

## INTISARI

Laju produksi dan cadangan bahan bakar fosil yang tersedia saat ini tidak mampu mengimbangi laju konsumsi yang sangat tinggi. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil menghasilkan gas CO<sub>2</sub> yang merupakan salah satu penyebab efek rumah kaca. Salah satu penghasil gas CO<sub>2</sub> adalah sektor transportasi. Dewasa ini, hidrogen mulai dilirik sebagai pengganti bahan bakar fosil. Hidrogen sebagai *energy carrier* membawa jumlah energi yang lebih banyak daripada bahan bakar fosil (Carraro, 2016). Salah satu hambatan dalam penggunaan hidrogen sebagai energi adalah teknik penyimpanannya. Penyimpanan hidrogen secara tradisional (*compressed gas* atau *cryogenic liquid*) membutuhkan energi yang sangat besar. Salah satu metode yang memiliki potensi adalah penyimpanan dengan menggunakan adsorpsi dan yang saat ini menarik perhatian adalah adsorben berbasis karbon. Sebagai adsorben, karbon berpori memiliki kapasitas penjerapan hidrogen yang rendah namun dapat ditingkatkan dengan mengimpregnasikan nanopartikel metal ke dalam karbon. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh karakteristik pori dari karbon terhadap produk metal/karbon yang dihasilkan, mendapatkan isotherm dari material karbon dan metal/karbon serta kapasitas penjerapan hidrogen, mempelajari pengaruh penambahan jenis metal yang digunakan terhadap jumlah hidrogen yang dijerap

Dalam penelitian ini dilakukan proses impregnasi metal ke karbon berpori yang kemudian digunakan untuk adsorpsi hidrogen. Karbon berpori yang digunakan adalah karbon hasil pirolisis *phenolic resin* (dengan *specific surface area* sebesar 1170 m<sup>2</sup>/g dan diameter rerata sebesar 6,05 nm) dan karbon berbahan dasar biomassa tempurung kelapa (dengan *specific surface area* sebesar 1320 m<sup>2</sup>/g dan diameter rerata sebesar 1,80 nm). Kedua karbon diimpregnasi dengan 20 wt% nikel oksida (*single metal*) dan campuran nikel oksida dengan magnesium oksida (*mixed metal*). Untuk proses impregnasi digunakan metode *wet incipient* untuk mendispersikan prekursor metal di dalam pori karbon yang diikuti dengan proses ultrasonifikasi dan kalsinasi pada suhu 375 °C. Karakterisasi material yang dilakukan dengan scanning electron microscopy-EDX (SEM-EDX) dan *x-ray diffraction* (XRD). Kemudian dilakukan uji adsorpsi hidrogen pada suhu ruangan dan *fitting* isotherm.

Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa nanopartikel metal NiO tersebar lebih merata pada karbon berbahan dasar polimer yang memiliki diameter lebih besar. Ketika diimpregnasi dengan nanopartikel *mixed metal* terjadi aglomerasi pada kedua karbon. Isotherm yang paling cocok adalah model Freundlich untuk *pristine* karbon dan model Wang untuk karbon teremban nanopartikel metal. Kapasitas penjerapan nikel oksida/karbon dan *mixed metal*/karbon lebih tinggi dibandingkan karbon tanpa metal. Ketika dibandingkan dengan karbon kosong, terjadi peningkatan sebesar ± 93% pada sistem *single metal*/karbon sedangkan untuk sistem *mixed metal*/karbon terjadi peningkatan sebesar ± 15%.

Kata kunci: adsorpsi, *hydrogen storage*, *phenolic resin*, karbon berpori

### ***Abstract***

*Rate of production and stock of non-renewable fuel that available now can not compensate the rate of consumption. Beside that, the utilization of fossil fuel produce CO<sub>2</sub> gas that causes greenhouse effect. Transportation sector is one of the CO<sub>2</sub> producer. Nowadays, hydrogen is often seen as a suitable replacements for fossil fuel. As energy carrier, hydrogen carries more energy than fossil fuel. One of the problem in using hydrogen is in its storage system. Traditional storages (compressed gas or cryogenic liquid) need a lot of energy. Hydrogen storages play an important part in hydrogen energy scenarios. Several methods have been investigated to store hydrogen effectively and an adsorptive approach is one of the best methods proposed. Porous carbon is among adsorbent materials that have the potential to be used. Unfortunately, on its own, carbon showed a low hydrogen storage capacity. One way to improve the hydrogen uptake is to impregnate carbon with metal. This paper presents the synthesis and characterization of impregnated porous carbon for hydrogen adsorption. The objectives of this paper were to study the effect of pore characteristics on the metal/carbon product, to obtain the best isotherms for hydrogen adsorption on pristine carbon and metal/carbon as well as their capacities and to study the effect of metal addition on the amount of hydrogen adsorbed.*

*The porous carbon employed on this research was polymer-derived carbon synthesized by pyrolysis of phenolic resin (1170 m<sup>2</sup>/g specific surface area and 6.05 nm mean diameter) and biomass-derived carbon (1320 m<sup>2</sup>/g specific surface area and 1.80 nm mean diameter). Both porous carbons were impregnated with a 20 wt.% nickel (single metal) and a mix of nickel and magnesium in their oxide forms (mixed metal). To load metal in carbon, a wet incipient method was implemented to disperse nickel precursor inside pores of carbon followed with a calcination process at 375°C. The characterization was done by scanning electron microscopy-EDX and x-ray diffraction (XRD). Finally, adsorption measurement was performed at ambient temperature and isotherm fitting.*

*Characterization results showed that NiO metal nanoparticles dispersed better on polymer based carbon which had bigger pore size. However, agglomeration occurred when both carbon were impregnated with mixed metal. Freundlich model was found to be the best fit for hydrogen adsorption on pristine carbon while Wang model fit for metal/carbon system. The addition of metal nanoparticle resulting in an enhancement of hydrogen uptake by metal oxide-loaded carbon compared to only pristine carbon. Compared to pristine carbon, the hydrogen uptake on single metal/carbon enhanced up to 93% and 15% on mixed metal/carbon.*

**Keywords:** *adsorption, hydrogen storage, phenolic resin, porous carbon*