

## INTISARI

Gasifikasi di dalam air superkritis (*supercritical water gasification*) adalah metode untuk memanfaatkan biomassa dengan kadar air yang tinggi sebagai sumber energi. Proses gasifikasi di dalam air superkritis adalah mereaksikan biomassa dengan air pada kondisi superkritis yaitu dengan suhu 400°C dan tekanan >22,1 MPa. Salah satu biomassa dengan kadar air yang tinggi adalah limbah kelapa sawit berupa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Gasifikasi ini akan menghasilkan gas mampu bakar atau yang disebut sebagai *syngas* yaitu CO, H<sub>2</sub>, dan CH<sub>4</sub>, serta CO<sub>2</sub> sebagai polutan. Dalam penelitian ini menggunakan *confined gasket closure reactor* dengan volume 280 ml dan pemanas (*heater*) dengan daya maksimal 2000W. Pengujian gasifikasi superkritis biomassa dilakukan dalam 2 tahapan, yakni pertama tanpa menggunakan katalis dan kedua menggunakan katalis. Katalis yang digunakan dalam pengujian ini adalah katalis heterogen yang merupakan campuran logam dan alkali yakni katalis NiO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO. Pengujian tahap pertama memiliki variabel bebas jumlah biomassa tandan kosong kelapa sawit dengan variasi jumlah 6, 7, 8, 9, 10 gram. Sedangkan pengujian pada tahap kedua memiliki variabel bebas jumlah katalis dengan variasi 1, 2, 3, 4, 5 gram. Pengujian gasifikasi superkritis tanpa menggunakan katalis menghasilkan *syngas* dengan nilai kalor yang rendah dan memiliki banyak kandungan CO<sub>2</sub>. Didapatkan efisiensi gasifikasi yang cenderung menurun seiring penambahan biomassa TKKS dari pengujian tersebut yaitu sebesar 15,63%, 15,35%, 12,07%, 11,52%, 10,98%. Sedangkan pada pengujian dengan menggunakan katalis mendapatkan hasil tren kenaikan efisiensi gasifikasi meskipun pada pengujian 2 gram memiliki penurunan yaitu sebesar 15,45%, 14,91%, 36,36%, 46,46%, 48,05%. Katalis NiO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO merupakan katalis dengan selektivitas dan efektivitas yang tinggi untuk reaksi *water gas shift*, *methanation* dan *hydrogenation*. Hal ini dibuktikan dengan kenaikan konsentrasi pada hasil CO, CH<sub>4</sub> dan H<sub>2</sub> seiring penambahan katalis tersebut. Selain itu Katalis NiO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO merupakan katalis yang efektif dalam mengurangi kandungan CO<sub>2</sub> dalam *syngas*. Hal ini dikarenakan senyawa CaO secara aktif bereaksi dengan CO<sub>2</sub> membentuk CaCO<sub>3</sub>.

Kata kunci : gasifikasi, air superkritis, biomassa, energi terbarukan, kelapa sawit, *syngas*, *hydrogen*, *biohydrogen*, katalis heterogen.

## ABSTRACT

Supercritical water gasification is a method to utilize biomass with high water content as a source of energy. The process of gasification in supercritical water is reacting biomass with water in a supercritical state is to 400°C temperature and pressure >22.1 MPa. One of biomass with high water content is in the form of palm oil waste or Oil Palm Empty Fruit Bunch (EFB). The gasification will produce gas combustible or called syngas that is CO, H<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> as a pollutant. In this study of experiment using the confined gasket closure reactor with a volume of 280 ml and a heater with a maximum power of 2000 Watt. Experiment supercritical gasification of biomass in two stages, the first experiment is testing without using a catalyst and a second experiment is testing with catalyst. The catalyst is used in test is a heterogeneous catalyst with a mixture of alkali and metal element, the catalyst is NiO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO. The first phase of testing has a variable amount of biomass oil palm empty fruit bunches by varying the amount biomass of 6, 7, 8, 9, 10 grams. While testing in the second phase has a variable amounts of catalyst with a variety of 1, 2, 3, 4, 5 grams. Supercritical gasification testing without a catalyst, produce syngas with a low calorific value and has a lot of CO<sub>2</sub> content. It was found gasification efficiency is decrease but some variable show increasing efficiency. So gasification efficiency with variable of biomass is equal to 15,63%, 15,35%, 12,07%, 11,52%, 10,98%. On testing with catalyst, the gasification efficiency the upward trend in this test but some test with 2 grams catalyst show had a decrease. So amount of gasification efficiency is 15.45%, 14.91%, 36.36%, 46,46%, 48,05%. The catalyst NiO / Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO is a catalyst with high selectivity and effectiveness for water gas shift reaction, methanation and hydrogenation. This is evidenced by the increase in concentration on the results of CO, CH<sub>4</sub> and H<sub>2</sub> as the addition of the catalyst. Moreover catalyst NiO / Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO catalyst is effective in reducing the CO<sub>2</sub> content in the syngas. Because of the active compound CaO reacts with CO<sub>2</sub> to form CaCO<sub>3</sub>.

**Keyword:** *Gasification, supercritical water, biomass, renewable energy, oil palm, syngas, hydrogen, biohydrogen, heterogen catalytic.*