

Silikat dan Titanium Silikat Mesopori-Mesostruktur Berbasis Struktur Heksagonal dan Kubik

Hari Sutrisno¹⁾, Retno Arianingrum¹⁾ dan Ariswan²⁾

¹⁾Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta (UNY)

²⁾Jurusan Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta (UNY)

Diterima Januari 2005, disetujui untuk dipublikasi Maret 2005

Abstrak

Telah berhasil disintesis dan dipelajari material mesopori-mesostruktur silikat (MCM-41 & MCM-48) dan titanium silikat (Ti-MCM-41 & Ti-MCM-48). Material MCM-41 dan MCM-48 diperoleh dari hidrolisis dan kondensasi tetraetil ortosilikat (TEOS) sebagai sumber silika dan surfaktan cetiltrimetil amonium bromida (CTAB) sebagai pencetak. NaOH sebagai pembentuk basa dan air sebagai pelarut, sedangkan pada sintesis Ti-MCM-41 dan Ti-MCM-48 ditambahkan kristal $[Ti_8O_{12}(H_2O)_{24}]Cl_8 \cdot HCl \cdot 7H_2O$ sebagai sumber titanium. Surfaktan dapat dihilangkan melalui kalsinasi dalam tungku pemanas pada suhu $550^\circ C$ selama 5 jam. MCM-41 dan Ti-MCM-41, masing-masing memiliki struktur heksagonal dengan grup bidang $p6$, dan parameter kisi berturut-turut, yaitu $a = 44,09$ dan $49,48 \text{ \AA}$, sedangkan MCM-48 dan Ti-MCM-48, masing-masing memiliki struktur kubik dengan grup ruang $Ia3d$ dan parameter kisi, yaitu $a = 87,46$ dan $94,42 \text{ \AA}$.

Kata kunci : mesopori-mesostruktur, MCM-41, MCM-48, Ti-MCM-41, Ti-MCM-48, Struktur Heksagonal, Struktur Kubik

Abstract

Silicalite (MCM-41 & MCM-48) and titanium silicalite (Ti-MCM-41 & Ti-MCM-48) mesoporous-mesostucture material have been synthesized and studied. Its have been obtained from hydrolysis and condensation of reactant : tetraethyl orthosilicate (TEOS) as silicium source and cetyltrimethyl ammonium bromide (CTAB) surfactant as template, NaOH as base and water solution. Ti-MCM-41 & Ti-MCM-48 mesoporous-mesostucture material have been synthesized from crystal of $[Ti_8O_{12}(H_2O)_{24}]Cl_8 \cdot HCl \cdot 7H_2O$ as titanium source. Surfactant was removed by calcinations at $550^\circ C$ for 5 hours. MCM-41 and Ti-MCM-41 are crystallized on the hexagonal structure, plane group $p6$ with unit cell parameter: $a = 44.09$ and 49.48 \AA respectively, meanwhile MCM-48 and Ti-MCM-48 are crystallized on the cubic structure, space group $Ia3d$ with unit cell parameter: $a = 87.46$ and 94.42 \AA respectively.

Keywords : mesoporous-mesostucture, MCM-41, MCM-48, Ti-MCM-41, Ti-MCM-48, hexagonal structure, cubic structure

1. Pendahuluan

Perkembangan material mesopori-mesostruktur sangat pesat menjadi perhatian banyak peneliti, terutama sejak ditemukannya anggota keluarga M41S dari silikat atau aluminosilikat mesopori-mesostruktur oleh peneliti dari Mobil Oil Corporation pada tahun 1992¹⁾. Surfaktan sebagai agen strukturasi (pencetak atau pembentuk struktur) digunakan untuk mendapatkan material silikat dengan struktur lapis (lamellar) (MCM-50), heksagonal (MCM-41) dan kubik (MCM-48).

Penemuan tersebut mengundang minat untuk mengembangkan material sejenis, yaitu titanium silikat mesopori-mesostruktur. Hal ini didorong atas penemuan prekursor baru titanium aquo-okso klorida dengan rumus struktur $[Ti_8O_{12}(H_2O)_{24}] Cl_8 \cdot HCl \cdot 7H_2O$ ²⁾. Kristal ini memiliki sistem monoklinik, grup ruang Cc, dan parameter kisi-kisi : $a = 20,3152(11) \text{ \AA}$; $b = 11,718(7) \text{ \AA}$; $c = 24,2606(16) \text{ \AA}$ dan $\beta = 111,136(7)^\circ$. Senyawa ini tersusun dari kation oktametik $[Ti_8O_{12}(H_2O)_{24}]^{8+}$, molekul air dan anion Cl^- . Struktur kation oktametik berupa kluster dengan simetri pseudo kubik tersusun

dari 8 oktahedral $TiO_3(H_2O)_3$ yang terhubung melalui puncak anion okso. Kristal tersebut bersifat mudah larut dalam air, aseton dan alkohol, sedangkan dalam air dengan konsentrasi tinggi mudah terkondensasi. Penemuan prekursor ini mendorong penelitian baru, yaitu penggunaan ion Ti(IV) dalam kerangka silikat MCM-41 dan MCM-48. Hal ini didasarkan atas kenyataan bahwa Ti(IV) memiliki bilangan koordinasi 4 di samping 5,6 dan 8 dalam senyawanya dengan oksigen (ion okso), sehingga dimungkinkan untuk mengganti posisi ion Si(IV) yang memiliki struktur geometri tetrahedral.

Mesopori-mesostruktur Ti-MCM-41 dan TiMCM-48 memiliki prospek sebagai katalis pada proses hidroksilasi, amoksimasi, epoksidasi, oksidasi senyawa organik melalui mekanisme pusat V^{3+} . Perubahan spesies Ti(IV) menjadi Ti(III) selanjutnya berubah kembali menjadi Ti(IV) merupakan konsep dasar yang terjadi pada proses katalitik redoks senyawa organik di atas. Aktifitas dan selektifitas katalitik material mesopori-mesostruktur di atas, dipengaruhi oleh berbagai faktor di antaranya, morfologi, kristalinitas, kemurnian, porositas, dan kuantitas atom titanium yang masuk dalam kerangka