

## Pirolisis Kulit Biji Jambu Mete (*Anacardium occidentale L.*) dengan Katalis Ni-Ag/Zeolit

Eva Noer Kartika<sup>a</sup>, Linda Suyati<sup>a\*</sup>, Rahmad Nuryanto<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Physical Chemistry Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang

\* Corresponding author: [linda\\_suyati@live.undip.ac.id](mailto:linda_suyati@live.undip.ac.id)

### Article Info

Keywords:  
cashew nut shell,  
pyrolysis, Ni-  
Ag/zeolite

Kata kunci:  
kulit biji jambu  
mete, pirolisis, Ni-  
Ag/zeolite

### Abstract

Pyrolysis of cashew nut shell (*Anacardium occidentale L.*) with Ni-Ag/zeolite catalyst to get the liquid product and to compare with liquid product of pyrolysis with Ni/zeolite catalyst has been conducted. Pyrolysis was performed on various temperature of 200, 250, 300, 350, and 400°C. The gas product was condensed on ice-salt cooler then analysed by GC-MS. The result showed that the raise of temperature produced more liquid. The pyrolysis of cashew nut shell using Ni/zeolite catalyst resulted in 0-4,56% liquid product while the pyrolysis using Ni-Ag/zeolite catalyst resulted 0-5,20% liquid product. The main compounds of the liquid product were 3-octylphenol and 2-(octyloxycarbonyl) benzoic acid. While the pyrolysis with Ni/zeolite catalyst on 300°C and with Ni-Ag/zeolite catalyst on 250°C resulted in 3-nonilphenol and 2-(octyloxycarbonyl) benzoic acid.

### Abstrak

Telah dilakukan pirolisis kulit biji jambu mete (*Anacardium occidentale L.*) dengan katalis Ni-Ag/zeolit untuk mendapatkan produk cair hasil pirolisis dan membandingkannya dengan produk cair pirolisis dengan katalis Ni/zeolit. Pirolisis dilakukan dengan variasi temperatur 200, 250, 300, 350, dan 400°C. Produk yang berupa gas dikondensasikan pada pendingin es-garam kemudian dianalisis dengan GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi temperatur pirolisis semakin banyak massa produk cair yang dihasilkan. Pirolisis kulit biji jambu mete dengan katalis Ni/zeolit menghasilkan produk cair sebesar 0-4,56% dan pirolisis dengan katalis Ni-Ag/zeolit menghasilkan produk cair sebesar 0-5,20%. Senyawa utama yang terkandung dalam produk cair pirolisis kulit biji jambu mete dengan katalis Ni-Ag/zeolit maupun Ni/zeolit adalah 3-octylphenol dan 2-(octyloxycarbonyl) benzoic acid, kecuali pirolisis dengan katalis Ni/zeolit pada suhu 300°C dan dengan katalis Ni-Ag/zeolit pada suhu 250°C, senyawa utamanya adalah 3-nonilphenol dan 2-(octyloxycarbonyl) benzoic acid.

### 1. Pendahuluan

Pemanfaatan tanaman jambu mete (*Anacardium occidentale L.*) masih terbatas hanya pada bijinya, meskipun kulit bijinya juga dapat dimanfaatkan. Sebanyak 30-35% dari kulit ini mengandung minyak yang dikenal sebagai minyak kulit biji jambu mete (*Cashew Nut Shell Liquid/CNSL*) dengan komposisi yang merupakan campuran-campuran asam anarkadat, kardol, dan kardanol. Salah satu dari ketiga senyawa

tersebut, yaitu kardanol, baik untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena menghasilkan emisi yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil dan tidak merusak mesin [1].

Kendala yang dialami dalam pemanfaatan kardanol sebagai bahan bakar alternatif adalah rendahnya persentase kardanol dalam CNSL alam, yaitu hanya sebesar 10-22%, sementara kandungan terbanyak sebesar 46-65% yang berupa asam anarkadat memiliki

tingkat korosivitas yang tinggi. Asam anarkadat mudah mengalami dekarboksilasi selama pemanasan, sehingga pada CNSL yang diperoleh dari pemanasan kulit biji jambu mete pada suhu 180–200°C memiliki komposisi 60–95% kardanol, 4–19% kardol, 1–2% asam anarkadat, 0,3–10% material polimerik, dan 1,2–4,1% 2-metilardol [1].

Kendala lain yang dihadapi dalam pemanfaatan kardanol sebagai bahan bakar adalah viskositasnya yang masih cukup tinggi sehingga mempengaruhi pemompaan dan pembakaran dalam mesin. Akibatnya, kardanol masih sebatas digunakan sebagai campuran bahan bakar (biofuel blends) dan persentasenya hanya sebesar 10–25% dalam biofuel blends, maka dari itu diperlukan modifikasi untuk mendapatkan senyawa turunan kardanol, misal dengan rantai samping yang lebih pendek, agar dapat dimanfaatkan lebih maksimal sebagai bahan bakar.

Tsamba *dkk.* [2] telah membandingkan pirolisis tanpa katalis antara sabut kelapa, kulit biji jambu mete, dan serbuk kayu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pirolisis sabut kelapa dan kulit biji jambu mete menghasilkan produk cair dengan kandungan rantai hidrokarbon lebih banyak dibandingkan produk cair hasil pirolisis serbuk kayu, oleh karena itu sabut kelapa dan kulit biji jambu mete berpotensi untuk menjadi bahan bakar alternatif yang lebih baik dibandingkan serbuk kayu.

Proses pirolisis dapat dilakukan dengan maupun tanpa katalis. Penggunaan katalis diharapkan mampu meningkatkan aktivitas dan selektivitas produk. Logam aktif yang umum digunakan sebagai katalis dalam pirolisis adalah Ni [3]. Menurut Jeong dan Kang [4], katalis teremban Ni umum digunakan karena memiliki aktivitas katalitik yang tinggi. Nikel diemban pada material berpori seperti zeolit untuk memperbesar luas permukaannya dan meningkatkan selektivitas produk. Pori-pori zeolit berperan dalam modifikasi molekul. Senyawa yang melebihi ukuran pori akan mengalami perengkahan [5] Katalis teremban Ni rentan terhadap deaktivasi yang disebabkan pengendapan arang (*coke*). Jeong dan Kang [4] mempelajari efek penyisipan logam Ag dalam katalis teremban Ni. Logam Ag mampu membantu mempertahankan kestabilan kristalinitas Ni dan mencegah penggumpalan pada suhu yang tinggi.

Pirolisis kulit biji jambu mete dengan katalis Ni-Ag/zeolit akan menghasilkan produk yang lebih banyak dibandingkan pirolisis dengan katalis Ni/zeolit dan rantai hidrokarbon yang lebih pendek serta sedikit mengandung asam anarkadat dalam produk cairnya.

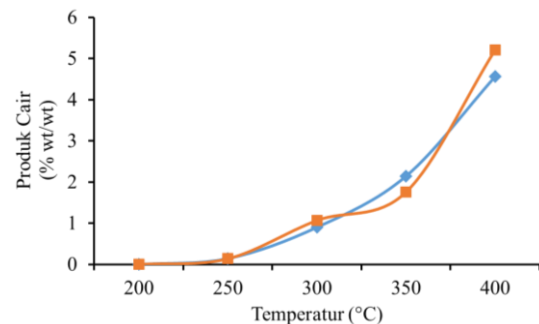
## 2. Metodologi

Sebanyak 150 gram kulit biji jambu mete dan 1,5 gram katalis ditempatkan dalam reaktor pirolisis, kemudian dipanaskan pada variasi suhu antara 200, 250, 300, 350, dan 400°C dengan kondisi inert selama 2 jam. Gas hasil pirolisis dialirkan ke pendingin campuran es-garam dan produk cair yang dihasilkan dianalisis dengan GC-MS.

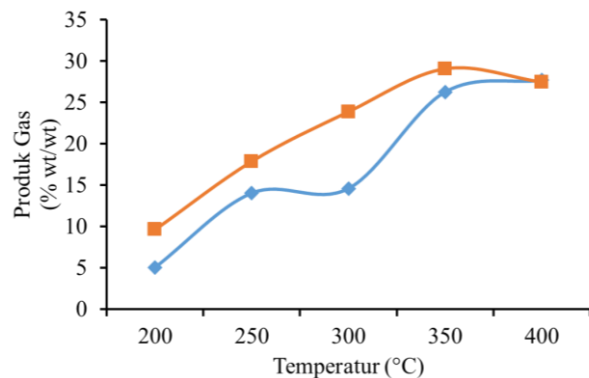
## 3. Hasil Dan Pembahasan

Katalis Ni/zeolit memiliki keasaman  $1,257 \times 10^{-3}$  mol.g<sup>-1</sup>, luas permukaan 32,3616 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>, dan kandungan logam Ni sebesar 3,06% sedangkan katalis Ni-Ag/zeolit memiliki keasaman  $1,562 \times 10^{-3}$  mol.g<sup>-1</sup>, luas permukaan 18,9066 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>, dan kandungan logam Ni sebesar 3,23% dan Ag sebesar 0,03%.

Pirolisis kulit biji jambu mete pada variasi temperatur didapatkan produk padat, cair, dan gas. Produk cair berwarna jernih (fraksi air) dan hitam (fraksi non air). Masih adanya produk gas menunjukkan bahwa tidak semua gas yang dihasilkan selama pirolisis dapat dikondensasikan. Pirolisis dengan katalis Ni-Ag/zeolit masih menghasilkan produk cair yang lebih sedikit dibandingkan dengan katalis Ni/zeolit karena luas porinya yang kecil sehingga reaktan cenderung tertahan pada mulut pori sehingga mengalami perengkahan lebih lanjut.

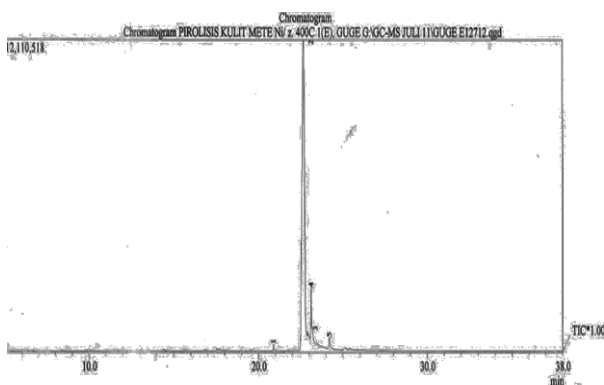


Gambar 1. Grafik konversi massa produk cair pirolisis dengan katalis Ni/zeolit (garis biru) dan katalis Ni-Ag/zeolit (garis merah)

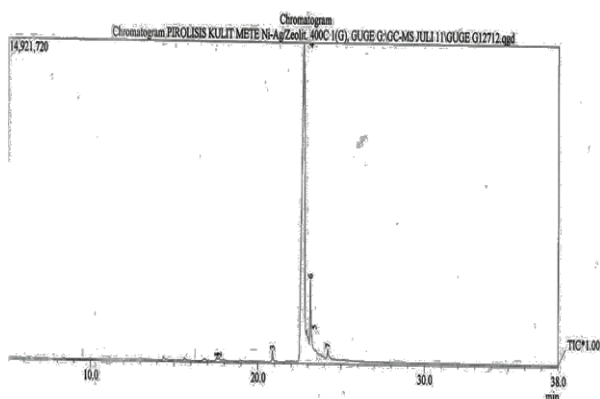


Gambar 2. Grafik konversi massa produk gas pirolisis dengan katalis Ni/zeolit (garis biru) dan katalis Ni-Ag/zeolit (garis merah)

Gambar di atas menunjukkan adanya perubahan massa produk cair dan produk gas hasil pirolisis minyak kulit biji jambu mete pada berbagai temperatur. Atkins [6] menyebutkan bahwa semakin tinggi temperatur, maka semakin banyak massa produk cair yang terbentuk. Hal ini disebabkan dengan bertambahnya temperatur, energi yang tersedia untuk memutuskan ikatan juga bertambah sehingga semakin banyak senyawa yang terengkahan. Senyawa-senyawa yang ada dalam hasil pirolisis tersebut dapat diperoleh dari interpretasi kromatogram seperti yang ada di bawah ini:



Gambar 3. Kromatogram produk cair hasil pirolisis kulit biji jambu mete dengan katalis Ni/zeolit pada temperatur 400°C



Gambar 4. Kromatogram produk cair hasil pirolisis kulit biji jambu mete dengan katalis Ni-Ag/zeolit pada temperatur 400°C

Kandungan senyawa pada produk cair tersebut didominasi oleh 3-octylphenol dan 2-(octyloxy carbonyl) benzoic acid, kecuali pirolisis dengan katalis Ni/zeolit pada suhu 300°C dan pirolisis dengan katalis Ni/Ag/zeolit pada suhu 250°C, senyawa utamanya adalah 3-nonilphenol dan 2-(octyloxy carbonyl) benzoic acid.

Kandungan terbesar dalam kulit biji jambu mete adalah kardanol, yaitu sebanyak 46-65%. Selama pemanasan, asam anarkadat mengalami dekarboksilasi menjadi kardanol [1], selanjutnya kardanol terengkah oleh adanya katalis menjadi senyawa-senyawa yang memiliki rantai hidrokarbon samping lebih pendek. Kardanol mengalami pemotongan rantai secara acak selama proses pirolisis.

Kromatogram produk cair kulit biji jambu mete memperlihatkan bahwa pirolisis dengan bantuan katalis Ni-Ag/zeolit masih menghasilkan senyawa yang lebih beragam dibandingkan dengan katalis Ni/zeolit, terlihat dari lebih banyaknya puncak pada kromatogram. Lebih banyaknya senyawa yang dihasilkan, menunjukkan katalis Ni-Ag/zeolit memiliki selektivitas yang lebih rendah terhadap suatu produk.

#### 4. Kesimpulan

Pirolisis kulit biji jambu mete dengan katalis Ni/zeolit menghasilkan produk cair sebesar 0-4,56%

dan pirolisis dengan katalis Ni-Ag/zeolit menghasilkan produk cair sebesar 0-5,20% dari 150 gram kulit biji jambu mete. Senyawa utama yang terkandung dalam produk cair pirolisis kulit biji jambu mete dengan katalis Ni-Ag/zeolit adalah 3-octylphenol dan 2-(octyloxy carbonyl) benzoic acid, kecuali pirolisis dengan katalis Ni/zeolit pada suhu 300°C dan pirolisis dengan katalis Ni-Ag/zeolit pada suhu 250°C, senyawa utamanya adalah 3-nonilphenol dan 2-(octyloxy carbonyl) benzoic acid.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Francisco HA Rodrigues, Francisco CF França, José RR Souza, Nágila MP Ricardo, Judith Feitosa, Comparison between physico-chemical properties of the technical Cashew Nut Shell Liquid (CNSL) and those natural extracted from solvent and pressing, *Polímeros*, 21, 2, (2011) 156-160 <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282011005000028>
- [2] Alberto J. Tsamba, Weihong Yang, Wlodzimierz Blasiak, Pyrolysis characteristics and global kinetics of coconut and cashew nut shells, *Fuel Processing Technology*, 87, 6, (2006) 523-530 <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuproc.2005.12.002>
- [3] Mihaela Lazar, Maria Mihet, Monica Dan, Valer Almasan, Petru Marginean, Preparation and characterization of nickel based multicomponent catalysts, *Journal of Physics: Conference Series*, (2009).
- [4] Harim Jeong, Misook Kang, Hydrogen production from butane steam reforming over Ni/Ag loaded MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> catalyst, *Applied Catalysis B: Environmental*, 95, 3, (2010) 446-455 <http://dx.doi.org/10.1016/j.apcatb.2010.01.026>
- [5] Bruce C Gates, James R Katzer, George CA Schuit, *Chemistry of catalytic processes*, McGraw-Hill New York, 1979.
- [6] PW Atkins, *Kimia Fisika jilid II*. Kartohadiprodjo II, penerjemah; Rohhadyan T, editor, in, Oxford: Oxford University Press. Terjemahan dari: *Physical Chemistry*, 1999.