

Bab I

Pendahuluan

1. Pengantar

Kimia material merupakan mata kuliah pengembangan wawasan yang memerlukan kajian berbagai disiplin ilmu. Deskripsi perkuliahan kimia material adalah eksplorasi berbagai aspek kimia yang merupakan kunci dalam sintesis material-material fungsional masa depan, seperti material fotonik, material informasi, material cerdas (*smart materials*), biomaterial, material biomedis, material energi, material berpori, material keras, polimer maju, serta material-material dengan modifikasi permukaan dan antarmuka.

Kajian kimia material memerlukan berbagai disiplin ilmu, hal ini tidak dapat diartikan sebagai intervensi terhadap bidang disiplin ilmu lain. Satu hal yang perlu disadari adalah bagaimana mengatasi ketertinggalan kita dalam tren teknologi.

Terdapat perbedaan yang mendasar antara materi yang telah dikenal dalam kimia dan istilah material yang terdapat dalam kimia material. Ilmu kimia mempelajari sifat materi, baik itu intensif maupun sifat ekstensifnya. Akan tetapi dalam kimia material dikaji sifat-sifat materi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai fungsi tertentu. Misalnya sifat-sifat tertentu dari bahan unsur metaloid (silikon, germanium, dan arsen) yang dapat dimanfaatkan sebagai material semikonduktor.

Tujuan umum perkuliahan adalah melakukan eksplorasi ke berbagai topik dengan tujuan membuka wawasan serta menstimulasi gagasan (ide) kreatif dalam faset kimia yang merupakan kunci dalam perkembangan teknologi material termasuk teknologi nano material.

Adapun pokok bahasan dan sub pokok bahasan terdiri dari : pendahuluan yang menguraikan beberapa konsep dan terminologi dalam kimia material. Kimia material masa lampau kini dan masa mendatang, serta peran kimia, faktor politik dan ekonomi, serta isu dalam pengembangan material.

Bahasan yang kedua dan ketiga, meliputi logam, oksida logam dan alloy, material konduktor, semikonduktor, superkonduktor dan isolator. Material logam diperluas dengan konduktor satu dimensi, superkonduktor satu dan dua dimensi, dan ferromagnet berbasis garam transfer elektron.

Bahasan keempat tentang material polimer maju, struktur polimer terkonyugasi, preparasi serta proses dan doping polimer terkonyugasi, polimer konduktor ionik dan elektronik, polimer elektrolit seta aplikasinya.

Bahasan kelima adalah material kristal cair termotropik, kristal cair kalamatik, kristal cair organologam, kristal cair diskotik, dan polimer kristal cair. Bahasan keenam sampai ke sepuluh terdiri material berstruktur dan berpartikel nano, material berpori dan material berlapis, material keramik, material komposit dan biomaterial.

2. Kimia Material : Masa Lampau, Kini dan Mendatang

Peradaban manusia diklasifikasikan berdasarkan kebanyakan material yang digunakan pada saat itu, sehingga kita mengenal zaman batu, zaman perunggu, dan zaman besi (material sebagai trademark budaya).

Kimia merupakan kajian ilmu tentang komposisi, struktur, sifat, dan transformasi senyawa ke senyawa lainnya. Material atau bahan adalah benda atau materi yang dengan sifat-sifat yang khas dimanfaatkan dalam mesin, bangunan, peralatan dan produk. Misalnya logam, keramik, semikonduktor, polimer, gelas, serat, kayu, pasir, batu dan berbagai komposit.

Materi yang digunakan oleh manusia mengikuti siklus :

Bahan mentah---Bahan baku-----Bahan teknik-----Bahan jadi

Bahan mentah diambil dari bumi melalui penambangan, pengeboran, penggalian atau panen. Selanjutnya diolah menjadi bahan baku seperti logam, bahan petrokimia kemudian diolah menjadi bahan teknik, misalnya kawat, besi beton, plastic, dan kayu lapis yang digunakan untuk bahan jadi misalnya kursi, lampu, lemari dan sebagainya.

Kajian kimia material adalah memanfaatkan sifat-sifat materi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai fungsi tertentu sebagai bahan baku yang pada akhirnya menjadi bahan jadi yang digunakan oleh masyarakat yang lebih luas. Misalnya sifat materi yang terdapat pada unsure metalloid telah digunakan sebagai bahan semikonduktor yang dimanfaatkan pada fungsi LED (Light Emitting Diode) selanjutnya masyarakat luas menyebutnya sebagai display. Oleh karena itu material yang telah dimanfaatkan fungsinya disebut sebagai material.

Materi-----Material-----diaplikasika-----Device-----Sistem (adaptif dan integrative/teknologi)

Kimia material merupakan suatu kajian/ disiplin ilmu yang multidisiplin. Latar belakang diberikan perkuliahan ini adalah melihat perkembangan dunia yang mengarah pada tiga bidang yaitu ;

1. Teknologi informasi (komunikasi)
2. Bioteknologi (kesehatan, lingkungan, pangan dan sebagainya)
3. Nano teknologi (material dan engineering) termasuk di dalamnya biomaterial, material biomedis yang selanjutnya memberikan kontribusi pada perkembangan teknologi informasi dan bioteknologi.

Oleh karena itu tekonologi informasi, bioteknologi dan nanoteknologi terdapat saling berkaitan satu sama lainnya. Misalnya biomaterial berupa membrane yang

digunakan pada pencucian darah dan alat pemacu jantung yang merupakan teknologi nano yang dimanfaatkan pada kesehatan (biomedis).

Material science dan engineering berkembang sejak tahun 1970 yaitu dengan terbentuknya beberapa departemen di universitas dunia terkemuka. Kajian kimia sudah lebih ekstensif lagi karena memerlukan berbagai disiplin ilmu (Fisika, teknik Kimia, teknik elektronika, dan sebagainya).

Secara konvensional material dikelompokkan atas dasar jenisnya, yaitu :

1. Logam dan alloy
2. Polimer dan komposit
3. Keramik (material semen, gelas, dan kaca)
4. Material alamiah (kayu dan karet)
5. Material elektronik dan semikonduktor

Pada Gambar 1, seleksi material berdasarkan sifat kekakuan (Modulus Young), makin tinggi nilainya akan semakin kaku dan makin besar densitasnya akan makin berat. Oleh karena itu bergantung pada sifat mana dari material yang akan kita manfaatkan. Artinya aspek pemilihan sifat bahan akan menentukan sifat material baru yang diinginkan.

Gambar 1. Seleksi material berdasarkan sifat kekakuan dan densitasnya

Berdasarkan pemahaman Tabel periodic yang sudah dikenal, material dapat dikelompokkan berdasarkan jenis ikatannya, yaitu :

1. Ikatan ionic, misalnya pada material keramik (logam dan bukan logam)
2. Ikatan kovalen pada material polimer (bukan logam)
3. Ikatan semi kovalen pada material semikonduktor (metalloid)
4. Ikatan logam pada material logam dan alloy (logam transisis)

Klasifikasi material berdasarkan fungsi

1. Estetis, semata-mata aksesoris saja dan tidak memerlukan teknologi
2. Struktur, mulai digunakan teknologi yang harus mempertimbangkan sifat-sifat mekanik yaitu plastisitas, kekuatan kerapatan, kekerasan, densitas, dan sebagainya
3. Fungsional, materi yang berfungsi dalam melakukan tugas tertentu, misalnya merubah energy listrik menjadi energy cahaya (pada lampu neon), menahan panas dan fungsi yang lebih tinggi lagi, yang dikenal dengan material cerdas, yaitu ysngmempunyai fungsi tertentu yang digunakan sebagai contoh sensor dan actuator.

3. Kimia Material dan Ekonomi

Pemanfaatan material untuk komoditas ekonomi yang aplikabel dapat diproduksi dan di jual. Beberapa aspek yang perlu diperhatikan adalah bahan baku, pengolahan material menjadi material jadi yang digunakan sebagai komponen, yang selanjutnya menjadi piranti yang komersil perlu mempertimbangkan cost yang dikeluarkan.

Proses manufaktur (pemrosesan material) perlu diperhatikan beberapa aspek diantaranya laju pembuatan, otomatisasi dan yang lebih penting lagi teknologi yang ramah lingkungan.

Pada seleksi material aspek yang perlu dipertimbangkan adalah :

1. Cost (harga bahan baku)
2. Kinerja (teknik)
3. Kebolehprosesan (processability)

Seleksi material untuk kepentingan struktur perlu mempertimbangkan sifat kekakuan dan densitas. Sedangkan untuk fungsi optic perlu mempertimbangkan sifat-sifat seperti indeks bias dan kerapatan material.