segera terwujud, sehingga diperoleh integrasi dan sinergi antara lembaga riset dengan industri lokal. Riset dasar yang terus dilakukan merupakan salah satu upaya agar penelitian-penelitian yang dilakukan selalu *up-to-date* mengikuti kebutuhan dan tuntutan zaman.

3. PEMROSESAN MATERIAL BERBASIS PADA GAGASAN BIOLOGI

3.1. Biomineralisasi, Biomimetik, dan Karakteristik Unik Material

Alam merupakan contoh mudah dari proses pembentukan material secara *bottom-up*, yakni material dibentuk dengan menyusun atom atau molekul secara *step-by-step(self-organize)*[4]. Material-material ini meliputi berbagai macam mineral inorganik, kristal, kulit kerang, tulang dan gigi, kolagen, bahkan hingga kayu. Uniknya proses fabrikasi berbasiskan *bottom-up* yang dilakukan oleh alam ini menjadi inspirasi tersendiri untuk mendapatkan suatu metode pemrosesan material yang lebih optimal.



Gambar 3.1 Kerang dan nanostrukturnya[10]

Pada dasarnya, biomineralisasi merupakan proses yang dilakukan oleh organisme untuk menghasilkan suatu mineral. Adanya kontrol oleh organisme dalam proses pembentukan mineral tersebut menjadikan biomineralisasi ini berbeda dengan proses mineralisasi abiotik. Mineral hasil biomineralisasi, atau biasa disebut dengan biomineral, merupakan suatu produk komposit yang tersusun atas mineral dan komponen organik. Melalui proses pembentukan yang terkontrol, biomineral pada umumnya memiliki karakteristik seperti bentuk, ukuran, kristalinitas, dan komposisi elemen yang tidak sama jika dibandingkan dengan mineral yang sejenis, namun diperoleh melalui proses anorganik. Hal inilah yang menjadi kelebihan dari mineral yang diperoleh melalui proses biomineralisasi.

Salah satu karakteristik utama yang membuat biomineral ini berbeda dapat diamati dari morfologi struktur eksternal yang dimilikinya. Biomineral umumnya memiliki karakteristik morfologi yang unik, yang tidak mungkin diduplikasi oleh manusia (saat ini). Walaupun demikian, dengan semakin banyaknya penelitian serta teknologi karakterisasi pada biomineral yang ada, pemahaman akan struktur serta mekanisme mineralisasi akan semakin terbuka dan mendorong pengembangan metode proses yang pada akhirnya akan mempengaruhi teknologi dari pemrosesan material yang ada saat ini.

Alam pada dasarnya merupakan media pembelajaran utama yang termudah terkait dengan proses pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sejak berabad-abad yang lalu, penelitian mengenai bagaimana suatu proses teknologi yang berbasiskan pada inspirasi alam, atau umum disebut dengan biomimetik, telah menjadi kajian menarik di dunia. Pembelajaran mengenai biomineralisasi merupakan salah satu contohnya. Contoh lain yang merupakan produk dari biomimetik ini ialah pada pengembangan alat-alat prostetik yang didesain meniru struktur tubuh sebenarnya.

Gagasan biologi sedikit banyak mempengaruhi perkembangan teknologi di berbagai bidang yang ada saat ini. Pengintegrasian konsep-konsep biologi dengan teknologi pemrosesan material akan menjadi kunci dalam pengembangan dan riset teknologi masa depan.

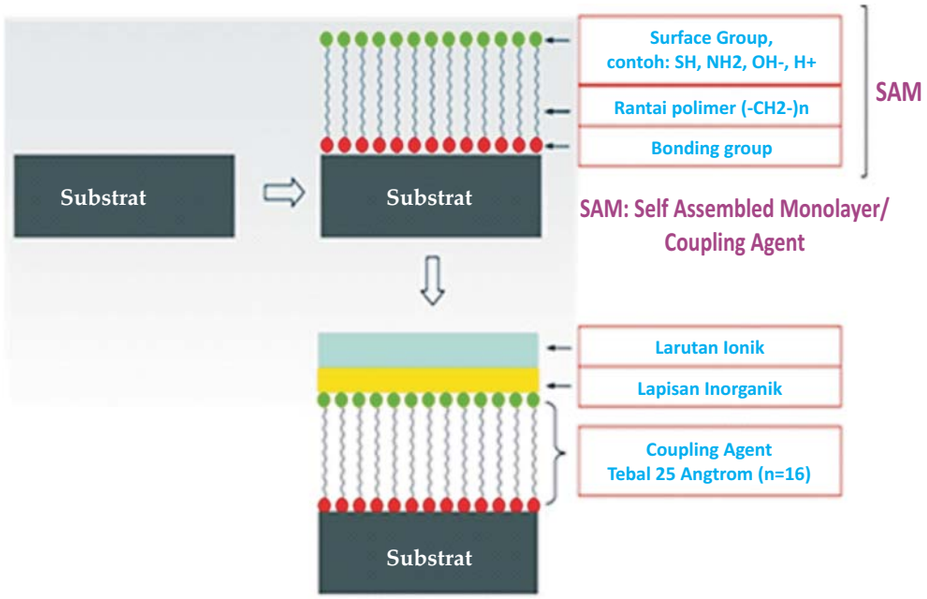
3.2. Pemrosesan Material *Bottom-Up*

Perbedaan utama antara nanoteknologi dan teknologi konvensional terletak pada metode pemrosesan yang digunakan.Pada nanoteknologi, metode yang digunakan dikenal dengan istilah *bottom-up*, sedangkan pada teknologi konvensional lebih umum digunakan pendekatan *top-down*. Perbedaan dari kedua metode ini dapat dengan sederhana dijelaskan dengan mengacu pada proses produksi material dalam bentuk serbuk. Pada metode *bottom-up*, bentuk serbuk diperoleh melalui proses sintesis kimia, sedangkan pada *top-down*, bentuk serbuk didapatkan melalui proses penghancuran dan penggilingan sumber material yang pada awalnya memiliki ukuran yang relatif besar.

Pada dasarnya metode *top-down* merupakan proses pembuatan suatu material dengan struktur dan karakteristik tertentu dengan menggunakan material sumber awal yang berukuran besar melalui pemrosesan mekanik ataupun kimiawi. Selama struktur yang ingin didapatkan masih dalam ukuran yang dapat dibentuk menggunakan peralatan mekanik ataupun proses litografi, metode *top-down* dapat dinyatakan memiliki fleksibilitas yang baik dalam penggunaannya. Namun, kendala yang dihadapi kemudian ialah mahalnya biaya peralatan serta energi yang digunakan dalam pemrosesannya.

Berbeda dengan metode *top-down*, metode *bottom-up* merupakan suatu bentuk proses yang menggunakan atom ataupun molekul sebagai *building block* dalam pembentukan suatu struktur tertentu. Metode ini

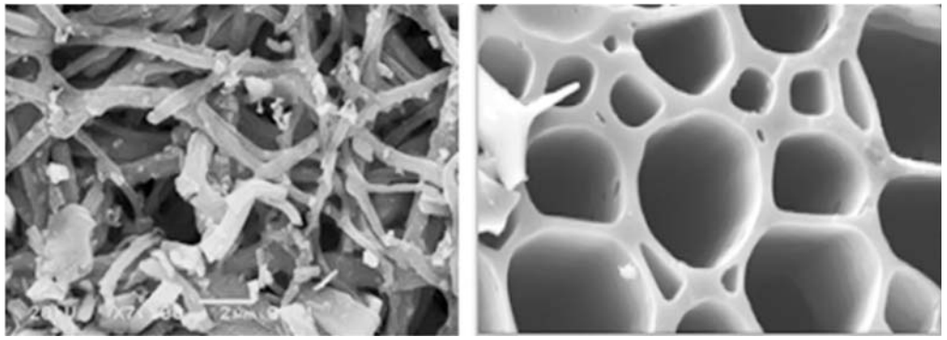
membangun suatu struktur dari ukuran kecil yang kemudian disusun sehingga diperoleh material akhir dengan struktur yang sesuai dengan aplikasi yang diinginkan[11]. Keunggulan dari metode ini jika dibandingkan dengan metode *top-down* ialah struktur material yang lebih baik dikarenakan dilakukan penyusunan mulai dari tingkat atom serta energi proses yang relatif rendah. *Self-assembly* merupakan salah satu teknik yang berbasiskan pada konsep *bottom-up* yang telah banyak digunakan dalam banyak proses sintesis material[4]. Proses *self-assembly* dapat diamati pada Gambar 3.2. *Self-assembly* saat ini telah muncul sebagai metode yang menarik untuk dimanfaatkan pada beragam macam bidang, seperti pada berbagai macam proses sintesis kimia, nanoteknologi, sains-material, dan juga kerekayasaan. Material yang dibangun melalui metode



Gambar 3.2 Proses *Self-Assembly Monolayer* (SAM)

bottom-up, seperti yang dilakukan oleh alam, dapat menghasilkan properti unik tertentu, sesuai desain yang telah ditentukan. Sifat inilah yang merupakan salah satu kelebihan utama yang menjadikan metode *bottom-up* unggul dibandingkan metode pemrosesan material secara konvensional.

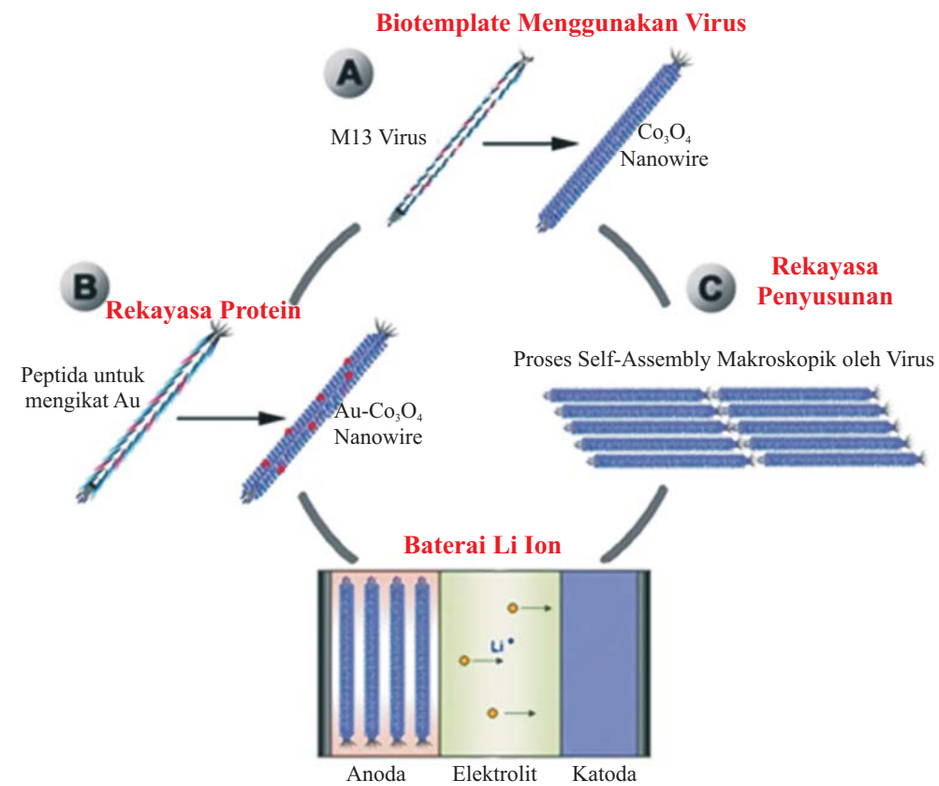
Salah satu pengembangan dalam pengaplikasian metode *self-assembly* ini ialah penggunaan *template* dalam pembentukkan strukturnya. *Template* pada dasarnya berfungsi untuk membatasi dan memberikan arah bagaimana suatu struktur material harus dibentuk. Beberapa *template* yang telah digunakan dalam beberapa penelitian yang telah dilakukan adalah membran telur serta struktur porus kayu seperti yang nampak pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Penggunaan membrane telur (kiri) dan mikrostruktur kayu (kanan) sebagai *template* sintesis material

Salah satu jenis *template* yang saat ini juga tengah ramai dibicarakan ialah *biological template* berupa virus. Pengondisian tertentu, seperti pengaturan konsentrasi serta pemberikan perlakuan fisik, dapat

menghasilkan virus dengan berbagai macam pola interaksi satu sama lain sehingga menghasilkan suatu bentukan *template* tertentu. Beberapa variasi struktur yang dapat dibentuk dari penggunaan virus ini dapat diamati pada Gambar 3.4. Pemanfaatan virus sebagai *template* terbukti memiliki potensi untuk dapat digunakan di berbagai macam bidang penelitian, secara khusus di bidang energi dalam proses pembuatan baterai, *solar cell*, dan *fuel cell* [12].



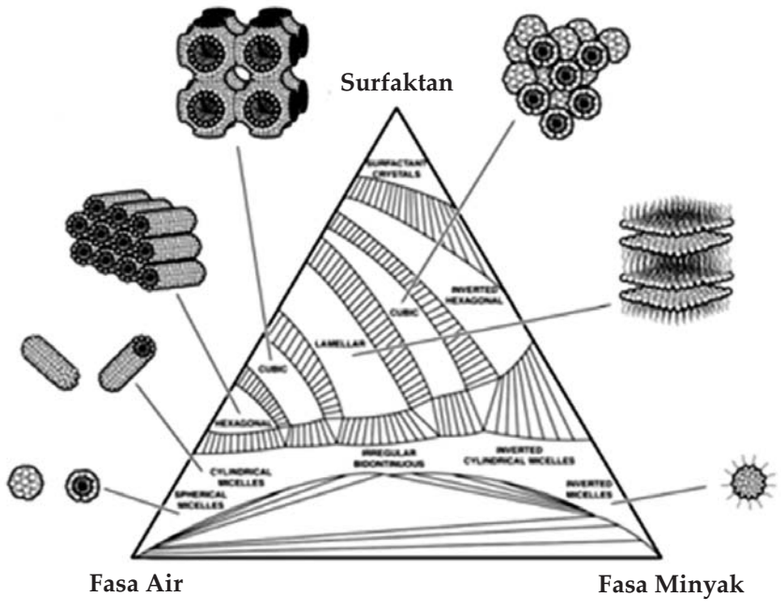
Gambar 3.4 Penggunaan virus sebagai *template*[13]

3.3. Surfaktant dan Proses Desain Material

Surfaktan merupakan suatu senyawa organik yang bersifat amphifilik, yakni memiliki gugus hidrofobik dan hidrofilik. Oleh karena itu, surfaktan mengandung komponen yang larut dan tidak larut dalam air secara bersamaan. Dalam aplikasinya, surfaktan berperan sebagai suatu lapisan antara fasa air dan fasa minyak ketika surfaktan dicampurkan ke dalam larutan yang tersusun dari masing-masing komponen tersebut. Untuk campuran fasa minyak-fasa air, gugus hidrofobik dari surfaktan akan bergerak "menggandeng" komponen minyak, sedangkan gugus hidrofiliknya akan berada pada komponen air. Hal ini kemudian akan menyebabkan terjadinya modifikasi tegangan permukaan antara minyak dan air yang dicampurkan.

Saat surfaktan yang digunakan pada sistem fasa minyak-fasa air ini melebihi dari batas *critical micelle concentration* (CMC), maka surfaktan akan membentuk *micelle*. *Micelle* merupakan hasil agregasi dari surfaktan yang terdispersi pada larutan koloid. Pada dasarnya ada beberapa jenis *micelle* yang dapat terbentuk, bergantung pada komposisi surfaktan-fasa air-fasa minyak yang digunakan. *Normal phase micelle* dan *inverse phase micelle* merupakan dua contoh diantaranya. Pada *normal phase micelle*, sistem yang digunakan merupakan fasa minyak dalam fasa air yang mana komponen air lebih banyak dibandingkan dengan komponen minyak, sedangkan *inverse phase micelle* ditemukan pada sistem fasa air dalam fasa minyak. Pengaruh dari komposisi terhadap struktur *micelle* yang

terbentuk dapat diamati pada Gambar 3.5. Faktor lain yang juga ikut berpengaruh terhadap struktur *micelle* yang terbentuk disamping faktor komposisi ialah temperatur dan pH dari larutan yang digunakan.



Gambar 3.5 Segitiga hubungan surfaktan-air-minyak[14]

Konsep dari pembentukan *micellar* ini dapat kemudian dimanfaatkan dalam proses pembentukan suatu material dengan struktur tertentu. Dengan mengatur fasa air-fasa minyak-surfaktan yang digunakan, berbagai macam variasi struktur material dapat diperoleh, mulai dari yang sperikal, silindrikal, hingga heksagonal. Pendekatan ini merupakan salah satu bentuk pemrosesan material yang memanfaatkan peran surfaktan dalam proses sintesis suatu material dengan karakteristik struktur tertentu.

3.4. Hasil Penelitian Berbasis Pendekatan *Bottom-Up*

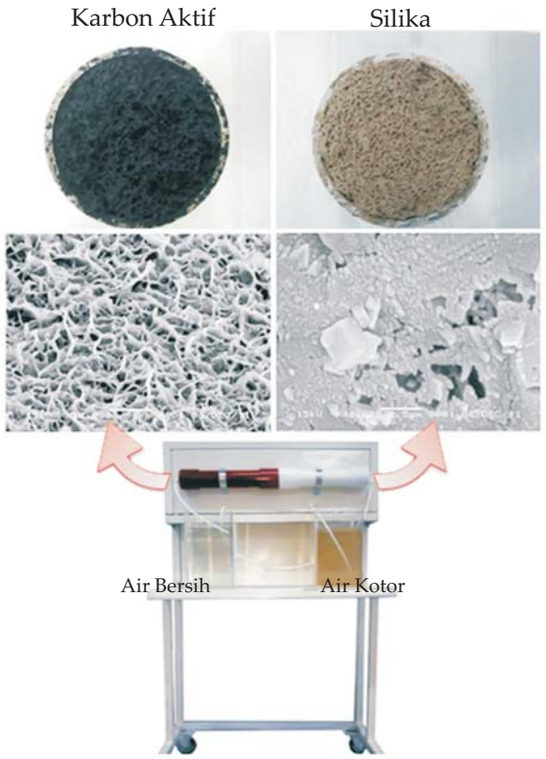
Kemampuan alam untuk menghasilkan material dengan karakteristik berupa struktur dan morfologi yang unik pada kondisi lingkungan menjadi inspirasi tersendiri dalam pengembangan teknik pemrosesan material. Berbagai macam penelitian terkait bagaimana pemrosesan material harus dilakukan untuk menghasilkan suatu struktur dengan fungsi tertentu terus dilakukan dengan berbasiskan pada konsep *bottom-up*, yakni *self-assembly*. Penelitian yang saya lakukan pada dasarnya dilandaskan akan masalah-masalah yang ada di masyarakat serta tanggung jawab untuk memajukan Indonesia, khususnya di bidang pengembangan material maju.

3.4.1. Lingkungan dan Katalitik

Krisis air bersih merupakan salah satu masalah global yang menjadi bahan perhatian dunia saat ini. Krisis air bersih tidak hanya dirasakan oleh negara-negara yang berada di kawasan Timur Tengah dan Afrika, tetapi juga oleh beberapa negara Asia, salah satunya adalah Indonesia. Para ahli memperkirakan pada tahun 2030 jumlah kebutuhan air akan meningkat hingga 40% dari jumlah air yang tersedia saat ini. Oleh karena itu, sistem penyediaan air bersih menjadi suatu hal yang penting untuk dipersiapkan terkait potensi krisis air bersih yang akan dihadapi ini.

Untuk menjawab tantangan tersebut, dilakukan penelitian terkait pengembangan membran filter air berbasiskan silika dan karbon aktif[15].

Proses filtrasi air menggunakan silika memungkinkan terjadinya dua mekanisme pemurnian air, yaitu adsorpsi dan absorpsi, sedangkan penggunaan karbon aktif cukup efektif untuk menghilangkan zat klorin, endapan, *volatile organic compounds* (VOCs), dan bau pada air. Gambar dari sistem katalitik ini dapat diamati pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Membran filter air berbasis silika-karbon aktif

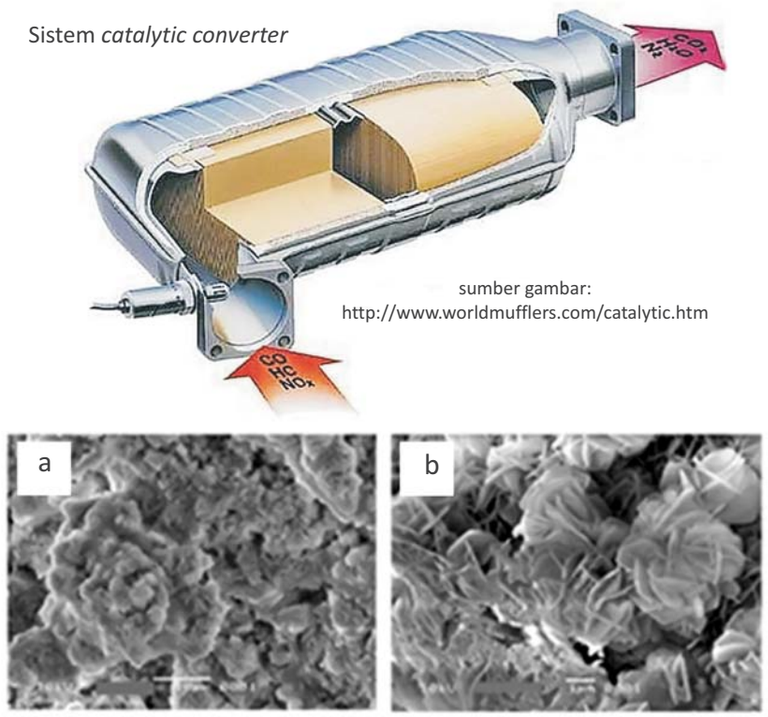
Penggunaan sistem ini terbukti dapat memfilter air sehingga layak untuk digunakan. Hasil pengukuran performansi dari sistem filter air ini dapat diamati pada Gambar 3.7. Hasil ini menunjukkan bahwa air hasil

filtrasi yang didapat memenuhi standar air untuk digunakan untuk kebutuhan sehari-hari.

Parameter	Feed Water	Filtration Result	Standard
TDS (mg/L)	267	100	<500
Fe (mg/L)	7,55	0,015	<0,3
Mn (mg/L)	0,33	<0,05	<0,4
E. Coli (Bacteria)	460/100 ml	0/100 ml	0/100 ml
pH	7,73	7	6,5-8,5

Gambar 3.7 Performansi filter air berbasis silika-karbon aktif[15]

Selain filter air, sistem *catalytic converter* merupakan salah satu objek penelitian yang juga dilakukan terkait dengan masalah kesehatan lingkungan. *Catalytic convertor* pada dasarnya merupakan suatu sistem yang berperan dalam memfiltrasi hasil gas buang dari suatu mesin bakar. Penelitian yang telah dilakukan terkait *catalytic converter* ini ialah pegembangan katalis gamma alumina sebagai pengganti katalis yang biasa digunakan yang umumnya berasal dari material langka, seperti palladium, rhodium, dan platinum. Gamma alumina dengan struktur *flower-like* telah berhasil disintesis untuk kemudian diaplikasikan sebagai katalis dalam sistem *catalytic converter*[16]. Struktur *flower-like* ini dapat diamati pada hasil *scanning electron microscope* pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Penggunaan gamma alumina dengan struktur *flower-like* (a dan b) sebagai katalis pada sistem *catalytic converter*

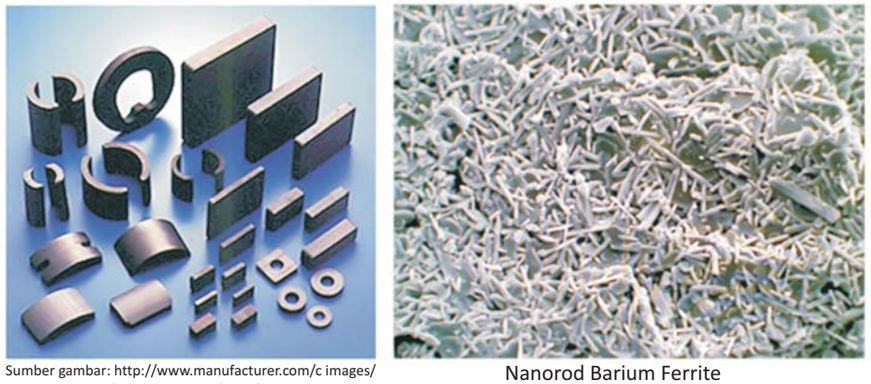
3.4.2. Transportasi dan Elektronika

Barium ferrite dikenal luas sebagai magnet permanen yang umum dimanfaatkan di berbagai macam bidang aplikasi seperti pengeras suara, altenator, dan sistem perekam berbasis magnet. Metode konvensional yang biasa digunakan untuk mensintesis *barium ferrite* adalah dengan menggunakan *solid state reaction* dengan mencampurkan material oksida dengan material karbonat dan kemudian mengkalsinasinya pada temperatur lebih dari 1200°C[17-18]. Kelemahan dari metode ini adalah

tingginya temperatur yang dibutuhkan sehingga mengakibatkan potensi terjadinya aglomerasi yang tinggi, ukuran partikel yang kasar, dan komposisi yang tidak homogen. Oleh karena itu, metode sintesis dan pemrosesan *barium ferrite* yang dapat menghasilkan serbuk dengan ukuran yang baik menjadi perhatian yang serius.

Salah satu terobosan yang kemudian dilakukan untuk mendapatkan suatu bentuk pemrosesan material *barium ferrite* yang lebih baik ialah dengan memanfaatkan peran dari surfaktan[19]. Surfaktan memiliki peranan penting untuk mereduksi ukuran partikel dikarenakan kemampuannya dalam menurunkan tegangan permukaan antara larutan dan padatan. Disamping itu, surfaktan dapat berperan pula sebagai *template* untuk membantu pembentukan morfologi dari partikel. Pembentukan morfologi ini dapat dilakukan dengan mengatur konsentrasi surfaktan dan kondisi lingkungannya, seperti temperatur, tekanan, dan pH. Dengan memvariasikan kondisi-kondisi tersebut, morfologi partikel dapat diatur untuk membentuk: *tetrapod, flower-like, nanobelt, nano-cube, nanorod*, dll.

Pada penelitian yang saya lakukan, *barium ferrite* dengan struktur nanorod berhasil didapatkan. Penggunaan *template* berupa kanji terbukti dapat mempengaruhi struktur akhir dari *barium ferrite* yang disintesis. Hasil karakterisasi SEM dari nanorod *barium ferrite* beserta aplikasinya untuk bidang otomotif sebagai komponen motor dapat diamati pada Gambar 3.9.

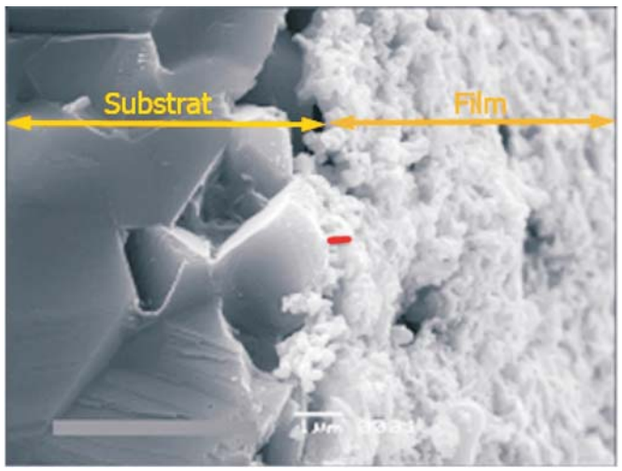


Gambar 3.9 *Nanorod barium ferrite* (kanan) dan potensi aplikasinya sebagai *hard magnet* (kiri)

Bentuk pemanfaatan lain dari keramik mutakhir di bidang elektronika ialah pembuatan lapisan tipis yang diaplikasikan untuk material dielektrik pada pembuatan kapasitor[20], [21]. Salah satu keramik yang memiliki potensi besar untuk diaplikasikan sebagai material dielektrik ini ialah barium titanat. Lapisan tipis barium titanat merupakan material dielektrik yang sesuai untuk digunakan dalam aplikasi *multilayer ceramic capacitor* (MLCC)[22]. Keunggulan lapisan tipis barium titanat terletak pada nilai konstanta dielektrik yang tinggi serta penggunaannya untuk menghasilkan jarak antar lapisan yang kecil[23]. Kedua faktor tersebut dapat meningkatkan kinerja dari sebuah kapasitor.

Pada penelitian yang saya lakukan, dilakukan proses sintesis lapisan tipis barium titanat menggunakan *wet method*, yaitu *self-assembly monolayers* (SAMs)[24]. SAMs dipilih karena prosesnya yang lebih murah dan sederhana dibandingkan dengan teknik litografi dengan metode

microelectro mechanicalsystem (MEMS). Melalui proses ini, didapatkan lapisan tipis barium titanat dengan ukuran dibawah 1 mikron seperti yang dapat diamati pada Gambar 3.10.

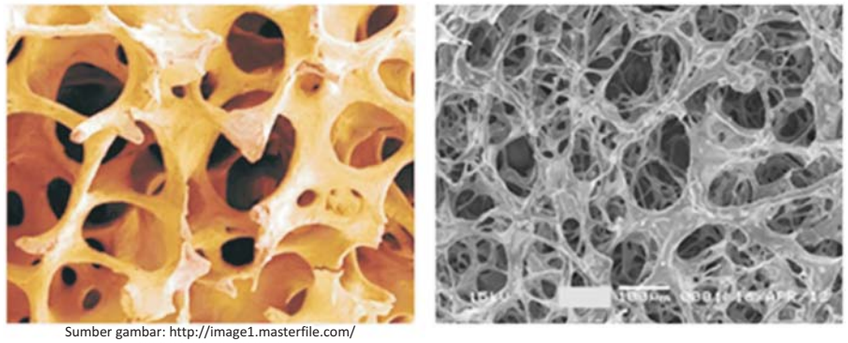


Gambar 3.10 Lapisan tipis barium titanat[24]

3.4.3. Biomedik

Biomaterial merupakan material yang digunakan untuk menggantikan suatu fungsi dari sistem tubuh yang mengalami kerusakan. Bidang dental dan *hard tissue* merupakan bidang-bidang fokus penelitian biomaterial yang saat ini tengah dilaksanakan. Beberapa contoh penelitian di bidang biomaterial ini diantaranya ialah pembuatan *scaffold* sebagai media penyangga sementara proses perbaikan jaringan tulang, pembuatan *bone cement*, pembuatan nanokomposit untuk restorasi gigi, dan pembuatan pasak gigi serta *dental bridge*. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini dicoba semaksimal mungkin untuk memanfaatkan sumber daya alam yang ada di Indonesia.

Pada Gambar 3.11 dapat diamati perbandingan morfologi antara tulang dengan *scaffold* yang dihasilkan dari proses penelitian yang telah dilakukan [25]. *Scaffold* merupakan suatu struktur tiga dimensi yang digunakan sebagai media penyangga sementara untuk mendukung proses pertumbuhan dan pengembangan jaringan baru[9]. Adanya interaksi dengan tubuh menuntut *scaffold* memiliki karakteristik biokompatibel sehingga tidak memunculkan penolakan oleh tubuh. Sifat lain yang juga harus dimiliki oleh *scaffold* ialah porus. Pori-pori yang terdapat pada *scaffold* memiliki fungsi sebagai ruang bagi sel untuk menempel dan tumbuh menjadi suatu jaringan tulang baru[26]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terlihat bahwa *scaffold* yang memiliki morfologi menyerupai tulang telah berhasil didapatkan. Teramati terbentuknya ukuran pori yang bervariasi di sekitar rentang 100 – 300 mikron pada *scaffold* yang dibuat berbasiskan pada alginat. Variasi ukuran ini tergolong mendukung untuk proses tumbuhnya sel tulang pada *scaffold*[27].



Sumber gambar: http://image1.masterfile.com/em_w/02/68/44/679-02684406w.jpg

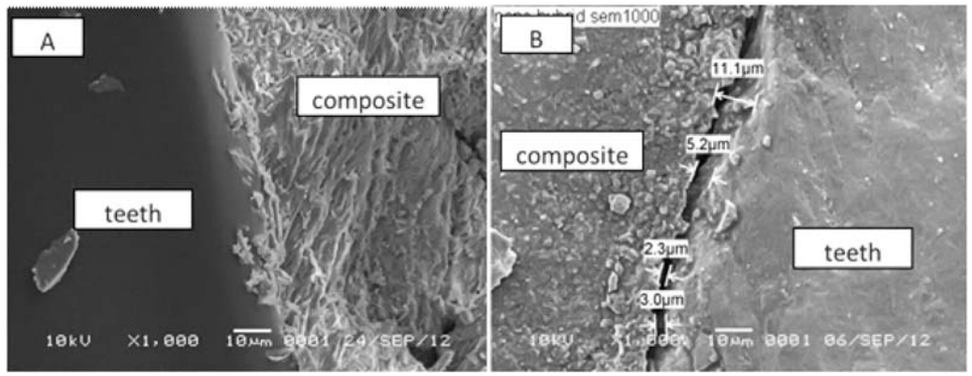
Gambar 3.11 Perbandingan antara struktur porus tulang (kiri)dan struktur porus *scaffold* berbasis alginat-CAp (kanan)

Selain pengembangan *scaffold*, penelitian-penelitian biomaterial terkait bidang dental pun telah banyak dilakukan. Indonesia sebagai salah satu Negara dengan jumlah dokter gigi terbesar di Asia Tenggara masih belum dapat bersikap mandiri terkait produksi dan pengembangan peralatan serta material kedokteran gigi. Penelitian-penelitian yang dilakukan ini diharapkan akan menjadi satu bentuk langkah awal untuk membangun kemandirian bangsa Indonesia di bidang kedokteran gigi.

Gambar 3.12 Variasi penanganan kesehatan gigi

Salah satu penelitian yang dilakukan di bidang dental ini ialah pengembangan *nanocomposite* sebagai bahan restorasi gigi. Kesehatan gigi merupakan cermin dari kesehatan manusia secara keseluruhan, masalah utama dari kesehatan sekitar rongga mulut hingga sekarang masih mengenai karies gigi dan gingivitis. Salah satu metode yang umum digunakan untuk menangani masalah ini ialah dengan metode restorasi

direct. Restorasi *direct* komposit sampai saat ini marak digemari masyarakat Indonesia, namun harganya masih relatif mahal dan bahan bakunya masih diimpor dari negara luar. Indonesia belum menjadi bangsa yang mandiri yang dapat mengolah bahan baku restorasi gigi komposit, padahal bahan baku resin komposit banyak terdapat di Indonesia. Sebagian besar contohnya adalah zirkonia, silika, alumina, apatit dan kaolin. Oleh karena itu, dilakukan penelitian pembuatan nanokomposit sebagai bahan restorasi gigi dengan menggunakan kaolin, zirkonia, dan apatit yang bahan-bahannya berasal dari lokal Indonesia. Gambar 3.13(A) dan (B) merupakan hasil perbandingan karakterisasi SEM dari nanokomposit yang dibuat dengan komposit komersil yang ada di pasaran[28].



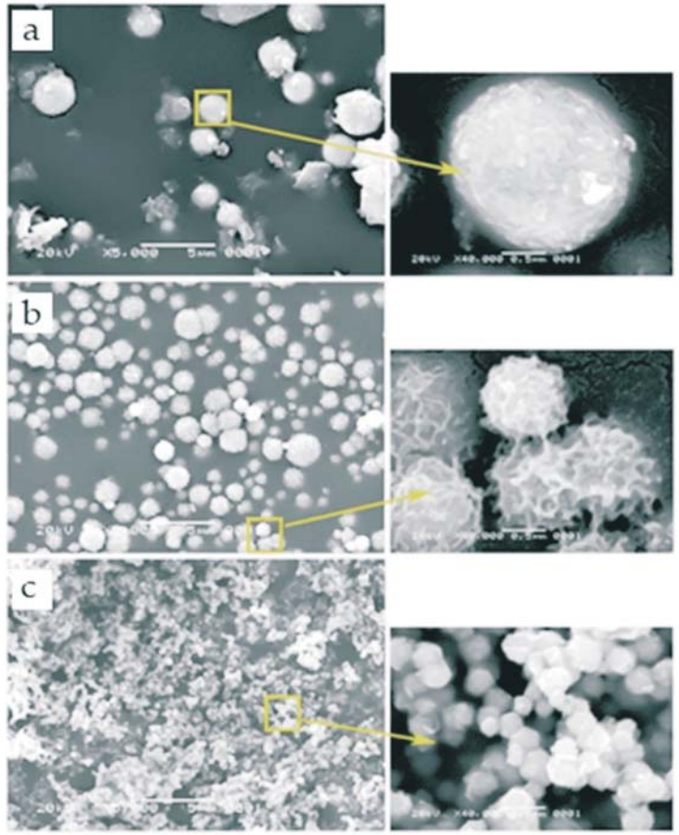
Gambar 3.13 Perbandingan antara nanokomposit yang disintesis di laboratorium (A) dan komposit *nanohybrid* komersil (B)[28]

Berdasarkan hasil SEM ini, teramati bahwa nanokomposit yang disintesis memiliki interaksi yang lebih baik dengan permukaan gigi dibandingkan dengan komposit komersial yang digunakan. Interaksi

yang baik ini dapat mengurangi potensi terjadinya kegagalan dalam proses restorasi perbaikan gigi. Dari hasil uji keras yang dilakukan, didapatkan pula bahwa kekerasan nanokomposit yang disintesis dapat mencapai 37,5 VHN, jauh melebihi kekuatan dari komposit komersil yang digunakan pada penelitian ini, yakni 27,16 VHN[28].

Salah satu bentuk teknologi yang saat ini cukup banyak menarik perhatian di bidang biomedik ialah teknologi *drug delivery*[29-31]. Penelitian terhadap sintesis magnetik nanopartikel dari berbagai unsur berbasis ferrite terus berkembang dengan pesat, serta aplikasinya semakin beragam diantaranya adalah sebagai bahan baku *drug delivery* untuk terapi kanker menggunakan MRI *(Magnetic Resonance Imaging)*. Pada penelitian yang saya lakukan telah berhasil disintesis serbuk nikel berukuran nano dan mikro berbasiskan konsep reaksi redoks dengan menggunakan metode sol-gel, dimana hidrazine bertindak sebagai reduktor dan chitosan sebagai *gelling agent* sekaligus sebagai dispersan[32].

Gambar 3.14, memperlihat SEM mikrograf dari ketiga sampel serbuk nikel dengan konsentrasi yang berbeda. Berdasarkan gambar tersebut dapat diidentifikasi bahwa makin tinggi konsentrasi prekursor yang digunakan, makin kecil ukuran partikel yang diperoleh. Bentuk dari partikel adalah bulat dengan ukuran diameter rata-rata untuk prekursor 0,1 M yaitu 1,5 μm, 0,25 M yaitu 0,5μm, dan 0,5 M yaitu 100 nm.

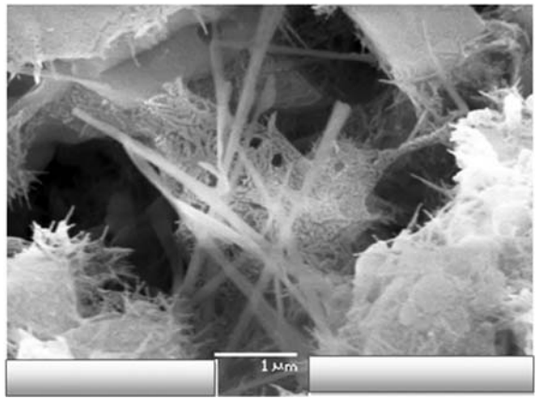


Gambar 3.14 Pemanfaatan nikel untuk aplikasi *drug delivery*: (a)prekursor 0,1 M, (b) prekursor 0,25 M, dan (c) prekursor 0,5 M[32]

Nanomagnetik material juga dapat diaplikasikan pada metode baru penyembuhan kanker yaitu hipertermia[33]. Hipertermia merupakan metode penyembuhan kanker dengan memanaskan sel kanker pada suhu 41°-45° Celcius[34-35]. Saat material magnetik diberikan pada sel kanker kemudian diterapkan medan magnet luar, maka terjadi disipasi panas. Panas yang dihasilkan digunakan untuk mematikan sel kanker pada metode hipertermia.

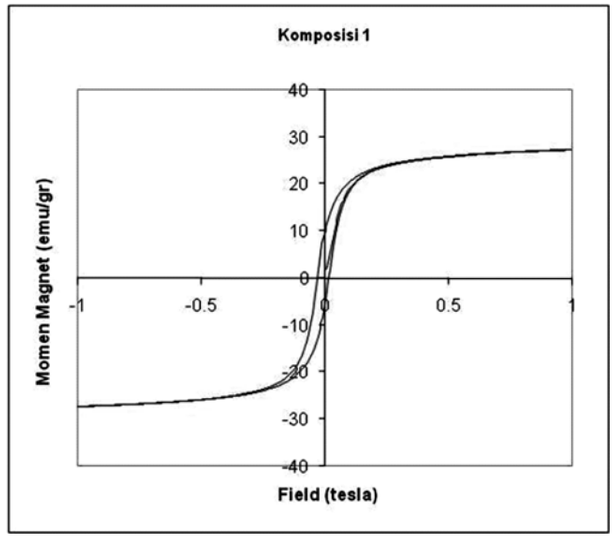
Material magnetik akan melekat pada tulang dengan baik ketika memiliki morfologi *nanowire*. Morfologi *nanowire* akan mengikuti morfologi serat kolagen yang merupakan protein yang melekat pada tulang. Selain itu, agar tubuh dapat mengenali material magnetik maka sifat yang harus dimiliki ialah karakteristik biokompatibel. Oleh karena itu, pada material magnetik ditambahkan unsur yang bersifat biokompatibel, dalam hal ini adalah kalsium yang merupakan mineral alami penyusun tulang, dan alumina sebagai *modifier wire*. Alumina merupakan zat yang memiliki kestabilan tinggi dan ketahanan yang baik terhadap lingkungan korosif termasuk ke dalam lingkungan yang memiliki kedinamisan tinggi seperti tubuh manusia[7].

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dilakukan penelitian terkait sintesis nanomagnetik $CaAl_4Fe_8O_{19}$ untuk keperluan hipertermia[36]. Morfolgi dari nanomagnetik partikel ini dapat diamati pada Gambar 3.15. Dapat teramati terbentuknya morfologi *wire* yang ukurannya sebesar 20 nanometer dengan panjang *wire* sekitar 400 nm.



Gambar 3.15
Nanowire $CaAl_4Fe_8O_{19}$[36]

Hasil uji VSM memberikan hasil bahwa magnetisasi saturasi 27,38 emu/gram seperti yang dapat diamati pada gambar 3.16. Hal ini menandakan adanya sifat super paramagnetik pada nanowire yang dihasilkan.



Gambar 3.16 Hasil VSM *nanowire* $CaAl_4Fe_8O_{19}$[36]

3.4.4. Tekstil

Industri Tekstil merupakan salah satu industri yang saat ini menjadi andalan Indonesia terkait dengan masukan untuk devisa negara. Ekspor Indonesia pada produk-produk yang dihasilkan oleh industri tekstil dari tahun ke tahun terus menunjukkan adanya peningkatan. Tahun 2005 tercatat ekspor industri tekstil mencapai US$ 8,6 milyar yang kemudian pada tahun-tahun berikutnya terus meningkat, yakni pada tahun 2006 menjadi sebesar US$ 9,45 milyar, tahun 2007sebesar US$ 10,06 milyar, dan tahun 2008 mencapai hingga US$ 10,4 milyar[37]. Melihat kondisi dan

potensi tersebut, penelitian di bidang tekstil untuk menghasilkan suatu *smart textile* menjadi sesuatu yang perlu dilakukan terkait posisi Indonesia sebagai salah satu negara potensial yang bergerak di bidang tekstil.

Penelitian dalam pengembangan *smart textile* telah menjadi salah satu kajian penting sesuai dengan *road map* penelitian yang saya miliki. Dua penelitian terkait *smart textile* yang telah saya lakukan ialah mengintegrasikan mikrokapsul silika yang mengandung zat aktif lavender pada tekstil untuk menghasilkan *anti-mosquito textile* serta menghasilkan *High-UV protection textile* dengan menggunakan nanopartikel TiO_2 yang digabungkan dengan tekstil sebagai *UV protector* seperti yang nampak pada Gambar 3.17 [38-39].

Gambar 3.17 *Smart textile* dengan fungsi anti nyamuk dan anti UV

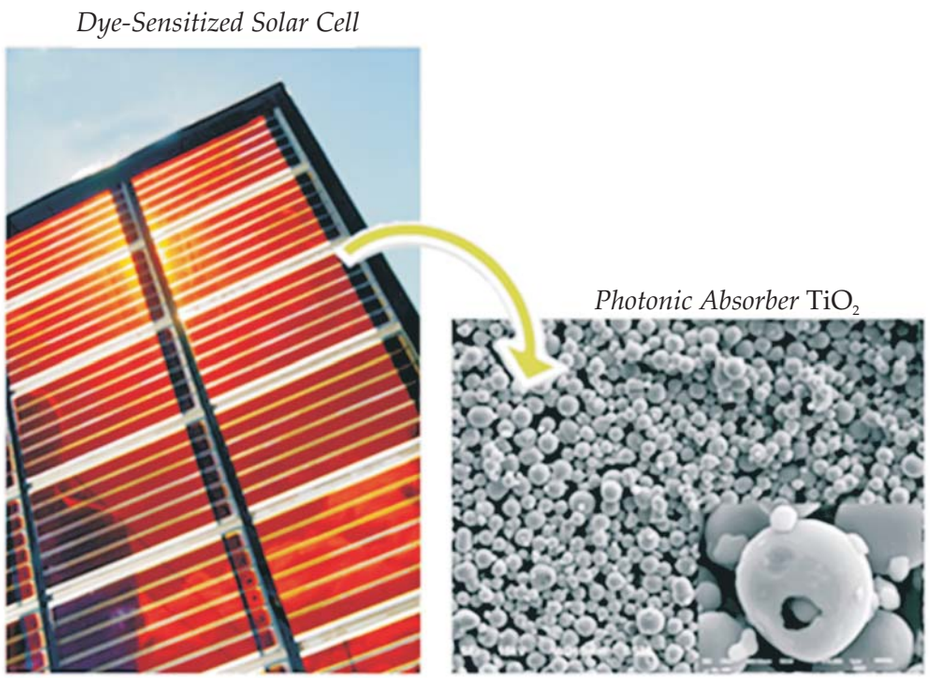
3.4.5. Energi

Penelitian lain yang juga menarik untuk terus dikembangkan ialah di bidang energi, yakni berupa *solar cell*, baterai, dan *fuel cell*. Sel surya berbasis *dye-sensitized* (*dye sensitized solar cell* - atau disingkat DSSC) merupakan jenis sel surya generasi ketiga yang memanfaatkan prinsip fotoelektrokimia, dimana proses penyerapan cahaya matahari cahaya melalui pewarna tersensitisasi *(dye-sensitized)* seperti halnya klorofil pada proses fotosintesis daun. Proses pembangkitan dan transfer elekton terjadi melalui bahan semikonduktor anorganik. Sel surya jenis ini diyakini mampu menyediakan konsep *green energi* dengan biaya produksi yang lebih terjangkau, tidak memerlukan material dengan kemurnian yang tinggi, dan teknologi fabrikasi yang lebih sederhana dibandingkan sel surya pendahulunya yang berbahan silikon[40].

Performa dari DSSC sangat dipengaruhi komponen dari material aktif penyusunnya, seperti foto elektroda, pewarna tersensitisasi *(dye-sensitized)*, elektroda pembanding *(counter electrode)* dan elektrolit[41]. *Dye* sangat ditentukan oleh sensitifitasnya dalam mengabsorpi cahaya. Larutan elektrolit yang memiliki peran penting dalam konversi energi cahaya menjadi energi listrik pada DSSC terdiri dari iodine (I^-) dan triiodide (I_{3^-}) yang berfungsi sebagai penghantar elektron. Foto elektroda merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi DSSC berfungsi untuk separasi elektron. Jenis material elektroda yang digunakan terkait dengan nilai dari energi *band gap* yang dimilikinya. Salah satu material

semikonduktor yang memiliki *band gap* lebar (3,2 eV) yang sering digunakan adalah Titanium Dioxide (TiO_2)[36-37]. Selain memiliki sifat optik yang baik, TiO_2 bersifat inert, tidak berbahaya, dan murah.

Berdasarkan paparan tersebut, dilakukan penelitian terkait sintesis TiO_2 untuk keperluan aplikasi *solar cell*. Partikel TiO_2 yang disintesis menggunakan metode kimia basah sol-gel *non aqueous route* dengan pelarut tert-butanol[44]. Proses berlangsung pada suhu sekitar 60°C dengan prekursor titanium isopropokside (TTIP) yang merupakan hasil reaksi antara $TiCl_4$ dengan isopropyl alkohol. Hasil dari sintesis ini dapat diamati pada Gambar 3.18 berikut.



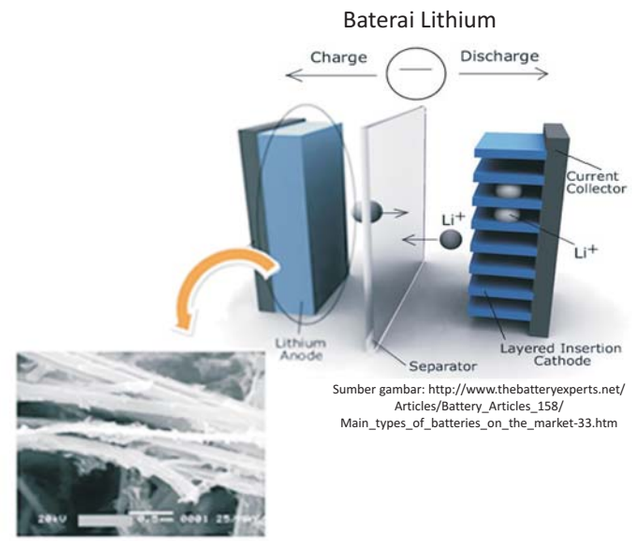
Sumber gambar: http://www.askanature.org/product/b57e64dd3a2a1a9d36a92a5a51ef7293

Gambar 3.18 TiO_2 sebagai bahan solar cell

Terkait dengan bidang baterai, salah satu penelitian yang saya lakukan adalah pengembangan anode berbasiskan pada titanate. Anode berbahan dasar titanium sudah mulai dipakai sebagai pengganti karbon seperti *lithium titanate*, namun ada satu permasalahan yang muncul pada material jenis ini, yaitu kapasitas yang sangat rendah hampir setengah kali dari karbon[45].

Beberapa tahun belakangan, sejumlah *research group* mulai menggunakan titania berfase monoklinik (TiO2(B)) sebagai pengganti *titanate* dan hasilnya sangat memuaskan. TiO2(B) sebagai alternatif pengganti *titanate* terbukti ampuh karena memiliki segala kelebihan titanate tapi juga memiliki kapasitas yang lebih baik dari *titanate* (~325mAh/g)[46].

Salah satu nanostruktur dari titania monoklinik yang menunjukkan hasil yang baik dalam proses interkalasi litium adalah *nanotubes* dan *nanowire*. Struktur nano akan menambah luas permukaan dari titania yang akan berinteraksi dengan litium sehingga dapat meningkatkan jumlah atom litium yang terinterkalasi pada titania. Diharapkan titania monoklinik dapat menjadi pengganti anode berbahan karbon sehingga dapat meningkatkan kapasitas total dari baterai lithium [47]. Struktur *nanowire* ini dapat diamati pada Gambar 3.19.

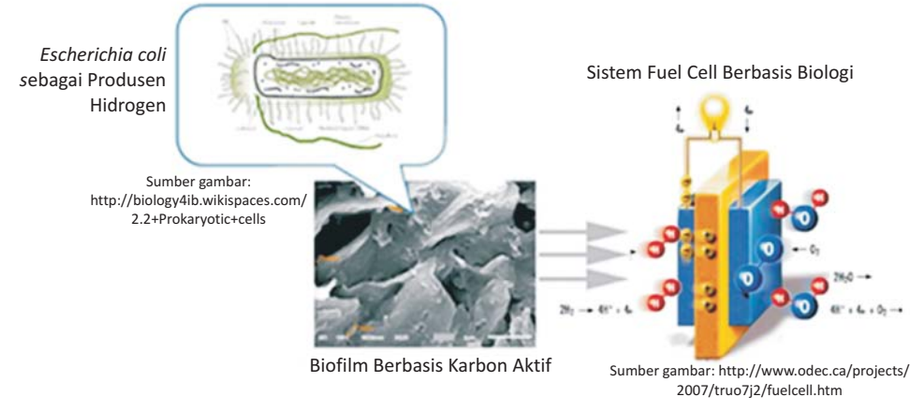


Gambar 3.19 Nanowire monoklinik titania untuk aplikasi anoda baterai

Bidang terakhir yang juga menjadi bahan penelitian saya pada bidang energi ialah pengembangan teknologi *fuel cell*. Ketergantungan manusia terhadap sumber energi dari hidrokarbon telah mencapai kondisi yang amat mengkhawatirkan. Ketersediaan bahan bakar fosil yang semakin menurun dan emisinya berupa gas rumah kaca yang mencemari lingkungan telah memacu riset untuk menemukan jenis sumber energi baru. Hidrogen merupakan salah satu solusi dalam permasalahan tersebut, karena menjanjikan ketersinambungan persediaannya dan emisinya yang bersih[48]. Produksi hidrogen dari makhluk hidup (biohidrogen) melalui mekanisme fermentasi anaerobik mikroorganisme merupakan metode yang bersih dalam tahapan produksinya, biaya yang terjangkau, dan sumbernya yang melimpah. Sementara itu, metode

imobilisasi mikroorganisme dalam reaktor produksi biohidrogen menjadi populer karena retensi biomassanya yang tinggi.

Penelitian yang saya lakukan ini memanfaatkan sisa pengolahan kayu bus *(Eucalyptus papuana)* menjadi karbon aktif sehingga dapat digunakan sebagai medium imobilisasi bakteri penghasil hidrogen *Escherichia coli* sehingga sel dapat melekat pada karbon aktif dengan membentuk *biofilm*[49]. Karakteristik karbon aktif dimodifikasi agar sesuai dengan ruang tumbuh sel, yaitu 6 – 8 μm sehingga dapat menunjang pelekatan sel dengan menggunakan variasi konsentrasi NaOH sebagai aktivator [50]. Representasi system biofilm ini untuk aplikasi *fuel cell* dapat diamati pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20 Biofilm sebagai sumber hidrogen sistem fuel cell

Penelitian ini merupakan langkah awal dalam pengembangan sistem *fuel cell* berbasis pada pemanfaatan konsep biologi. Terlihat bahwa karbon aktif yang digunakan dapat dijadikan sebagai medium tempat imobilisasi bakteri *Escherichia coli (E.Coli)* hingga teramati terbentuknya *biofilm*[50].

4. PENGEMBANGAN INDUSTRI HULU DAN HILIR INDONESIA UNTUK MEWUJUDKAN KEMANDIRIAN BANGSA

4.1. Bangsa Indonesia dan Potensi yang dimilikinya

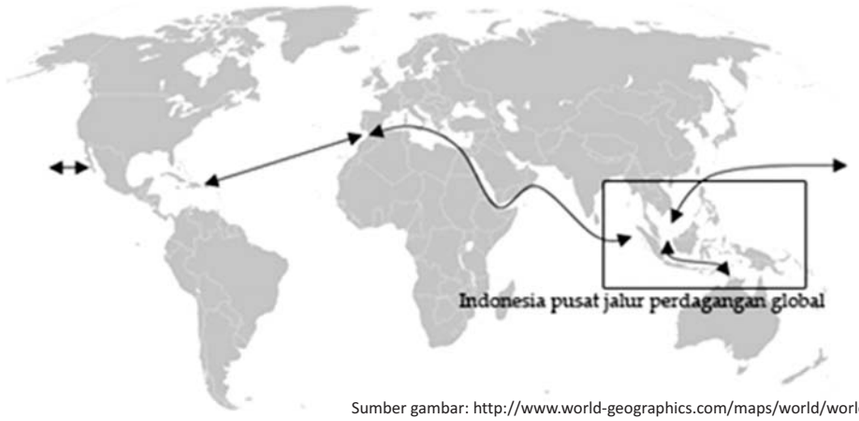
Melihat dari berbagai potensi serta keunggulan yang dimiliki, dan tantangan pembangunan yang harus dihadapi, Indonesia membutuhkan suatu proses transformasi menuju negara maju sehingga dapat meningkatkan daya saing serta mewujudkan kesejahteraan bagi rakyat Indonesia. Salah satu cara untuk mencapai hal ini ialah dengan mengembangkan dan menghidupkan industri-industri lokal sehingga dapat bersaing secara kompetitif dengan industri luar. Beberapa faktor pendorong yang menjadi dasar kekuatan pembangunan Indonesia dapat teramati pada sektor sumber daya manusia, sumber daya alam, dan letak geografis dari Indonesia yang terdapat pada jalur lalu lintas perdagangan dunia.

Dilihat dari sisi demografi, Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk ke-4 terbesar di dunia[51]. Indonesia merupakan pasar yang potensial, hal ini teramati dari daya beli masyarakatnya yang terus meningkat. Disamping itu, Indonesia pun memiliki potensi daya saing yang luar biasa karena kualitas sumber daya manusianya yang terus juga membaik. Dua poin ini merupakan potensi utama dari sektor sumber daya manusia yang dimiliki oleh Indonesia.

Dari sisi sumber daya alam, baik yang terbarukan maupun yang tidak terbarukan, Indonesia adalah negara yang kaya. Kekayaan sumber daya alam yang dimiliki Indonesia harus dioptimalkan sebaik mungkin dengan

cara memajukan industri pengolahan lokal yang ada guna memberikan nilai tambah tinggi pada sumber daya yang ada dan mengurangi kecenderungan untuk melakukan ekspor bahan mentah. Sampai dengan tahun 2010, Indonesia masih merupakan salah satu produsen besar di dunia untuk berbagai macam komoditas penting, diantaranya ialah kelapa sawit, kakao, timah, nikel dan bauksit, besi baja, karet, tembaga dan perikanan[52].

Faktor terakhir yang dimiliki Indonesia sebagai pendorong dalam proses transformasi menuju negara maju ialah pada sektor geografis. Keberadaan selat malaka menjadikan lokasi geografis Indonesia sangat strategis karena selat malaka merupakan jalur utama dalam pelayaran perdagangan global seperti yang tampak pada Gambar 4.1.



Sumber gambar: http://www.world-geographics.com/maps/world/world-map/

Gambar 4.1 Indonesia sebagai pusat jalur perdagangan internasional

Walaupun potensi-potensi tersebut merupakan keunggulan yang dimiliki oleh bangsa Indonesia, keunggulan tersebut tidak akan dapat

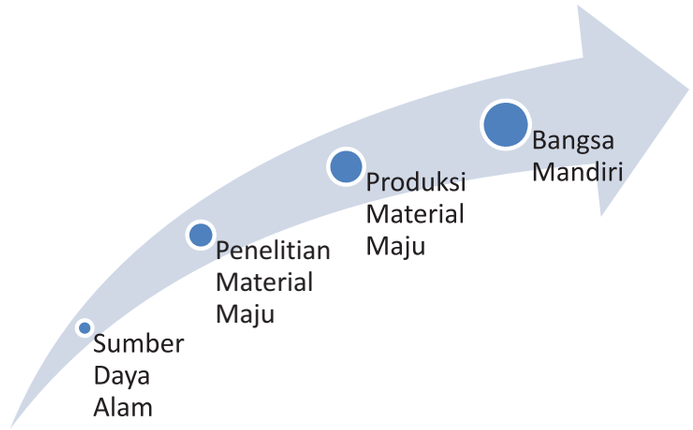
tercapai dengan sendirinya. Sejumlah tantangan harus dihadapi untuk merealisasikan potensi-potensi tersebut sehingga bangsa Indonesia yang maju dapat terwujud. Salah satunya ialah usaha untuk mengembangkan industri hulu dan hilir Indonesia, khususnya pada bidang material maju.

Pengembangan ekonomi Indonesia yang saat ini masih terfokus industri yang hanya sekedar mengumpulkan hasil alam, keterbatasan jumlah dari industri yang bergerak pada upaya proses peningkatan nilai tambah produk dan proses produksi, serta tidak meratanya laju pembangunan menjadi beberapa tantangan yang harus diselesaikan kedepannya. Proses untuk mengubah kondisi ini pun perlu disadari tidaklah dapat dilakukan dalam waktu yang singkat. Walaupun begitu, upaya-upaya untuk membangun bangsa ini harus tetap dilakukan sebagai pondasi awal menuju Indonesia yang lebih merata.

4.2. Arah Pengembangan Industri Hulu dan Hilir Indonesia

Landasan utama pelaksanaan pengembangan industri hulu dan hilir di Indonesia ini merujuk pada undang-undang no. 4/2009 tentang pertambangan mineral dan batubara serta Permen ESDM no. 7/2012 tentang peningkatan nilai tambah mineral melalui kegiatan pengolahan dan pemurnian mineral. Kedua aturan ini merupakan representasi dari upaya pelaksanaan mandat UUD 1945 pasal 33 yang diemban oleh kementrian ESDM atas nama pemerintah Republik Indonesia. Peningkatan nilai tambah dari mineral ini dapat dilakukan dengan cara memfokuskan diri pada pengembangan tekologi proses dan produk

proses, yang tidak lain adalah membangun industri prekursor material maju yang mandiri dan dapat bersaing dengan industri luar.

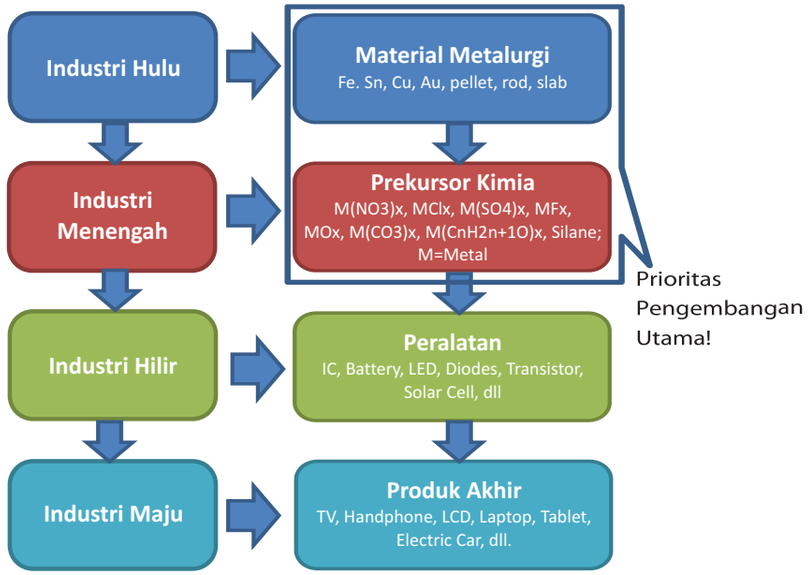


Gambar 4.2 *Road map* menuju Indonesia mandiri

Salah satu bentuk potensi pengembangan industri material maju di Indonesia ialah pemanfaatan serta pengolahan unsur logam jarang sebagai prekursor material maju. Proses pemanfaatan material maju ini untuk membangun Indonesia yang mandiri dapat diamati pada Gambar 4.2. Pemanfaatan ini meliputi penggunaannya pada berbagai macam bidang, diantaranya ialah bidang elekronika, energi terbarukan, dan peralatan militer.

Indonesia memiliki potensi besar untuk menjadi produsen unsur logam jarang yang saat ini semakin dibutuhkan dalam pengembangan berbagai macam industri dalam negeri maupun global. Berdasarkan data yang ada, cadangan logam jarang Indonesia dapat melebihi cadangan yang dimiliki China. Berdasarkan data Pusat Sumber Daya Geologi,

cadangan mineral logam jarang yang ada di Indonesia terhitung cukup melimpah[53]. Sayangnya, potensi ini, yang merupakan suatu komoditi bernilai tinggi, belum dapat termanfaatkan secara maksimal. Oleh karena itu, pengembangan industri hulu yang berorientasikan pada pengembangan material maju ini akan menjadi salah satu kunci utama untuk menghasilkan sistem perindustrian bangsa yang kompetitif dan mampu bersaing dengan industri luar. *Output* yang diinginkan dapat diamati pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Prioritas *output* pengembangan industri bangsa

Industri hulu yang mandiri serta penerapan pemrosesan pengembangan material berbasiskan pada gagasan biologi pada industri hilir akan menjadi dua kunci yang kemudian dapat menjadikan sistem perindustrian Indonesia mampu bersaing secara global.

5. PENUTUP

Terobosan dalam teknologi dan ilmu material untuk 10-15 tahun kedepan diharapkan dapat mengubah secara cepat budaya kita dalam mengelola dan berinteraksi dengan lingkungan. Hal yang paling mendasar adalah penelitian di bidang material untuk teknologi maju karena penelitian-penelitian tersebut akan menjadi kunci dasar utama sebagai pengendali di belakang pengembangan industri-industri maju. Untuk itu, teknologi dan ilmu material berhak mendapat dukungan penuh dari seluruh *stakeholder* antara lain perguruan tinggi, pemerintah, industri dan masyarakat umum. Jumlah kegiatan penelitian yang bersifat interdisiplin dan jaringan interinstitusi perlu ditingkatkan.

Melihat hal diatas, Indonesia harus memanfaatkan sumber daya alam maupun manusianya secara efisien dan berkesinambungan dalam penelitian dan keahliannya supaya tetap terpelihara. Oleh karena itu, mengenalkan dan mempromosikan ilmu, teknologi dan karir dalam bidang material kepada generasi mendatang menjadi hal yang penting untuk dilakukan.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] B. Bhushan, *Springer Handbook of Nanotechnology*, 2nd ed. 2007.

[2] C. C. Koch, *Nanostructured Materials: Processing Properties, and Potential Applications*, 1st ed. William Andrew, 2002.

[3] S. Weiner dan P. Dove, "An Overview of Biomineralization Processes and the Problem of the Vital Effect," *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, vol. 54, no. 1, pp. 1–29, Jan. 2003.

[4] J. A. Pelesko, *Self Assembly: The Science of Things That Put Themselves Together*. Chapman and Hall/CRC, 2007.

[5] Ditjen Kerjasama Perdagangan Internasional, "ASEAN-CHINA FREE TRADE AREA." Feb-2010.

[6] W. D. J. Callister, *Materials Science and Engineering: An Introduction, 7th Edition*, 7th ed. Wiley Publishers, 2006.

[7] C. B. Carter dan M. G. Norton, *Ceramic Materials: Science and Engineering*. Springer, 2007.

[8] B. Basu dan K. Balani, *Advanced Structural Ceramics*. 2011.

[9] C. T. Laurencin dan L. S. Nair, *Nanotechnology and tissue engineering: the scaffold*. CRC Press, 2008.

[10] E. Bauerlein, "Biomineralizaation." Wiley-VCH, 2000.

[11] S. Zhang, "Building from Bottom-Up." Elsevier, May-2003.

[12] K. T. Nam, D.-W. Kim, P. J. Yoo, C.-Y. Chiang, N. Meethong, P. T. Hammond, Y.-M. Chiang, dan A. M. Belcher, "Virus-Enabled Synthesis and Assembly of Nanowires for Lithium Ion Battery Electrodes," *Science*, vol. 312, no. 5775, pp. 885–888, May 2006.

[13] "INOR 817 - Virus enabled synthesis and assembly of nanowires for Lithium ion battery electrode." [Online]. Available:

http://oasys2.confex.com/acs/231nm/techprogram/P921190.HTM. [Accessed: 24-Jan-2013].

[14] C. J. Brinker, Y. Lu, A. Sellinger, dan H. Fan, "Evaporation-Induced Self-Assembly: Nanostructures Made Easy," *Advanced Materials*, vol. 11, no. 7, pp. 579–585, 1999.

[15] A. Haeckal dan B. Sunendar, "Fabrikasi dan Karakterisasi Membran Keramik Berbasis Silika dan Karbon Aktif Secara Cascade untuk Pemurnian Air." 2011.

[16] R. M. Dewandanu dan B. S. Purwasasmita, "Sintesis dan Karakterisasi Gamma-Alumina (γ-Al2O3) Berbasis Ceramic Foam Sebagai Aplikasi Catalytic Converter Automobile." 2010.

[17] P. K. Vinod Pillai, "Structure and magnetic properties of nanoparticles of barium ferrite synthesized using microemulsion processing," *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, no. 1, pp. 69–75.

[18] B. R. Nowosielski R, "Structure and properties of barium ferrite powders prepared by milling and annealing," *Archives of Materials Science and Engineering*, 2007.

[19] L. Yuliasetiawati, L. Nurdiwijayanto, dan B. S. Purwasasmita, "Sintesis Dan Karakterisasi Barium Ferrite Dengan Penambahan Cetyltrimetylammonium Bromide (CTAB) Sebagai Surfaktan." 2011.

[20] L. Xue dan Y. Yan, "Preparation of Oriented Barium Titanate Thin

Films by Combination of Electrophoretic Deposition with Hydrothermal Treatment," *Journal of Materials Science & Technology*, vol. 26, no. 11, pp. 996–1000, 2010.

[21] Y. S. Kwi-Il Park, "Bendable and Transparent Barium Titanate Capacitors on Plastic Substrates for High Performance Flexible Ferroelectric Devices."

[22] V. M.m, B. J.d, dan S. B.d, "History and challenges of barium titanate: Part I," 2008.

[23] L. Huang, Z. Chen, J. D. Wilson, S. Banerjee, R. D. Robinson, I. P. Herman, R. Laibowitz, dan S. O'Brien, "Barium titanate nanocrystals and nanocrystal thin films: Synthesis, ferroelectricity, and dielectric properties," *Journal of Applied Physics*, vol. 100, no. 3, pp. 034316–034316–10, Aug. 2006.

[24] M. Puspita dan B. Sunendar, "Sintesis Lapisan Tipis Barium Titanat (BaTiO3) melalui Metode SelfAssembly Mono-layers (SAMs) dengan 3(mercaptopropyl)trimetoxysilane sebagai Activator Agent." 2010.

[25] M. R. Aufan, A. H. Daulay, D. Indriani, A. Nuruddin, dan B. Sunendar, "Sintesis Scaffold Alginat-Kitosan-Karbonat Apatit Sebagai Bone Graft Menggunakan Metode Freeze Drying." 2012.

[26] S. Yang, K.-F. Leong, Z. Du, dan C.-K. Chua, "The Design of Scaffolds for Use in Tissue Engineering. Part I. Traditional Factors," 2001.

[27] C. T. Laurencin dan L. S. Nair, *Nanotechnology and tissue engineering: the scaffold*. CRC Press, 2008.

[28] T. Permatasari, H. B.w, A. R. Zaini, M. R. Aufan, dan B. S. Purwasasmita, "Synthesis of Metakaolin-zirconia-apatite Nanocomposite for the Application of Direct Teeth Restoration," *Solids and Structures, Solids and Structures*, vol. 1, no. 1, Dec. 2012.

[29] Y. J. Kim, I.-K. Park, J. S. Kim, J. Hwang, E.-S. Chung, K. M. Huh, dan Y. Lee, "Anticancer drug delivery for tumor targeting and therapy," presented at the 4th IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems, 2009. NEMS 2009, 2009, pp. 919 –922.

[30] S. Sagnella dan C. Drummond, "Drug Delivery: A Nanomedicine Approach," vol. 43, no. 3, pp. 5–20, Dec. 2012.

[31] A. Swami, J. Shi, S. Gadde, A. R. Votruba, N. Kolishetti, dan O. C. Farokhzad, "Nanoparticles for Targeted and Temporally Controlled Drug Delivery," in *Multifunctional Nanoparticles for Drug Delivery Applications*, S. Svenson and R. K. Prud'homme, Eds. Springer US, 2012, pp. 9–29.

[32] Usamah, B. S. Purwasasmita, L. Nurdiwijayanto, dan A. Nuruddin, "Sintesis dan Karakterisasi Serbuk Nikel - Chitosan Nano-mikropartikel Magnetik untuk Aplikasi Terapi Kanker." .

[33] H.-Y. Tseng, C.-Y. Lee, Y.-H. Shih, X.-Z. Lin, dan G.-B. Lee, "Hyperthermia Cancer Therapy Utilizing Superparamagnetic

Nanoparticles," presented at the 2nd IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems, 2007. NEMS '07, 2007, pp. 163–166.

[34] J. G. Short dan P. F. Turner, "Physical hyperthermia and cancer therapy," *Proceedings of the IEEE*, vol. 68, no. 1, pp. 133–142, Jan. 1980.

[35] J. W. Strohbehn dan E. B. Douple, "Hyperthermia and Cancer Therapy: A Review of Biomedical Engineering Contributions and Challenges," pp. 779–787, Dec. 1984.

[36] Susilawati, Suyatman, dan B. Sunendar, "Sintesis Superparamagnetik Nanowire CaAl4Fe8O19 Dengan Metode Ko-Presipitasi Untuk Aplikasi Terapi Pada Kanker Tulang." 2012.

[37] Badan Standarisasi Nasional, *SNI Penguat daya saing bangsa*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2010.

[38] W. Eka Mulyani dan B. Sunendar, "Synthesis Characterization of Silica-Lavender Microencapsulation by Sol-Gel Method for Anti Mosquito Textile." 2012.

[39] M. Komalasari dan B. Sunendar, "Synthesis and Characterization of Nanoparticle TiO2 and Template Starch by Sol-Gel Method for Nano Cotton Fabrics With High UV Protection." 2012.

[40] T. K. Manna dan S. M. Mahajan, "Nanotechnology in the Development of Photovoltaic Cells," in *International Conference on Clean Electrical Power*, 2007. ICCEP '07, 2007, pp. 379–386.

[41] K. Hara dan H. Arakawa, "Dye-Sensitized Solar Cells," in *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*, A. Luque and S. Hegedus, Eds. John Wiley & Sons, Ltd, 2005, pp. 663–700.

[42] J. R. Jennings, A. Ghicov, L. M. Peter, P. Schmuki, dan A. B. Walker, "Dye-Sensitized Solar Cells Based on Oriented TiO2 Nanotube Arrays: Transport, Trapping, and Transfer of Electrons," *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 130, no. 40, pp. 13364–13372, Oct. 2008.

[43] K. H. Ko, Y. C. Lee, dan Y. J. Jung, "Enhanced efficiency of dye-sensitized TiO2 solar cells (DSSC) by doping of metal ions," *Journal of Colloid and Interface Science*, vol. 283, no. 2, pp. 482–487, Mar. 2005.

[44] L. Muliani dan B. Sunendar, "Synthesis and Characterization of Nanocrystaline TiO2 by Non-Aqueous Sol Gel in Acidic Condition for Dye Synthesized Solar Cell." 2012.

[45] S. Scharner, W. Weppner, dan P. Schmid-Beurmann, "Evidence of Two-Phase Formation upon Lithium Insertion into the Li1.33Ti1.67 O 4 Spinel," *J. Electrochem. Soc.*, vol. 146, no. 3, pp. 857–861, Mar. 1999.

[46] G. Armstrong, A. R. Armstrong, J. Canales, dan P. G. Bruce, "Nanotubes with the TiO2-B structure," *Chem. Commun. (Camb.)*, no. 19, pp. 2454–2456, May 2005.

[47] R. Ashari dan B. Sunendar, "Pengaruh Perlakuan Hidrotermal Terhadap Pembentukan Monoklinik Titania (Tio2-b) Nanowire untuk Aplikasi Anoda Baterai Lithium-Ion." 2011.

[48] G. W. Juanita Mathews, "Metabolic pathway engineering for enhanced biohydrogen production," *International Journal of Hydrogen Energy*, no. 17, pp. 7404–7416.

[49] A. M. Hapsari, "Imobilisasi Bakteri Pendegradasi Deterjen pada Trickle Bed Reactor untuk Penyisihan Linear Alkylbenzene Sulfonate." 2011.

[50] R. Prima dan B. S. Purwasasmita, "Modifikasi Karbon Aktif Sebagai Medium Imobilisasi Bakteri Penghasil Hidrogen." 2012.

[51] "2012 World Population Data Sheet - Population Reference Bureau." [Online]. Available: http://www.prb.org/Publications/Datasheets/2012/world-population-data-sheet/data-sheet.aspx. [Accessed: 24-Jan-2013].

[52] Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian, "Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia 2011-2025." Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, 2011.

[53] E. Suwargi, B. Pardiarto, dan T. Ishlah, "Potensi Logam Tanah Jarang di Indonesia." Pusat Sumber Daya Geologi, 2010.

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya sangat bersyukur ke hadhirat Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan yang begitu besar sehingga saya dapat menyandang jabatan

Guru Besar dalam bidang ilmu Proses Material Maju *(Advanced Material Processing)* di Institut Teknologi Bandung. Hal ini tidak lepas dari kesungguhan mahasiswa-mahasiswa saya dalam menimba ilmu, bekerjasama dalam keikhlasan yang penuh keceriaan dalam meneliti, membangun komunitas. Merekalah yang mampu memberikan kontribusi yang sangat besar dalam membangun dan mengembangkan laboratorium *Advanced Material Proscessing* Program Studi Teknik Fisika. Saya sangat bangga dengan kegiatan di laboratorium ini sehingga dapat menjadi laboratorium yang mampu mengembangkan konsep laboratorium multidisiplin dan interdisiplin, hal ini terbukti dengan mahasiswa saya yang mempunyai latar belakang keilmuan yang berbeda dimana mereka datang dari: Teknik Fisika, Teknik Material, Biologi, Kimia, Senirupa, Teknik Sipil, Teknik Pertambangan serta Teknik Mesin ITB, selain dari dalam ITB juga datang dari perguruan tinggi dari luar ITB antara lain FKG UNPAD, FKG Maranatha, FKG UNSOED, dan FKG UI. Litbang-Litbang pemerintah juga tidak ketinggalan turut bergabung membangun budaya belajar dan meneliti dengan kami di Laboratorium ini dimana mereka semua belajar dan meneliti bidang ilmu yang masih baru berkembang di Indonesia yaitu teknologi rekayasa material maju.

Saya juga ingin menghaturkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada senior dan rekan saya yang telah memberikan kerpercayaan dalam memberikan rekomendasi untuk untuk kegurubesaran saya beliau adalah Prof. Dr. R.M Sugijanto (Tek. Fisika), Prof. Dr. Mardjono

Siswosuwarno (Tek. Material), Prof. Dr. Andrianto Handojo (Tek.Fisika), Prof. Dr. Rochim Suratman (Tek.Material) dan Prof. Dr Tarkus Suganda (Fak Pertanian UNPAD). Demikian juga pada kesempatan ini saya ingin sampaikan secara khusus ucapan terima kasih kepada Ir. Soelardjo Kertoatmojo (alm) dan keluarga, yang telah membimbing kami dari saat masuk lingkungan ITB sampai akhir hayatnya beliau. Demikian juga ucapan terima kasih setinggi tingginya saya haturkan kepada Prof. Wiranto Arismunandar, yang selalu memberikan wawasan hidup yang sangat berharga dan bimbingan, Pak Wiranto inilah yang mengingatkan dan memberikan kesempatan pada saya untuk melanjutkan Program Master dan Doktor di Jepang. Satu kalimat yang tidak pernah lupa keluar dari beliau pada saat itu sebagai Rektor ITB yaitu; "Bang, pokoke, kamu harus sekolah jangan ngurus Kampus saja (saat itu saya sedang menjabat Ketua Pembina Kampus ITB), pakai beasiswa OECF pergi ke Jepang, hubungi Pak Indradjati".

Tidak lupa ucapan terimakasih yang sebesar besarnya kepada pembimbing Program Master dan Program Doktor saya di departemen *Applied chemistry - KEIO University* Jepang Prof. Toshio Kimura yang dengan sabar dan penuh rasa kekeluargaan dalam membagi pengalaman dan ilmu yang sangat berharga.

Saya juga haturkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada ayahanda Hadjar Purwasasmita (alm) dan Ibunda Robi'ah Sumawisastra (alm) yang telah membesarkan dan mendidik saya sebagai anak

kesepuluh yang sehat dan pintar dari 10 bersaudara, terimakasih juga untuk kakak-kakak saya yang secara bahu membahu telah menjaga kebersamaan dan kehormatan keluarga besar.

Saya juga haturkan terima kasih yang setinggi- tingginya kepada Istri saya Dr. Nia Sri Ramania M.Sc., ketiga anak saya Gresi Nadia Ganeshti, SE.Ak, Ashari Budi Nugraha ST, Yoko Purwanti dan menantu Gekan Purnama Zainal SE.Ak, yang selalu memberikan keceriaan dan semangat pada perjalanan hidup saya.

Yang terakhir saya sampaikan rasa bangga dan terima kasih kepada para asisten di laboratorium pemrosesan material mutakhir, program studi teknik fisika, yaitu yang tercinta: Leandas Nurdiwijayanto (Keio University, Jepang), Rifqi Aufan (Gwangju Institute of Science and Technology, Korea Selatan), Andi Ramdhan Zaini, dan Abdul Halim Daulay, yang telah meluangkan waktu secara bersama-sama dengan penulis dalam menyusun naskah pidato ini.

CURRICULUM VITAE

Nama : **BAMBANG SUNENDAR PURWASASMITA**
NIP/NIDN : 195904231985031002/ 0023045902
Jbtn. Fungsional : Guru Besar/IV C
Jbtn. Struktural : Kepala Laboratorium Pemrosesan Material Maju
Tmpt./Tgl Lahir : Sumedang / 23 April 1959

Nama Istri : Dr. Nia Sri Ramania, MSc
Anak-anak : 1. Gresi Nadia Ganesthi, SE. Akt
2. Ashari Budi Nugraha, ST
3. Yoko Purwanti

Alamat Kantor : Program Studi Teknik Fisika FTI-ITB
Gd. TP Rachmat, Lt-1
Jl. Ganesha No. 10, Bandung 40132
Telp. : +62-22-2534174 ; +62-22-2504424
Fax. : +62-22-2506281
Email : purwa@tf.itb.ac.id

RIWAYAT PENDIDIKAN

- 1999-2001 : Doctor of Philosophy (PhD), Material Science and Engineering, Keio University, Japan.
- 1996-1998 : Master of Engineering (M.Eng), Material Science and Engineering, Keio University, Japan.
- 1977-1984 : Institut Teknologi Bandung, Fisika Teknik-ITB

- 1974-1976 : SMA Negeri 1, Kabupaten Sumedang
- 1971-1973 : SMP Negeri 2, Kabupaten Sumedang
- 1965-1970 : SD Negeri Sukaraja 2, Kabupaten Sumedang

PENGALAMAN JABATAN

- 2003-skrg. : Kepala Laboratorium Pemrosesan Material, TF-ITB
- 2002-2004 : Asisten Direktur Sarana Prasarana ITB
- 1992-1994 : Ketua Pembina Kampus ITB
- 1987-1992 : Wk. Ketua Pembina Kampus ITB

PENULISAN JURNAL

- **Jurnal Ilmiah Internasional**

1. H. Aripin, S. Mitsudo, I.N. Sudiana, E.S. Prima, K. Sako, Y. Fujii, T. Saito, T. Idehara, S. Sano, **B. Sunendar**, H. Hernawan, S. Sabchevski. *Microstructural and Thermal Properties of Nanocrystalline Silica Xerogel Powders converted from Sago Waste Ash Material*. Material Science Forum Vol. 737. 2013. Pp 110 – 118
2. **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Lucyana Dwi Larasati, Muhammad Rifqi Aufan,Ashari Budi Nugraha, and Rifki Septawendar. *Synthesis and Characterization of Zirconia Crystal with Stabilizer and The Molar Ratio Reference as Parameter by Using Base Hot Water Treatment (Bhwt) Method*. Journal of The Australian Ceramic Society. 2013.
3. Triyunda Permatasari, Haris B.W., Andi Ramdhan Zaini, Muhammad Rifqi Aufan, **Bambang Sunendar Purwasasmita**. *Synthesis of Metakaolin-Zirconia-Apatite Nanocomposite for the Application of Direct Teeth Restoration*. Journal of Solids and Structures (SAS). 2013.
4. Rifki Septawendar, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Suhandi Sutardi. *Effect of the Hydrolysis Catalyst NH_4OH on The Preparation of Calcia Stabilized Zirconia with Sugar as A Masking Agnet at Lw Temperatures*. Journal of The Australian Ceramic Society Vol.49, Number 1, 2013, ISSN 0004-881X
5. **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Fahmi Tafwidli, Rifki Septawendar. *Synthesis and Characterization of Carbon Nanocoil with Catalytic Graphitization Process of Oryza Sativa Pulp Precursors.* Journal of The Australian Ceramic Society Vol.49, Number 1, 2013, ISSN 0004-881X
6. **Bambang Sunendar,** Heru Hermawan, Rifki Septawendar. *Influences of Chitosan Addition to Morphology and Particle Size of Yttrium Stabilized Zirconia (YSZ) Nanoparticle for Dental Bridge Application*. Journal of The Australian Ceramic Society Vol. 48, Number 1, 2012, ISSN 0004-881X
7. Rifki Septawendar, Suhanda Sutardi, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Frank Edwin. *Preparation of Nanocrystalline ZrO2 Powder via A Chemical Route*. Journal of The Australian Ceramic Society Vol. 48, Number 1, 2012, ISSN 0004-881X
8. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Khalifa Aldila Putra, Leanddas Nurdiwijayanto. *Improvement in Hardness and Corrosion Resistance of Steel through Red Mud Coating*. ASEAN Engineering Journal Vol.1 No.4, December 2011
9. Partogi H. Simatupang, Razie Hanafi, **Bambang Sunendar,** Iswandi Irman, Ivindra Pane. *The study of red mud addition*

influences in metakaolinite-based geopolymer characteristics. Advanced Material Research Vols. 450 – 451 (2012), pp 281 – 285

10. Rifki Septawendar, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Suhada, Leanddas Nurdiwijayanto and Frank Edwin, *"Nanocrystalline ZrO_2 Powder Preparation Using Natural Cellulosic Material"*, Journal of Ceramic Processing Research Vol. 12, No. 1, February 2011
11. Rifki Septawendar, **Bambang Sunendar** and Leanddas Nurdiwijayanto, *"A New Synthesis Route of Nano Mullite By Calcining Pulp Precursors"*, Journal of the Australian Ceramic Society, Vol. 47, NO. 1 (2011), ISSN 0004-881X
12. Leanddas Nurdiwijayanto, **Bambang Sunendar**, *"Optical Properties of (100) Preferred Oriented Titanium-Doped Zine Oxide Thin Films and Their Electron Trapping Phenomena"*, Journal of Materials Science and Engineering, USA, Vol. 4, Number 11, November 2010 (serial Number 36), ISSN 1934-8959.

- **Makalah Ilmiah Dalam Proceeding atau Disajikan Dalam Seminar / Simposium / Pertemuan Ilmiah Internasional**

1. Elsy Rahimi, **Bambang Sunendar**. *"Synthesis and Characterization of Bacterial Celullose-Based Carbon Nanotube by Catalytic Graphitization"*. 13th International Conference on Quality in Research (QiR) 2013, 25 – 28 Juni 2013, Yogyakarta, Indonesia.
2. Maya Komalasari, **Bambang Sunendar**. *"Synthesis and Characterization of Nanoparticle TiO2 and Template Starch by Sol-Gel Method for Nano Cotton Fabrics With High UV Protection"*.13th International Conference on Quality in Research (QiR) 2013, 25 – 28 Juni 2013, Yogyakarta, Indonesia.

3. Lia Muliani, **Bambang Sunendar**. *"Synthesis and Characterization of Nanocrystaline TiO2 by Non-Aqueous Sol Gel in Acidic Condition for Dye Synthesized Solar Cell"*.13th International Conference on Quality in Research (QiR) 2013, 25 – 28 Juni 2013, Yogyakarta, Indonesia.
4. Wiwiek Eka Mulyani, **Bambang Sunendar,** *"Synthesis Characterization of Silica-Lavender Microencapsulation by Sol-Gel Method for Anti Mosquito Textile"*.13th International Conference on Quality in Research (QiR) 2013, 25 – 28 Juni 2013, Yogyakarta, Indonesia.
5. Susilawati, Suyatman, **Bambang Sunendar**. *"Synthesis of Superparamagnetic Nanowire $CaAl_4Fe_8O_{19}$ by Co-precipitation Method for Bone Cancer Therapy Application"*. International Conference Bio Medical Engineering and Medical Application 2012, 9 – 10 November 2012, Serpong Indonesia.
6. H. Aripin, I.N. Sudiana, **B. Sunendar**, S. Mitsudo, *"Glass Structured Ceramic Material of Silica Xerogel Derived from Sago Waste Ash"*, Proceedings of International Conference on X-ray Microscopy and Smart Materials (ICXSM 2011), June 13, 2011, Solo, Indonesia
7. Heru Hermawan, **Bambang Sunendar,** *"Influence of Chitosan to Morphology of Yttium Stabilized Zirconia (YSZ) Nanoparticle for Dental Bridge Application"*, Proceedings International Conference on Materials Engineering AUN/Seed-Net Regional Conference on Materials, Departemen of Menhanical and Industrial Engineering Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada, February, 2nd - 3th 2011, Yogyakarta, Indonesia, ISBN 978-979-97986-5-7

8. Hermawan Judawisastra, Jamillah B.A. Nordin, **Bambang Sunendar**, *"Influence of Chitosan Molecular Weight on Adhesive and Bioavtivity Properties of Ti-6A-4V Coating*", Proceedings International Conference on Materials Engineering AUN/Seed-Net Regional Conference on Materials, Departemen of Menhanical and Industrial Engineering Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada, February, 2nd - 3th 2011, Yogyakarta, Indonesia, ISBN 978-979-97986-5-7

9. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Usamah, Leanddas Nurwijayanto, *"Influence of Chitosan Addition to Nickel Nanoparticles Magnetic Powder Synthesis for Cancer Theraphy Application"*, Proceeding of The 10th Asian BioCeramic Symposium (ABC2010), Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia, November 2nd - 5th, 2010, ISBN: 978-979-3984-46-9

10. Angela Evelyna, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Nina Djustiana, Zulia Hasratiningsih, *"Self Sysnthesis Al-Si-Zr Nanoparticle Filler and It's Microstructure Characterization for Resin Dental Restorative Dental Material"*, 6th International Dental Federation - Indonesia Dental Association Joint Meeting, Balikpapan, Indonesia, November 12 - 14, 2010

11. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Khalifa Aldila Putra and Leanddas Nurdiwijayanto, *"The Use of Red Mud as Waste Product of Aluminum Prodution form Bauxite for Ceramic Coating on Steel as Surface Modification to Improve Mechanical and Chemical Properties"*, Proceedings 3rd Regional Conference Interdisciplinary on Natural Resources and Materials Engineering (3rd RC-NRM), Malaysia, October, 25 - 26, 2010, ISBN 978-967-0167-00-8

12. Maya Rhamdhanika, Lilis Yuliasetiawati, **Bambang Sunendar P.**, Arie Wibowo, *"Fabrication of TiC Coating onto The Surface of Steel Using Chemical Bath Deposition Method"*, International Workshop "ASEAN-INDIA Workshop and Annual Meeting on Surface Engineering (AISE) II - 2009, Jakarta Hotel - Bandung, Indonesia, 1- 3 December, 2009

13. Ari Kurniawan, **Bambang Sunendar** and Arief Cahyanto, *"Synthesis and Characterization Nanocomposite Hydroxypatite-Zirconia-Alumina-Silica with Pulp Acacica Mangium as Template Via Precurrsor Process Method"*, Proceeding International Conference on Materials and Metallutgical Technology 2009 (ICOMMET 2009), Graha ITS, June 24-25, 2009, ISBN 978-979-19983-0-7

14. Nuraini Tjitra Widya, Arie Wibowo and **Bambang Sunendar**, *"Synthesis and Characterization of Mesoporous Silica (MCM-41) Using Sodium Dodecyl Sulphate"*, Proceeding International Conference on Materials and Metallutgical Technology 2009 (ICOMMET 2009), Graha ITS, June 24-25, 2009, ISBN 978-979-19983-0-7

15. Indra Mulyana, **Bambang Sunendar** and Arie Wibowo, *"Characteristics Optical Properties of Nickel Doped Zinc Oxide Thin Film as Function of Dopan Concentration Prepared by Self Assembled Monolayer Method"*, Proceeding International Conference on Materials and Metallutgical Technology 2009 (ICOMMET 2009), Graha ITS, June 24-25, 2009, ISBN 978-979-19983-0-7

16. Muhammad Hamzah, Arie Wibowo and **Bambang Sunendar Purwasasmita**, *"Aluminum-Doped Zinc Oxide Thin Film Prepared by Self Assembled Monolayer (SAMs) Method"*, Proceeding International Conference on Materials and Metallutgical

Technology 2009 (ICOMMET 2009), Graha ITS, June 24-25, 2009, ISBN 978-979-19983-0-7

17. Rudi, Arie Wibowo, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, *"Synthesis and Chracterization of Bioactive PMMA Bone Cement by Modifications with Tetraethyl Orthosilicate (TEOS) and Calcium Hydroxide ($Ca(OH_2)$)"*, Proceeding International Conference on Materials and Metallutgical Technology 2009 (ICOMMET 2009), Graha ITS, June 24-25, 2009, ISBN 978-979-19983-0-7
18. Muamar Ganesya Firdaus, Arie Wibowo and **Bambang Sunendar,** *"Systhesis and Characterization of Silica Microcapsules (SDS) as a Surfactant"*, Proceeding International Conference on Materials and Metallutgical Technology 2009 (ICOMMET 2009), Graha ITS, June 24-25, 2009, ISBN 978-979-19983-0-7
19. Leanddas Nurdiwijayanto, **Bambang Sunendar** and Arie Wibowo, *"The Influence of Dopant Concentration to the Electron Trapping Effect in Titanium-Doped Zinc Oxide Thin Films*", Proceeding International Conference on Materials and Metallutgical Technology 2009 (ICOMMET 2009), Graha ITS, June 24-25, 2009, ISBN 978-979-19983-0-7
20. Ekavianty Prajatelistia, Arie Wibowo and **Bambang Sunendar**, *"Fabrication of Microcapsule Silica for Control Release with Span-60 as Surfactant"*, Proceeding International Conference on Materials and Metallutgical Technology 2009 (ICOMMET 2009), Graha ITS, June 24-25, 2009, ISBN 978-979-19983-0-7
21. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Weko Abhinimpuno, *"Study of Calcium Phosphate Bioceramics Powders Synthesized via Biomimetic"*, Proceedings of The 11th Field-Wise Seminar for

Materials Engineering on Nanomaterials & Biomaterial and Composites for Engineering Application, Vientiane, Laos, 2007

22. Arie Wibowo, Bunbun Bundjali, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, *The Influence of Different Polymerization Method on Crystallinity and Conductivity of Polyaniline Salt*, Proceedings of The 2nd South East Asian Technical University Consortium (SEATUC) Symposium, Hybrid Twinning Program, 2007
23. Yudi Nugraha Thaha, Ahmad Nuruddin, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, *An Electronic Structure Study of Polyaniline in Emeraldine Salt and Eneraldine Base Form*, Proceedings of The 2nd South East Asian Technical University Consortium (SEATUC) Symposium, Hybrid Twinning Program, 2007
24. Nugroho Pratomo A., Suyatman, Ismi Handayani, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, *Synthesis of Nanostructure Maghemite from a Technical-Grade Hematite*, Proceedings of The 5th International Symposium on Earth Science and Technology Fukuoka, 2007
25. Yudi Nugraha Thaha, **Bambang Sunendar Purwasasmit**a, *"Preparation of Porous NiO Thin Film by Sol Gel Technique"*. Proceedings of International Symposium on Nanomaterial and Catalysis, Indonesia Nanoletter, Vol. 2, No. 1, Serpong, Tangerang, Indonesia, 2007
26. Agus Wahyudi, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Ahmad Nuruddin, Sariman, Muchtar Aziz, *"Synthesis and Activity Measurement of Coal Liquefy Iron Mineral Based Catalyst from Gold Mining Waste"*. Proceedings of International Symposium on Nanomaterial and Catalysis, Indonesia Nanoletter, Vol. 2, No. 1, Serpong, Tangerang, Indonesia, 2007

27. Arie Wibowo, Bunbun Bundjali, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, *"Synthesis and Characterization of Emeraldine Base as Active Material of Plastic Solar Cells"*. Proceedings of International Symposium on Nanomaterial and Catalysis, Indonesia Nanoletter, Vol. 2, No. 1, Serpong, Tangerang, Indonesia, 2007
28. Arie Wibowo, Bunbun Bundjali, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, *"The Comparison of Polyaniline in Emeraldine Salt Form and Emeraldine Base Form as Active Materials of Plastics Solar Cells"*, Proceedings of the 2007 Conference on Solid State Ionics; Serpong, Tangerang, Indonesia, 2007
29. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, *"Microstructure Characterization of Sensor Based on Electronic Ceramic Materials"*, Proceedings of The 9th Conference on Instrumentation and Control, ITB Bandung, Indonesia, 2007

- **Jurnal Ilmiah Nasional**

1. Abdul Halim Daulay,**Bambang Sunendar Purwasasmita**. *Sintesis Scaffold Alginat – Kitosan/Hidrosiapatit Melalui Proses Biommetik untuk Rekayasa Jaringan Tulang*, BIONATURA, 2013
2. Denny Nurdin, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, *Sintesis dan Karakterisasi Mikrokapsul Sodium Alginat dengan Senyawa Aktif Chlorhexidine 2%*, BIONATURA, 2013
3. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Panji Gigih Perkasa, Ahmad Nuruddin, Leanddas Nurdiwijayanto. *Sintesis dan Karakterisasi Bahan Magnetik Fe_3O_4-Silika Core-Shell untuk Aplikasi Penanganan Kanker sebagai Bagian dari New Drug Delivery System*, Jurnal Gelas dan Keramik Indonesia, 2011

4. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Gina Mayang Lestari, Niki Prastomo, Frank Edwin, *"Pengaruh Molar Rasio Tetracalcium Phosphate dan Dicalcium Phosphate dan Penambahan Chitosan Sebagai Gelling Agent dalam Sintesis Pasta Calcium Phosphate Cement"*, BIONATURA, Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik, Volume 13 No. 1, Maret 2011, ISSN: 1411-0903
5. Rifki Septawendar, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Suhanda, Leanddas Nurdiwijayanto, Taufan Hidayat, *"Oryza sativa Pulp as Template in a-Alumina Nanocrystalline Synthesis by Precursor Calcining Process"*, Jurnal Selulosa, Vol. 1, No. 1, pp. 1-7, 2011
6. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Gina Mayang Lestari, Niki Prastomo, Frank Edwin, *"Pengaruh Molar Ratio Tetracalcium Phosphate dan Dicalcium Phosphate dan Penambahan Chitosan sebagai Gelling Agent dalam Sintesis Pasta Calcium Phosphate Cement"*, Bionatura, Vol. 13, No. 1, 2011.
7. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Maria Puspita, *"Sintesis Lapisan Tipis Barium Titanat ($BaTiO_3$) Melalui Metode Self-Assembly Monolayers (SAMs) dengan 3(Mercaptopropyl) Trimethoxysilane Sebagai Activator Agent"*, Jurnal Gelas dan Keramik Indonesia, Vol. 19, No. 2, 2010
8. Frank Edwin, Rifki Septawendar, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Suhanda dan Leandadas Nurdiwijayanto, *"Sysnthesis and Characterization of a-Alumina Nano Powder with Oryza Sativa Pulp as Template by Precursor Calcining Process"*, Jurnal Riset Industri Vol. III No. 3, Desember 2009, ISSN : 1978 - 5852, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Departemen Perindustrian

9. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Dona Yuliati dan Arie Wibowo, *"Sintesis dan Karakterisasi Serbuk Hydroxyapatite dari Kulit Telur dengan Metode Solution Combustion"*, Jurnal BIONATURA Volume 11, No. 3, Nopember 2009, ISSN 1411 - 0903, LPPM Universitas Padjadjaran

10. **Bambang Sunendar P.**, Mery Agustina, Arie Wibowo, Hernawan, *"Sintesis Barium Titanat ($BaTiO_3$) Nano Partikel Fasa Tetragonal Menggunakan Metode Proses Prekursor"*, Jurnal Riset Industri Volume III No. 2, Agustus 2009, ISSN 1978-5852, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Departemen Perindustrian

11. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Mayang Seruni dan Arie Wibowo, *"Sintesis dan Karakterisasi ZnO Berukuran Nano dengan Pupl Acacia Mangium Sebagai Template Dari Metode Precursor Process"*, Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia Vol. 18 No.1, Juni 2009, Departemen Perindustrian, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Balai Besar Keramik, ISSN 0854 – 5405

12. **Bambang Sunendar**, Weko Abhinimpuno, *"Preparation of Calcium Phospahate Bioceramic Powders Synthesized in Simulated Body Fluid Media"*, BIONATURA, Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik, Volume 11, No. 1, Maret 2009, ISSN 1411-0903

13. **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Rudy Octavianus Sihombing, *"Preparasi dan Karakterisasi Material Keramik Barium Titanat ($BaTiO_3$) dengan Metode Pertumbuhan Butir Terorientasi untuk Aplikasi Piezoelektrik"*, Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol. 9, No. 2, 2008

14. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Adhietya Saputra, *"Sintesis dan Karakterisasi Kapsul Mikro Silika Dengan Senyawa Aktif Hidrofilik yang Dienkapsulasi"*, Arena Tekstil Volume 23 No. 2 - Desember 2008 : 52-109, Balai Besar Tekstil

15. **Bambang Sunendar** dan Irwan Taufik Hermawan, *"Preparasi dan Karakterisasi Kalsium Ferit dari Keramik Biogelas Menggunakan Simulated Body Fluid (SBF) Ringer untuk Aplikasi Identifikasi Sel Kanker"*, Jurnal Sains Materi Indonesia Volume 10, No. 1, Oktober 2008, Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir, Badan Tenaga Nuklir Nasional Indonesia

16. **Bambang Sunendar Purwasasmita** dan Ramos Samuel Gultom, "*Sintesis dan Karakterisasi Serbuk Hidroksiapatit Skala Sub-Mikron Menggunakan Metode Presipitasi"*, Bionatura, Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik, Volume 10, No. 2, Juli 2008, Lembaga Penelitian Universitas Padjadjaran, ISSN 1411 – 0903

17. **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Tri Handoko dan Subari, *"Pembuatan Ceramic Foam dari Limbah Gypsum dan abu Sekam Padi untuk Isolasi Panas dan Peredam Suara"*, Jurnal Gelas dan Keramik Indonesia, Vol. 17, No. 1, 2008

18. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Roland P.H., *"Sintesa, Karakterisasi and Fabrikasi Materi Berpori untuk Aplikasi Pelet Apung (Floating Feed)"*, Bionatura, Vol. 10, No. 1, 2008

19. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Hangga Gunadharma, *"Composition Effect to Magnetic Properties Product on the Synthesis of Mn-Zn Ferite Powder"*, Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol. 8, 2007

20. **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Suyatman, Chriswan Sungkono, *"Persiapan, Pembuatan dan Karakterisasi Paduan Ingat Bentuk Cu-Al-Ni"*, Jurnal Sains Materi Indonesia. Vol. 7, No. 3, pp. 98-102, 2006

21. **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Suyatman, Anton Setiady, *"Sintesa dan Karakterisasi Ferrofluid"*, Jurnal Gelas dan Keramik Indonesia, Vol. 15, No. 2, 2006

- **Makalah Ilmiah Dalam Proceeding atau Disajikan Dalam Seminar / Simposium / Pertemuan Ilmiah Nasional**

1. Muhammad Rifqi Aufan, Abdul Halim Daulay, Decky Indriani, Ahmad Nuruddin, **Bambang Sunendar**. *Sintesis Scaffold Alginat-Kitosan-Karbonat Apatit Sebagai Bone Gaft Menggunakan Metode Freeze drying.* Prosiding Seminar Nasional Biomaterial 2012. Bogor.
2. Aris Kusnandar, Farida Idealistina Muchtadi, **Bambang Sunendar.** *Pengaruh Penambahan Nanopartikel Cu_2O pada Pelumas Terhadap Sifat-Sifat Tribologi untuk Kontak Antar Logam.* Prosiding Seminar Nasional Keramik XI, Bandung, 11 Juli 2012.
3. Eneng Maryani, Subagyo, **Bambang Sunendar,** Ahamd Nuruddin. *Ekstraksi dan Pemurnian Alumina dari Lempung*. Prosiding Seminar Nasional Keramik XI, Bandung, 11 Juli 2012.
4. Lucyana Dwi Larasati, **Bambang Sunendar,** Nugraha. *Sintesis dan Karakterisasi Kristal Zirkonia dengan Parameter Zat Penyetabil dan Referensi Rasio Molar Menggunakan Metode Base Hot Water Treatment (BHWT).* Prosiding Seminar Nasional Keramik XI, Bandung, 11 Juli 2012.
5. Irma Nur H.W.T, Farida I. Muchtadi, **Bambang Sunendar.** *Modifikasi Permukaan Stainless Steel 304 Melalui Aplikasi Pembentukan Lapisan Tipis TiO_2 dan Kitosan Menggunakan Metode Self Assembly Monolayer untuk Ketahanan Korosi pada Bejana Ukur.* Prosiding Seminar Nasional Keramik XI, Bandung, 11 Juli 2012.
6. Yulia Artati, Farida I. Muchtadi, **Bambang Sunendar.** *Analisis Pembentukan Lapisan Tipis ZnO Menggunakan Metode Sel Assembly Mono Layer Pada Stainless Steel 304 Sebagai Proteksi Korosi (Studi Kasus Aplikasi pada Bejana Ukur dan Meter Prover)*. Prosiding Seminar Nasional Keramik XI, Bandung, 11 Juli 2012.
7. Rifki Septawendar, **Bambang Sunendar,** Suhanda. *Penyiapan NanoPartikel Tetragonal Zirkonia (TZP) Melalui Metode Gel Prekursor dengan Kalsinasi Suhu Rendah.* Prosiding Seminar Nasional Keramik XI, Bandung, 11 Juli 2012.
8. Rizki Ashari, **Bambang Sunendar,** Nugraha. *Pengaruh Perlakuan Hidrotermal Terhadap Pembentukan MonoKlinik Titania (TiO_2-B) Nano Wireuntuk Applikasi Naterai Lithium- Ion.* Prosiding Seminar Nasional Keramik XI, Bandung, 11 Juli 2012.
9. R. Iman Adipurnama, **Bambang Sunendar Purwasasmita**, *"Sintesis dan Karakterisasi Morfologi SiO2-Chitosan Core-Shell Melalui Proses Stober untuk Aplikasi Drug Delivery"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik X – Balai Besar Keramik, Bandung, Indonesia, 2011
10. Rofi Yudisthira, **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Ahmad Nuruddin, Hernawan, *"Sintesis dan Karakterisasi Aluminum Nitride dengan Menggunakan Template Kayu Waru Sebagai Energizer"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik X – Balai Besar Keramik, Bandung, Indonesia, 2011
11. Lilis Yuliastiyawati, Leanddas Nurdiwijayanto, **Bambang Sunendar Purwasasmita,** *"Sintesis dan Karakterisasi Barrium*

Ferrite dengan Penambahan Cetyltrimethyl-ammonium Bromide (CTAB) sebagai Surfaktan", Prosiding Seminar Nasional Keramik X – Balai Besar Keramik, Bandung, Indonesia, 2011

12. Anisa Kurniawati, Nina Djustiana, Renny Febrida, **Bambang Sunendar Purwasasmita,** *"Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Magnesia Partially Stabilized Zirconia (Mg-PSZ) dengan Metode Sol-Gel"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik X, Bandung, Indonesia, 2011
13. R.M. Dewandanu, **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Andi Ramdhan Zaini, Rifki Septawendar, *"Sintesis dan Karakterisasi Gamma-Alumina Berbasis Ceramic Foam untuk Aplikasi Catalytic Converter Automobile"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik X – Balai Besar Keramik, Bandung, Indonesia, 2011
14. Riyan Achmad Budiman, Leanddas Nurwijayanto, **Bambang Sunendar,** *"Sintesis dan Karakterisasi Lanthanum Ferrite sebagai Material Katoda Solid Oxide Fuel Cell dengan kayu Waru sebagai Template Porous Material"*, Seminar Nasional Sain dan Teknologi Dalam Penanganan Energi Ke-VI, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unjani, Cimahi, 25 Mei 2010, ISBN: 978-979-98582-2-1
15. Rifki Septawendar, Leanddas Nurwijayanto, **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Suhanda, and Frank Edwin, *"Sintesis dan Karakterisasi Alumina-Zirkonia Dengan Pulp Oryza Sativa Sebagai Template Melaui Metode Precursor Calcining Process"*, Seminar Nasional Keramik IX, Hotel Savoy Homann - Bandung 14 Juli 2010, ISSN 1693-7163
16. Riyan Achmad Budiman, Leanddas Nurwijayanto, **Bambang Sunendar,** dan Ahmad Nuruddin, *"Sintesis dan Karakterisasi Lanthanum Chromite sebagai Material Elektroda Solid Oxide Fuel Cell dengan Kayu Waru sebagai Membrane Support"*, Seminar Nasional Keramik IX, Hotel Savoy Homann - Bandung 14 Juli 2010, ISSN 1693-7163
17. **Bambang Sunendar,** Leanddas Nurwijayanto, Didi Fauzan dan Muchtar Aziz, *"Pemanfaatan RED MUD sebagai Limbah Ekstraksi Bauksit Pada Industri Alumina Untuk Pembuatan Tawas Kalsium"*, Seminar Nasional Keramik IX, Hotel Savoy Homann - Bandung 14 Juli 2010, ISSN 1693-7163
18. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Muhammad Syaifun Nizar, dan Hernawan, *"Sintesis dan Karakterisasi Silikon Karbida Amorphous dari Bahan Karbon Aktif Kayu Waru Sebagai Template Yang Diimpregnasi Waterglass Dengan Proses Biomimetik Untuk Aplikasi Element Pemanas"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik IX, Hotel Savoy Homann - Bandung 14 Juli 2010, ISSN 1693-7163
19. **Bambang Sunendar,** *"Inspirasi Proses Biomineralisasi Dalam Sintesis Nano Struktur Lapisan Tipis Keramik Dengan Metode Selft Assembly Monolayer (SAMs)"*, Keynote Speaker pada Seminar Nasional Keramik IX, Hotel Savoy Homann - Bandung 14 Juli 2010, ISSN 1693-7163
20. Benedict Taftazan, **Bambang Sunendar**, Suyatman, *"Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Magnetik Fe3O4-Chitosan untuk Aplikasi Terapi Kanker"*, Prosiding Seminar Nasional Metalurgi dan Material IV (SENAMM IV) 2010, Cilegon, 14-15 Juli 2010, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, ISBN: 978-602-97095-0-6
21. **Bambang Sunendar,** Usamah, Ahmad Nuruddin, *"Sintesis dan*

Karakterisasi Serbuk Nikel - Chitosan Nano-mikropartikel Magnetik untuk Aplikasi Terapi Kanker", Prosiding Seminar Nasional Metalurgi dan Material IV (SENAMM IV) 2010, Cilegon, 14-15 Juli 2010, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, ISBN: 978-602-97095-0-6

22. Heru Hermawan, **Bambang Sunendar,** *"Sistesis dan Karakterisasi Nanopartikel Yttrium Stabilized Zirconia (YSZ) sebagai Dental Bridge Materials"*, Prosiding Seminar Nasional Metalurgi dan Material IV (SENAMM IV) 2010, Cilegon, 14-15 Juli 2010, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, ISBN: 978-602-97095-0-6
23. Ronny Arian Hidayat, **Bambang Sunendar,** Ahmad Nuruddin, *"Sistesis dan Karakterisasi Membran Silika dengan Metode Sol-Gel untuk Aplikasi Controlled Release Fertilizer (CRF)"*, Prosiding Seminar Nasional Metalurgi dan Material IV (SENAMM IV) 2010, Cilegon, 14-15 Juli 2010, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, ISBN: 978-602-97095-0-6
24. Andi Ramadhan Zaini, **Bambang Sunendar,** Ahmad Nuruddin, Fahri Abdjan, Riyan Achmad Budiman, *"Sintesis dan Karakterisasi MCM-41 Supported Nickel Catalyst Dengan Menggunakan Metoda Sol-Gel"*, Prosiding Seminar Nasional Metalurgi dan Material IV (SENAMM IV) 2010, Cilegon, 14-15 Juli 2010, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, ISBN: 978-602-97095-0-6
25. Afia Abdan M., **Bambang Sunendar**, *"Sintesis dan Karakterisasi Mikrokapsul Silika dengan Span-60 sebagai Surfaktan untuk Aplikasi Controlled Release: Pengaruh Kecepatan Emulsifikasi (Pengaruh Kecepatan Emulsifikasi)"*, Prosiding Seminar Nasional Metalurgi dan Material IV (SENAMM IV) 2010, Cilegon, 14-15 Juli 2010, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, ISBN: 978-602-97095-0-6

26. Eresti Tyas Ayu dan **Bambang Sunendar Purwasasmita,** *"Sintesis dan Karakterisasi Serbuk Nanokomposit (Zirkonia-Silika-Hidroksiapatit) Sebagai Filler Bahan Restorasi Untuk Aplikasi Direk Pada Gigi"*, Prosiding Seminar Nasional Metalurgi dan Material IV (SENAMM IV) 2010, Cilegon, 14-15 Juli 2010, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, ISBN: 978-602-97095-0-6
27. **Bambang Sunendar,** Maria Puspita, *"Sintesis dan Karakterisasi Lapis Tipis Barium Titanat ($BaTiO_3$) melaui Metode Self-Assembly"*, Prosiding Seminar Nasional Metalurgi dan Material IV (SENAMM IV) 2010, Cilegon, 14-15 Juli 2010, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, ISBN: 978-602-97095-0-6
28. **Bambang Sunendar,** Mery Agustina, Arie Wibowo, Evie Oktavia, *"Sistesis Partikel Nano Barium Titanat Menggunakan Metode Proses Prekursor dengan Pulp Merang sebagai Templat"*, Seminar Teknologi Pulp dan Kertas, Bandung, 18 Nopember 2009, Hotel Savoy Homann, ISBN: 978-979-95271-7-2
29. **Bambang Sunendar Purwasasmita**, Agung Kurnia, Arie Wibowo, *"Sintesis Material Nanopori Zeolit (ZSM-5) dari Coal Fly Ash"*, Seminar Nasional Zeolit VI, Terobosan Aplikasi Teknologi Mikro-Nano Zeolit dalam Bidang Industri, Pertanian, dan Lingkungan, Bandung, 4 November 2009
30. **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Silmy Mawaliya Muslim dan Agus Wahyudi, *"Pemanfaatan Red Mud sebagai Ceramic Coating pada Baja untuk Modifikasi Permukaan"*, Prosiding Temu Ilmiah Nasional Dosen Teknik VIII 2009, Peran Pengembangan Teknologi

di Perguruan Tinggi dalam Mendorong Kemandirian Bangsa, Auditorium Gedung Utama, Universitas Tarumanagara, 25 November 2009, ISBN 978-979-99723-1-7

31. **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Nur IndriaLisdiani, *"Sintesis dan Karakterisasi Serbuk Nanokomposit Hidroksiapatit-Zirkonia Melalui Teknik Kopresipitasi untuk Aplikasi Filter Tambal Gigi"*, Prosiding Temu Ilmiah Nasional Dosen Teknik VIII 2009, Peran Pengembangan Teknologi di Perguruan Tinggi dalam Mendorong Kemandirian Bangsa, Auditorium Gedung Utama, Universitas Tarumanagara, 25 November 2009, ISBN 978-979-99723-1-7
32. Abdulloh Rifai dan **Bambang Sunendar Purwasasmita**, *"Karakteristik Optik dan Struktur dari Zinc Oxide Thin Film yang di Buat dengan Metode Self Assembled Monolayers (SAMs)"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik VIII, Hotel Savoy Homan - Bandung, 27 Mei 2009
33. Pandu Tresnalaga, **Bambang Sunendar Purwasasmita,** *"Sistesis dan Karakterisasi Serbuk Hidroksiapatit dengan Bahan Dasar Kulit Keong Achatina Fulica Melaui Metode Refluks"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik VIII, Hotel Savoy Homan - Bandung, 27 Mei 2009
34. Tomi Bastomi, **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Rifki Septawendar, *"Sintesis dan Karakterisasi Serbuk a-Al2O3 Skala Submikron dengan Metoda Proses Prekursor"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik VIII, Hotel Savoy Homan - Bandung, 27 Mei 2009
35. Maya Rhamdhanika, **Bambang Sunendar,** Hernawan dan Yulia

Setiawati, *"Sintesis Keramik Titanium Karbida (TiC) dengan Menggunkan Pulp Merang sebagai Sumber Karbon"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik VIII, Hotel Savoy Homan - Bandung, 27 Mei 2009

36. **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Vicki Agustino dan Hernawan, *"Sintesis Membran Keramik Silikon Karbida dari Kayu Waru (Hibscus Tiliaceus) sebagai Tamplate yang di imppregnasi Silika dengan Metoda Biomimetik"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik VIII, Hotel Savoy Homan - Bandung, 27 Mei 2009
37. Iken Retowulan, **Bambang Sunendar,** Freddy Marpaung, Yanto Nugroho, *"Preparasi dan Karakterisasi a-Alumina Berpori untuk Aplikasi Membrane Support"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik VII, Pemasyarakatan Iptek Keramik Berbasis Bahan Baku Alam dan Hasil Sintesis, Departemen Perindustrian, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Bandung, Balai Besar Keramik, 23 Juli 2008, ISSN 1693-7163
38. Arie Wibowo, Ariyana Dwiputra Nugraha, **Bambang Sunendar Purwasasmita,** *"Sintesis dan Karakteristik Xerogels TiO2-SiO2-PDMS Melalui Metode Sol Gel"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik VII, Pemasyarakatan Iptek Keramik Berbasis Bahan Baku Alam dan Hasil Sintesis, Departemen Perindustrian, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Bandung, Balai Besar Keramik, 23 Juli 2008, ISSN 1693-7163
39. **Bambang Sunendar,** Mahetsa Mukhti, *"Pengaruh Atmosfer Sintering pada Pertumbuhan Tekstur Kalsium Alumina Ferrite sebagai Bahan Keramik Magnetik"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik VII, Pemasyarakatan Iptek Keramik Berbasis Bahan Baku Alam

dan Hasil Sintesis, Departemen Perindustrian, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri, Bandung, Balai Besar Keramik, 23 Juli 2008, ISSN 1693-7163

40. **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Mahetsa Mukti, *"Pengaruh Atmosfer Sintering pada Pertumbuhan Tekstur Kalsium Alumina Ferrite Sebagai Bahan Keramik Magnetik"*, Seminar Nasional Keramik VII – Balai Besar Keramik, Bandung, Indonesia, 2008
41. Arie Wibowo, Bunbun Bundjali, **Bambang Sunendar Purwasasmita,** *"Sintesis F-doped Tin Oxide dengan Metode Sol Gel"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik VI – Balai Besar Keramik, Bandung, Indonesia, 2007
42. **Bambang Sunendar Purwasasmita,** *"Pokok Permasalahan Material dan Pemrosesan dalam Struktur Nano Semikonduktor Sensor Gas"*, Seminar Nasional Keramik VI – Balai Besar Keramik, Bandung, Indonesia, 2007
43. Yudi Nugraha Thaha, **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Ahmad Nuruddin, *Struktur Nano Lapisan Tipis SnO_2 Didoping Sb Dengan Metode Sol-Gel Dip Coating*, Prosiding Seminar Nasional Keramik VI – Balai Besar Keramik, Bandung, Indonesia, 2007
44. **Bambang Sunendar Purwasasmita,** *"Material Science and Basic Research in University: Expectation and Realities"*, Workshop Peningkatan Kerjasama Teknologi dengan Perguruan Tinggi dalam Rangka Pembangunan Industri Elektronika Nasional dan Kajian Pendirian Balai Elektronika, Batam, Indonesia 2006
45. **Bambang Sunendar Purwasasmita,** Bambang Ariwahjoedy, Lucky Leonardus Gunawan, *"Pembuatan Lapisan Tipis Timah IV Oksida untuk Sensor Gas dengan Metode Sol-Gel"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik V – Balai Besar Keramik, Bandung, Indonesia, 2006
46. M. Sina Sulaeman, Andreas Purnadi, **Bambang Sunendar Purwasasmita,** *"Karakterisasi Zirkon Lokal dan Zirkon Komersial Sebagai Bahan Opasitas Keramik Tegel"*, Prosiding Seminar Nasional Keramik II – Balai Besar Keramik, Bandung, Indonesia, 2004
47. **Bambang Sunendar Purwasasmita,** *"Efek Mikrostruktur Terhadap Sifat Dielektrik Pada Keramik Komposit $BaTiO_3$-$Li_2Si_2O_5$"*, Prosiding Seminar Keramik II – Balai Besar Keramik, Bandung, Indonesia, 2003
48. **Bambang Sunendar Purwasasmit**a, *"Pengaruh Penambahan $Li_2Si_2O_5$ pada Sintering dan Mikrostruktur $BaTiO_3$"*, Prosiding Seminar "Keramik Dalam Memacu Pembangunan" – Balai Besar Keramik, Bandung, Indonesia, 2002

PELATIHAN PROFESIONAL

- 2011 : Peningkatan dan Pengembangan Penelitian Bidang Material Gigi, Program Studi Kedokteran Gigi, Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- 2011 : Peningkatan dan Pengembangan Penelitian Bidang Material Gigi, Program Studi Kedokteran Gigi Universitas Jendral Soedirman, Purwekerto.
- 2010 : Preparasi Amorfus Nano Partikel SiC dari Kayu Waru untuk Aplikasi Heating Element, B4T, Kementrian Perindustrian.
- 2009 : Preparasi Nano Partikel TiC untuk Aplikasi Nano

Coating Pada Alat Potong, Balai Besar logam dan Mesin (BBLM), Departemen Perindustrian.

- 2008 : Peningkatan dan Pengembangan Penelitian Bidang Material Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjadjaran Bandung.
- 2008 : Peningkatan Penelitian bidang Biomaterial, Departemen Fisika, FMIPA-IPB, PHK A-2, Bogor.
- 2008 : Pembuatan Pelet Ikan Apung untuk Petani ikan, Kelompok Tani Citra Lestari Kab. Subang.
- 2008 : Pemurnian Pasir Silika di Kab. Langkat Sumatera Utara Untuk Aplikasi Wafer Silikon Polikristalin Sel Surya, Direktorat Elektronika, DepartemenPerindustrian.

KEGIATAN PROFESIONAL/PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

- 2006-skrg. : Tim Pengelola Program Detasering dan Magang, Ditnaga, DIKTI, DEPDIKUD.
- 2008 : Narasumber di Dinas Perikanan Jawa Barat: Perancangan Industri Pakan Ikan Rakyat di Kab. Subang Jawa Barat.
- 2006-2008 : Narasumber di Departemen Perindustrian Direktorat Elektronika: Perancangan Industri Bahan Baku silika dan Tanah liat untuk Komponen Elektronik di Kab Langkat Sumatera Utara.