

**Studi Karakteristik HKUST-1 yang Disintesis  
Menggunakan Metode *Solvothermal*  
pada Variasi Suhu Aktivasi**

Oleh

Khairil Faiz

15/378783/TK/42725

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik  
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 20 Agustus 2021 untuk memenuhi  
sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat Sarjana Program Studi Teknik  
Fisika

**INTISARI**

Teknologi yang ada di dalam proses industri tidak terlepas dari fenomena multifisika. Fenomena ini terjadi pada setiap komponen sistem. Salah satu komponen sistem yang berperan penting adalah komponen sensor. Oleh sebab itu pengembangan teknologi sensor melalui rekayasa material perlu untuk dilakukan. MOF merupakan material berpori yang memiliki karakteristik unik berupa luas permukaan yang besar, pori yang seragam dan relatif besar, serta kandungan logam yang tinggi. MOF digunakan di berbagai bidang seperti sensor kimia, *molecular sieve*, penyimpanan gas, serta katalis. Salah satu MOF yang banyak dipelajari adalah HKUST-1. Metode sintesis dan aktivasi HKUST-1 dapat mempengaruhi karakteristik HKUST-1 yang diperoleh. Sintesis *solvothermal* merupakan proses sintesis yang dilakukan menggunakan pelarut pada suhu dan tekanan yang tinggi. Aktivasi MOF merupakan sebuah proses penghilangan pelarut serta sisa reaksi yang terperangkap di dalam pori MOF. Salah satu metode aktivasi HKUST-1 adalah dengan menggunakan metode *solvent exchange* menggunakan metanol diikuti dengan pemanasan. Suhu aktivasi HKUST-1 pada tahap pemanasan mempengaruhi massa produk yang diperoleh.

Sintesis dilakukan dengan menggunakan metode *solvothermal* menggunakan campuran pelarut air, etanol, serta DMF dengan perbandingan volume yang sama. Sintesis diikuti dengan proses *solvent exchange* selama 3 kali 24 jam untuk kemudian dikeringkan pada variasi suhu aktivasi 29°C, 65°C, 115°C, 155°C, dan 170°C. Penentuan pengaruh suhu aktivasi terhadap massa produk HKUST-1 dilakukan uji statistik dengan uji normalitas Shapiro-Wilk dan uji korelasi Pearson pada tingkat kepercayaan 95%.

Variasi suhu pemanasan pada 29°C hingga 115°C menunjukkan massa produk semakin sedikit. Massa produk tidak berkurang secara signifikan pada suhu pemanasan yang lebih tinggi. Hasil uji XRD dan SEM menunjukkan bahwa semua sampel memiliki kristal menyerupai oktahedral tanpa adanya pengotor CuO dan Cu<sub>2</sub>O.

***Kata kunci:*** *Metal-Organic Frameworks HKUST-1, sintesis solvothermal, aktivasi MOF, solvent exchange, DMF, pola XRD.*

Pembimbing Utama : Ferdiansjah, ST., M.Eng.Sc.

Pembimbing Pendamping : Ir. Anung Muharini, M.T.

**Study of HKUST-1 Characteristics Synthesized  
Using Solvothermal Method  
at Variation of Activation Temperature**

by

Khairil Faiz

15/378783/TK/42725

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics  
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on 20 Agustus 2021 in partial  
fulfillment of the requirement for the Degree of Bachelor of Engineering in  
Engineering Physics.

**ABSTRACT**

The technologies used in industrial processes cannot be separated from the multiphysics phenomenon. This phenomenon occurs in each system component. One component of the system that has an important role is the sensor component. Therefore, advancements in sensor technology via material engineering are necessary. MOF are porous materials with unique features such as high surface area, uniform porous size, and high metal content. MOF is used in various fields such as chemical sensors, gas storage, and catalyst. One of the most studied MOFs is HKUST-1. Synthesis and activation methods affect HKUST-1 characteristics. Solvothermal synthesis is a synthesis process performed using solvent under high temperature and pressure. MOF activation is a process to remove solvent and reaction residual trapped in MOF pores. One method for MOF activation is the solvent exchange, followed by heating the product. Temperature for activation in the heating phase affect obtained product mass.

The solvothermal synthesis method was performed using an equal volume of water, ethanol, and DMF. Synthesis followed by solvent exchange for three times 24 hours then heated in various temperatures at 29°C, 65°C, 115°C, 155°C, and 170°C. A statistical test was performed by the Shapiro-Wilk normality test and the Pearson correlation tests at a 95% confidence level to determine the effects of heating temperature in an activation process on obtained product mass.

Heating temperature variation at 29°C to 115°C exhibits decreasing in obtained product mass. The obtained product mass not significantly decreased for higher heating temperatures. XRD and SEM analysis has shown that all samples are octahedral shapes without any impurity of CuO and Cu<sub>2</sub>O.

**Keywords:** Metal—Organic Frameworks HKUST-1, solvothermal synthesis, MOF activation, solvent exchange, DMF, XRD pattern.

Supervisor : Ferdiansjah, ST., M.Eng.Sc.

Co-supervisor : Ir. Anung Muharini, M.T.