

Sintesis Nanokatalis ZnO dengan *Support* Nanomineral untuk Pirolisis Asbuton Menjadi Bahan Bakar Cair

Sarah Ayu Septianti , Sentari Debby Andryani, Dr.rer.nat Riny Yolandha Parapat, S.T., M.T., M.sc.

Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email : sarahayu.septianti@gmail.com

Received DD MM YYYY | *Revised* DD MM YYYY | *Accepted* DD MM YYYY

ABSTRAK

Katalis adalah zat yang digunakan untuk mempercepat jalannya reaksi kimia. Salah satu cara mengoptimasi kinerja katalis adalah dengan mengubahnya ke dalam bentuk nanomaterial sebagai nanokatalis. Pada penelitian ini dilakukan optimasi nanokatalis untuk mendapatkan Yield yang optimum. Dalam penulisan laporan penelitian ini, optimasi proses diartikan sebagai suatu analisis yang dilakukan untuk menentukan parameter-parameter yang dapat mempengaruhi nilai dari Yield nanokatalis ZnO. Data tersebut digunakan untuk menganalisis Yield katalis dengan menggunakan software Minitab dan Microsoft Excel. Minitab yang digunakan dalam penelitian ini mampu memperoleh Yield nanokatalis ZnO yang optimum dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini hasil Yield yang didapatkan sebelum optimasi sebesar 62% dan setelah dioptimasi didapatkan Yield optimum sebesar 72,79%.

Kata kunci: Minitab, Nanokatalis ZnO, Nanomineral, Optimasi, %yield,

ABSTRACT

A catalyst is a substance used to speed up the course of a chemical reaction. One way to optimize the performance of the catalyst is to convert it into nanomaterials as nanocatalysts. In this research, nanocatalyst optimization was carried out to obtain optimum Yield. In writing this research report, process optimization is defined as an analysis carried out to determine the parameters that can affect the value of the ZnO nanocatalyst Yield. The data is used to analyze the catalyst Yield using Minitab software and Microsoft Excel. Minitab used in this study was able to obtain the optimum Yield of ZnO nanocatalysts in this study. In this research, the yield obtained before optimization was 62% and after optimization, the optimum yield was 72.79%

Keywords: *Minitab, Nanocatalyst ZnO, Nanomineral, Optimization, %yield*

1. PENDAHULUAN

Asbuton merupakan aspal alam yang terdapat di pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Proses terbentuknya Asbuton berasal dari minyak bumi yang terdorong muncul ke permukaan menyusup di antara batuan yang porous. Menurut (Ardhian) Aspal Buton dapat digunakan untuk penggunaan langsung pada pembuatan pelapis jalan. Kenaikan harga minyak dunia yang sangat tinggi, dapat memberikan peluang untuk memanfaatkan aspal alam untuk diolah menghasilkan minyak. Sehingga akan menambah potensi yang dihasilkan dapat lebih optimal dibandingkan untuk penggunaan langsung. Keunikan Asbuton sebagai kearifan lokal sumber daya alam bukan saja dikenal sebagai aspal berwarna hitam kecoklatan, tetapi juga aspal yang berwarna putih dengan kandungan Kalsium Karbonat (CaCO_3) sebesar 60% hingga 80% yang dapat dijadikan sebagai material pencampur semen dan bahan konkrit bangunan lainnya (Arisona, 2022)

Nanokatalis merupakan suatu zat yang dapat meningkatkan kecepatan, sehingga reaksi kimia dapat mencapai kesetimbangan tanpa terlibat di dalam reaksi secara permanen. Namun pada akhir reaksi katalis tidak bergabung dengan senyawa produk reaksi (Abou, 2010). Kemampuan suatu katalis dalam mempercepat laju reaksi dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja katalis antara lain kondisi operasi seperti temperatur, tekanan, laju alir, waktu kontak maupun jenis umpan yang digunakan atau jenis padatan pendukung yang digunakan. Penggunaan *support* untuk nanokatalis memberikan manfaat yaitu menjaga agar luas permukaan komponen aktif tetap besar. Peran penyangga menjadi sangat penting dimana logam aktif didispersikan di permukaan penyangga. Selain itu juga *support* nanokatalis dapat bertindak sebagai penstabil untuk mencegah aglomerasi fase aktif. *Support* dipilih berdasarkan beberapa kriteria seperti sifat kimia, ukuran partikel, morfologi, luas permukaan, pori sifat hidrofobik- hidrofilik, dan interaksi penyangga logam. Perancangan yang tepat dari katalis yang menggunakan *support* sangat penting untuk menghasilkan situs aktif tambahan, meningkatkan ketahanan mekanik dari komposit katalis, stabilisasi ukuran partikel logam, logam dispersi, dll. Alumina, silika, $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$, zeolit, TiO_2 , ZrO_2 , CeO_2 , MgO , dll., adalah beberapa *support* yang umum digunakan.

Untuk mengetahui seberapa pengaruhnya nanokatalis untuk pembuatan bahan bakar cair maka dilakukanlah pengujian pirolisis. Pirolisis merupakan suatu proses dekomposisi termal yang dapat memutuskan ikatan hidrokarbon rantai panjang menjadi hidrokarbon rantai pendek. Proses dekomposisi termal pada pirolisis disebut juga devolatilisasi. Menurut (Mishra, 2021) metode pirolisis dapat digunakan untuk mengolah kembali minyak oli bekas menjadi bahan bakar. Dalam menghasilkan produk bahan bakar cair yang bernilai, pirolisis dapat dilaksanakan dengan atau tanpa bantuan katalis. Penggunaan katalis adalah untuk membantu reaksi degradasi termal dari proses pirolisis sehingga efisiensi dan konversi dapat ditingkatkan dengan menurunkan energi aktivasi yang dibutuhkan (Breyer, 2017). Pada penelitian ini digunakan proses pirolisis untuk mengubah Asbuton menjadi bahan bakar cair dengan bantuan nanokatalis ZnO .

Setelah mendapatkan hasil %Yield pirolisis, Yield tersebut dioptimasi menggunakan software minitab. Optimasi berasal dari kamus bahasa Inggris yaitu Optimization yang berarti optimal. Maharany dan Fajarwati, 2006 menjelaskan bahwa analisis optimasi merupakan suatu proses penguraian data-data awal dengan menggunakan suatu metode sebelumnya. Dalam laporan penelitian ini, optimasi proses diartikan sebagai suatu analisis yang dilakukan untuk menentukan parameter-parameter yang dapat mempengaruhi nilai dari Yield hasil pirolisis dan juga dapat diketahui %Yield optimumnya.

2. METODOLOGI

2.1 Persiapan Bahan baku

Bahan baku yang disiapkan yaitu nanomineral yang nantinya akan digunakan untuk pembuatan sintesis nanokatalis, di mana mineral tersebut didapatkan dari batuan Asbuton yang diekstrak sehingga terdapat 2 lapisan. Kemudian dilakukan pencucian menggunakan larutan toluene sebanyak 3 kali untuk mendapatkan mineral yang berwarna putih.

2.2 Sintesis Nanokatalis

Proses sintesis nanokatalis dimulai dengan mereaksikan ZnAc atau $(\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ dan NaOH. Larutan ZnAc dimasukkan ke dalam reaktor terlebih dahulu lalu diikuti dengan penambahan larutan NaOH secara perlahan. Reaksi ini dilakukan selama 15 menit. Setelah reaksi selesai, dilakukan proses deposisi untuk merekatkan logam ZnO pada material support yaitu nanomineral. Material *support* yang digunakan sebanyak 18 gram akan ditambahkan ke dalam reaktor. Proses deposisi ini dilakukan selama 15 menit dengan temperatur 70°C. Produk berupa nanokatalis yang dihasilkan lalu dicuci dengan menggunakan acetone untuk menghilangkan sisa-sisa reaktan yang masih terdapat di dalamnya. Proses pencucian dilakukan sebanyak tiga kali untuk memastikan produk benar-benar bersih dari pengotor. Produk yang didapat harus dikeringkan untuk menghilangkan sisa acetone dan reaktan yang masih menempel pada nanokatalis. Prosedur ini dilakukan di dalam oven dengan temperatur 110°C selama 1 jam.

2.3 Proses Pirolisis

Setelah membuat nanokatalis, produk tersebut diuji dengan menggunakan proses pirolisis di mana untuk mengetahui berapa %yield asbuton yang didapatkan jika ada penambahan nanokatalis. Variasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan suhu 300°C dan 400°C dengan %katalis sebesar 5% dan 10%, dan %ZnO sebesar 5%. Proses pirolisis dilakukan selama 5-6 jam.

2.4 Optimasi

Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan optimasi dengan menggunakan software minitab, hal ini bertujuan agar mendapatkan %Yield yang optimum. Pertama-tama data yang diperoleh disusun dan dibuat pemodelan DOE Faktorial Design setiap variasi. Selanjutnya, membuat simulasi data *Response Surface* dengan Tipe desain *Central composite*. Lalu, melakukan optimasi dengan metode Response Surface dari setiap desain dan variasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sintesis Nanokatalis ZnO menggunakan *Support* Nanomineral

Pada penelitian ini dilakukan sintesis nanokatalis ZnO dengan *support* nanomineral. Dalam sintesis nanokatalis ini, nanokatalis Zn akan dibuat dengan cara *bottom-up* yaitu menyusun dan membentuk partikel nano dari atom-atom atau molekul-molekul penyusunnya. Pereduksi yang digunakan berupa NaOH. Sintesis nanokatalis ZnO ini dilakukan dengan menyiapkan larutan ZnAc dan larutan NaOH, dimana nantinya kedua larutan tersebut direaksikan dengan suhu yang digunakan sebesar 70°C dengan rentang waktu reaksi selama 15 menit, kemudian dimasukan sebanyak 18 g *support* nanomineral. Endapan yang didapatkan kemudian dipanaskan dalam oven selama 1 jam pada suhu 110°C. Setelah itu didapatkan serbuk nanokatalis berwarna abu muda.

3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Yield Pirolisis Nanokatalis ZnO

Pada penelitian ini digunakan beberapa variasi untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi jalannya proses pirolisis jika menggunakan nanokatalis ZnO. Berikut merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi proses pirolisis jika menggunakan nanokatalis ZnO

3.2.1 Pengaruh Variasi Suhu terhadap %Yield

Pada penelitian ini digunakan 2 variasi suhu yaitu 300°C dan 400°C. Temperature sangat berpengaruh terhadap perolehan minyak hasil pirolisis. Dapat dilihat pada Gambar 1



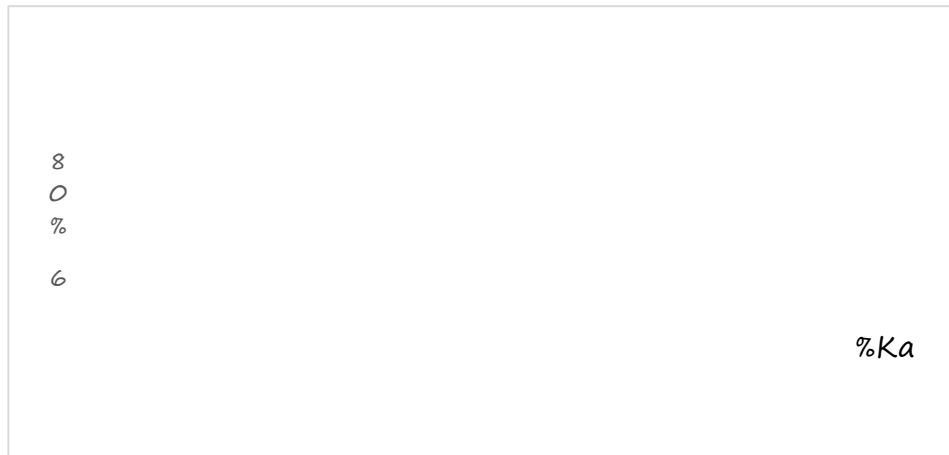
Gambar 1. Pengaruh variasi suhu terhadap %Yield

Pada penelitian ini digunakan 2 variasi suhu yaitu 300°C dan 400°C. Proses pirolisis yang dilakukan selama 3-4 jam, berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa Yield tertinggi terjadi pada suhu 400°C sebesar 62%. Peningkatan Yield yang signifikan ini disebabkan oleh semakin meningkatnya suhu yang digunakan. Semakin tinggi suhu yang digunakan, maka Yield yang dihasilkan akan semakin besar, dikarenakan pirolisis membutuhkan energi yang besar, dan merupakan reaksi endotermis yang memerlukan kisaran temperatur 350-500°C. Menurut **wanchai dan chaisuwan (2013)** semakin tinggi suhu, maka nilai konversi yang dihasilkan juga semakin banyak.

Di dalam ZnO terdapat luas permukaan dan pori-pori, pada pori-pori terdapat situs aktif dan didalam situs aktif terjadi proses adsorpsi, sehingga ZnO pada proses pirolisis dapat menurunkan suhu reaksi yang memberikan hasil terbaik terhadap Yield yang dihasilkan. Dari hasil pengamatan, katalis mampu mempercepat terjadinya laju reaksi dan dapat mendorong selektivitas produk akhir sesuai dengan yang diinginkan (**Syamsiro 2015**).

3.2.2 Pengaruh %katalis terhadap %Yield

Pada penelitian ini digunakan 2 variasi %katalis yaitu 5% dan 10%. Jumlah katalis sangat berpengaruh terhadap perolehan minyak hasil pirolisis. Dapat dilihat pada Gambar 2



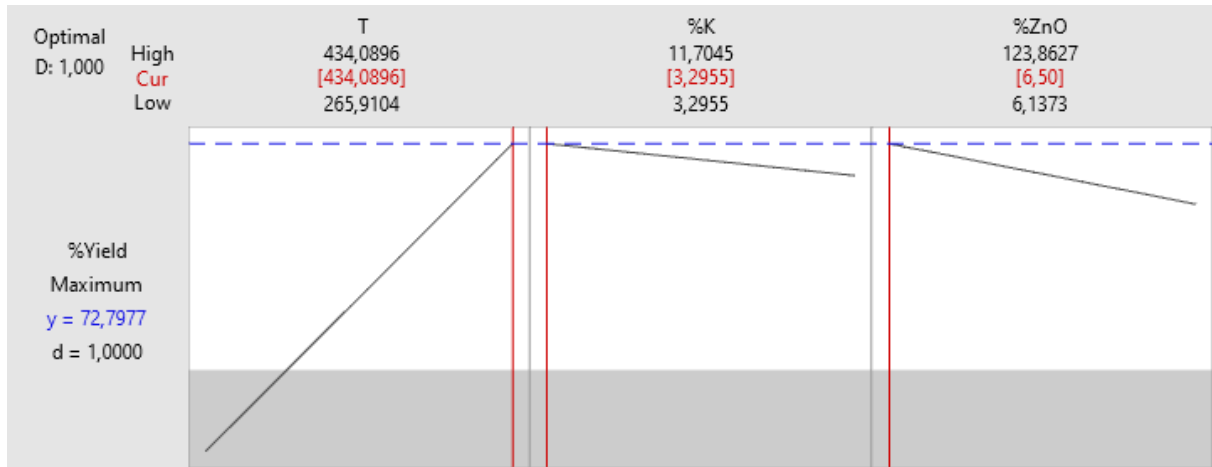
Gambar 2. Pengaruh %katalis terhadap %Yield

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa hasil %katalis dari ZnO+Mineral yang memiliki nilai %Yield tertinggi ada pada variasi %katalis 5%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar komposisi nanokatalis ZnO yang dimasukkan ke dalam proses pirolisis dengan suhu yang tinggi, maka semakin besar %Yield produk yang dihasilkan. Secara teoritis pembentukan produk dalam bentuk cairan dari hasil pirolisis dipengaruhi oleh jumlah katalis yang digunakan, semakin banyak katalis maka akan semakin banyak cairan yang terbentuk. Hal ini dikarenakan katalis berperan dalam menentukan mekanisme pembentukan produk (**Salamah, 2018**). Penggunaan katalis diharapkan dapat meningkatkan hasil pirolisis karena penambahan katalis dapat mempercepat suatu reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi pada proses pemecahan ikatan senyawa menjadi lebih sederhana.

Dari data hasil penelitian yang telah dilakukan, penambahan katalis ZnO dapat meningkatkan Yield produk. Hasil penelitian diperoleh Yield produk nanokatalis menggunakan *support* nanomineral dengan variasi katalis 5%, dan 10% yang dimana hasil yang diperoleh untuk variasi katalis 5% didapatkan 30% dan 57%, sedangkan untuk variasi katalis 10% didapatkan hasil 26% dan 62%.

3.3 Optimasi %yield

Untuk mendapatkan nilai %Yield yang optimal, diperlukan kondisi yang optimal. Kondisi optimal tersebut didasarkan dengan beberapa faktor pada proses pirolisis. Antar satu faktor dengan faktor lainnya dapat saling mempengaruhi dan berkaitan.



Gambar 3. Hasil optimisasi proses pirolisis nano Asbuton dengan menggunakan katalis ZnO

Hasil optimisasi pirolisis nano Asbuton menggunakan katalis ZnO ditunjukkan pada Gambar 3. Nilai D (desirability) = 1 yang terlihat pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pengaturan proses optimisasinya telah bekerja dengan baik. Dari gambar juga terlihat bahwa nilai Yield maksimum yang dapat diperoleh yaitu 72,79% dengan menggunakan temperatur 434°C, 3,29% %katalis, dan 6,5% %ZnO

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa nanokatalis ZnO dapat dengan baik meningkatkan yield pirolisis secara signifikan. Makin banyak ZnO yang digunakan maka semakin banyak pula Yield pirolisis oil yang dihasilkan. Adapun faktor-faktor yang secara signifikan mempengaruhi yield pirolisis oil dengan menggunakan nanokatalis ZnO adalah banyaknya nanokatalis yang dimasukkan dalam proses dan temperatur. Hasil yield yang didapatkan sebelum optimasi sebesar 62% dengan kondisi yang digunakan yaitu temperature 400°C, 10%katalis, dan 5%ZnO dan setelah dioptimasi didapatkan Yield optimum sebesar 72,79% dengan kondisi yang digunakan yaitu temperatur 434°C, 3,29%katalis, dan 6,5%ZnO.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada: Ibu Dr.rer.nat Riny Yolandha Parapat, S.T., M.T., M.sc., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan pada saat penelitian, dan dukungan kepada penulis. Kepada Bapak Yuono S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Bandung serta kepada kedua orang tua dan teman-teman yang telah memberikan support dan bantuan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhian, H., Welarana, C., Wulandari, P.S., Patmadjaja, H., n.d. PENGARUH PENGGUNAAN ASBUTON BUTIR PADA CAMPURAN LASTON 8
- A.Arisona (2022). Mengenal Potensi Kearifan Lokal Batuan Aspal Alam Pada Cekungan Pulau Buton Indonesia Bagian Timur
- Abou El-Nour, Kholoud M. M., Ala'a Eftaiha, Abdulrahman Al-Warthan, and Reda A. A. Ammar. (2010). Synthesis and Applications of Silver Nanoparticles *Arabian Journal of Chemistry*.
- Arpa, O., Yumrutas, R., Demirbas, A., 2010. Production of diesel-like fuel from waste engine oil by pyrolytic distillation. *Appl. Energy* 87, 122–127. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.05.042>
- Breyer, S., Mekhitarian, L., Rimez, B., Haut, B., 2017. Production of an alternative fuel by the co-pyrolysis of landfill recovered plastic wastes and used lubrication oils. *Waste Manag.* 60, 363–374. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.12.011>
- Mishra, A., Siddiqi, H., Kumari, U., Behera, I.D., Mukherjee, S., Meikap, B.C., 2021. Pyrolysis of waste lubricating oil/waste motor oil to generate highgrade fuel oil: A comprehensive review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 150, 111446. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111446>
- Salamah and Maryudi, "Proses Pirolisis Limbah Styrofoam Menggunakan Katalis Silika-Alumina Catalytic Pyrolysis of Styrofoam Waste by Silica-Alumina," *J. Rekayasa Kim. dan Lingkungan*, vol. 13, no. 1, pp. 1–7, 2018.
- Syamsiro, M. Kajian pengaruh penggunaan katalis terhadap kualitas produk minyak hasil pirolisis sampah plastik. *Jurnal Teknik.* 5: 47-56. 2015.
- Tsuzuki, T., 2009. Commercial scale production of inorganic nanoparticles. *Int. J. Nanotechnol.* 6, 567. <https://doi.org/10.1504/IJNT.2009.024647>.
- Wanchai, K., & Chaisuwan, A., 2013. Catalytic Cracking of Polypropylene Waste over Zeolite Beta. *Chemistry and Materials Research.* Vol. 3 No. 4