

**PIROLISIS SERBUK KAYU MERANTI (*Shorea spp*) DENGAN KATALIS Ni/SBA-15
MENGUNAKAN INSTRUMEN PYROLYSIS GAS CHROMATOGRAPHY MASS-
SPECTROMETRY (Py-GC/MS)**

**PYROLYSIS OF MERANTI SAWDUST (*Shorea spp*) WITH Ni/SBA-15 CATALYST USING
PYROLYSIS GAS CHROMATOGRAPHY MASS-SPECTROMETRY
(Py-GC/MS)**

Nur Azizah Fitriah, R. R Dirgarini J.N. Subagyo* dan Veliyana Londong Allo

Laboratorium Kimia Fisik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Mulawarman, Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia

*Corresponding Author: dirgarini@fmipa.unmul.ac.id

Diterbitkan: 30 Oktober 2023

ABSTRACT

Pyrolysis of meranti sawdust (*Shorea spp*) with Ni/SBA-15 catalyst at 350°C, 450°C and 550°C using the pyrolysis-Gas Chromatography-Mass Spectrometry (Py-GC/MS) technique was carried out. This research was conducted to determine the pyrolysis product and the chemical composition of the pyrolysis product of meranti sawdust catalyzed by Ni/SBA-15 (20% wt.%). Based on the area percentage of products identified on the pyrogram, the chemical compositions of the pyrolysis product of meranti wood were 32.4%-43.6% products derived from cellulose/hemicellulose and 32.7%-23.3% products derived from lignin. The addition of Ni/SBA-15 catalyst to the pyrolysis of meranti sawdust increased the formation of cellulose/hemicellulose derivative products such as furan and furfural, as well as lignin derivative products such as vanillin. However, increasing the concentration of the catalyst also improved the amount of acetic acid, which is potentially corrosive and detrimental.

Keywords: Pyrolysis, Meranti sawdust, Catalyst Ni/SBA-15, Py-GC/MS

ABSTRAK

Pirolisis serbuk kayu meranti (*Shorea spp*) dengan katalis Ni/SBA-15 pada tiga variasi suhu yaitu 350°C, 450°C dan 550°C menggunakan Instrumen *Pyrolysis-Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (Py-GC/MS) telah dilakukan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui produk pirolisis dan komposisi kimia produk pirolisis serbuk kayu meranti terkatalisis Ni/SBA (20% b/b). Berdasarkan nilai persen area produk pirolisis yang teridentifikasi pada pirogram, komposisi kimia produk pirolisis serbuk kayu meranti yang dihasilkan adalah produk turunan selulosa/hemiselulosa sebesar 32,4%-43,6% dan produk turunan lignin sebesar 32,7%-23,3%. Penambahan katalis Ni/SBA-15 pada pirolisis serbuk kayu meranti meningkatkan pembentukan produk turunan selulosa/hemiselulosa seperti furan dan furfural dan produk turunan lignin seperti vanillin. Namun dengan meningkatnya konsentrasi katalis juga meningkatkan jumlah asam asetat yang berpotensi bersifat korosif.

Kata kunci: Pirolisis, Serbuk Kayu Meranti, Katalis Ni/SBA-15, Py-GC/MS

PENDAHULUAN

Pirolisis merupakan suatu proses perubahan kimia yang berasal dari bahan organik melalui pemanasan dengan sedikit atau tanpa

oksigen. Produk pirolisis biasanya meliputi tiga jenis, yaitu gas (H₂, CO, CO₂, H₂O dan CH₂), minyak pirolisis dan arang. Sampel pirolisis dapat berupa biomassa atau dalam bentuk polimer. Dengan adanya proses pirolisis, biomassa dan polimer dipecah untuk membentuk

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



molekul dengan ukuran dan struktur yang lebih sederhana. Pada pirolisis, gas menjadi berbentuk cair dan bersifat stabil pada suhu kamar dan sebagian mengandung senyawa hidrokarbon yang dikenal sebagai *biofuel* [4].

Pirolisis merupakan teknologi konversi di mana penggunaan suhu yang berbeda akan menghasilkan karakteristik produk yang berbeda. Semakin tinggi suhu yang digunakan dalam pirolisis maka semakin banyak produk dalam fase gas yang akan diperoleh. Pada pirolisis biomassa dapat dilakukan pada kisaran suhu sekitar 400-600°C [10]. Pirolisis memiliki keunggulan dibandingkan dengan pembakaran, yaitu dapat mengurangi emisi dan proses preparasi sampel yang relatif mudah. Selain itu, produk pirolisis dapat digunakan untuk berbagai aplikasi.

Proses dekomposisi termal dapat dipelajari dengan menggunakan instrumen *Pyrolysis Gas Chromatography Mass Spectrometry* (Py-GC/MS), yaitu suatu teknik kromatografi gas yang digunakan bersama dengan spektrometri massa. Penggunaan kromatografi gas berfungsi untuk mencari senyawa yang bersifat volatil dalam kondisi vakum yang tinggi dan tekanan rendah ketika dipanaskan [1]. Instrumen Py-GC/MS memiliki beberapa kelebihan, antara lain sampel yang akan dianalisis tidak memerlukan adanya preparasi terlebih dahulu, untuk analisis hanya memerlukan sampel yang sedikit, waktu analisis yang cepat dan dapat diketahui komponen kimia dalam biomassa dan biopolimer kompleks secara lebih detail [9].

Pada penelitian sebelumnya oleh Miranda *et al* (2022) telah dipelajari pirolisis serbuk kayu meranti dengan menggunakan instrumen Py-GC/MS. Penelitian tersebut mengindikasikan bahwa pemilihan serbuk kayu meranti sebagai sampel pirolisis berpotensi untuk meningkatkan nilai gunanya sebagai bahan baku sumber energi terbarukan berdasarkan komposisi kimia produk pirolisis yang telah dipelajari sebelumnya. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka dilakukan studi lanjutan untuk mempelajari pirolisis serbuk kayu meranti dengan penambahan katalis menggunakan instrumen Py-GC/MS. Katalis merupakan suatu zat yang dapat meningkatkan laju reaksi, tetapi tidak berubah secara kimia pada akhir reaksi. Katalis berfungsi untuk menurunkan energi aktivasi, sehingga laju reaksi meningkat.

Pada penelitian ini digunakan katalis Ni/SBA-15, dimana SBA-15 merupakan material silika mesopori dengan luas permukaan yang

cukup besar sekitar 652 m²/g, sehingga sangat berpotensi untuk digunakan sebagai material pengemban [5]. Tujuan penambahan logam Ni adalah untuk menambahkan situs aktif pada katalis dimana logam Ni telah digunakan sebagai katalis untuk proses pirolisis (Rasidi, 2015). Nikel telah digunakan untuk konversi termal hidrokarbon karena memiliki bersifat katalitik, bernilai cukup ekonomis dan tersedia secara luas [2].

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan studi komposisi kimia produk pirolisis terkatalisis serbuk kayu meranti sebelum dan setelah penambahan katalis Ni/SBA-15 dengan penambahan katalis sebesar 20% dari massa sampel biomassa yang digunakan. Pirolisis serbuk Kayu Meranti (*Shorea spp*) dengan katalis Ni/SBA-15 dilakukan menggunakan instrumen (Py-GC/MS). Penelitian ini merupakan studi lanjutan penelitian oleh Miranda *et al* (2022) yang telah melakukan studi pirolisis serbuk kayu Meranti (*Shorea spp*) sehingga preparasi dan karakterisasi serbuk kayu meranti tidak dilakukan kembali. Batasan penelitian ini adalah studi komposisi produk terkatalisis serbuk kayu meranti dan karakterisasi terhadap katalis yang digunakan tidak menjadi bahasan penelitian ini.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk kayu meranti, katalis Ni/SBA-15, gas helium.

Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah desikator, neraca analitik, oven, seperangkat alat gelas, *furnace*, botol vial, *eco-cup*, SF PY1-EC50F, wool glass multi-shot pyrolyzer (EGA/PY-3030D), GC/MS QP-2020 NX (Shimadzu, Japan), kolom MS SH-Rxi-5Sil (ukuran 30 m × 0,25 mm i.d., *internal diameter*), *Vortex V-1 plus*.

Preparasi Sampel Serbuk Kayu Meranti (*Shorea spp*)

Sampel serbuk kayu meranti diperoleh dari pabrik kayu PBPHH H.M Burhanuddin/Ramadani (Primary Forest Products Industry) di Jalan Soekarno Hatta KM.3 RT.025 Desa Loa Janan, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timor- Indonesia.

Sampel kayu meranti (*Shorea spp*) dibersihkan dan dikeringkan menggunakan suhu ruang, kemudian serbuk kayu meranti diayak

menggunakan ayakan 100 mesh. Kemudian hasil ayakan serbuk kayu meranti (*Shorea spp*) berukuran 100 mesh digunakan untuk analisis Py-GC/MS. Komposisi kimia serbuk kayu meranti (*Shorea spp*) yang digunakan pada penelitian ini ditampilkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Komposisi kimia kayu meranti (*Shorea spp*)

Komponen Kimia	Kadar
Lignin	35±0,047%
α-selulosa	66%
Air	12±0,001%
Hemiselulosa	2%

Preparasi Katalis Ni/SBA-15 konsentrasi 20%.

Sebanyak 100 mg sampel serbuk kayu meranti dicampurkan dengan 20 mg katalis Ni/SBA-15 dengan menggunakan *Vortex V-1 plus*. Sampel kedua campuran tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan Py-GC/MS.

Analisis Py-GC/MS

Sebanyak 500 µg sampel campuran serbuk kayu meranti dan katalis dimasukkan ke dalam *Eco-cup* SF PY1-EC50F kemudian ditutup dengan wool glass. Kemudian sampel di dalam *Eco-cup* dipirolisis pada suhu 350°C selama 0,1 menit menggunakan multi-shot pyrolyzer (EGA/PY-3030D) dengan suhu interface sekitar 280°C yang terhubung dengan sistem GC/MS QP-2020 NX (Shimadzu, Japan). Kolom yang digunakan untuk analisis menggunakan GC/MS adalah MS SH-Rxi-5Sil (dengan ukuran 30 m × 0,25 mm) menggunakan *electron impact* sebesar 70 eV. Gas helium digunakan sebagai gas pembawa yang memiliki tekanan sistem sebesar 20 kPa (15,9 mL/min, laju alir kolom sebesar 0,61 mL/min). Suhu yang digunakan pada sistem GC, yaitu digunakan suhu awal 50°C konstan selama 10 menit, kemudian suhu ditingkatkan sampai 280°C (5°C/min) dalam waktu 13 menit. Kemudian hasil produk pirolisis dianalisis melalui identifikasi dengan membandingkan data waktu retensi dan massa spektrum dari NIST Library 2017. Nilai *similarity* indek (SI) untuk menentukan senyawa yang terdeteksi pada pirogram adalah >80%. Prosedur yang sama juga dilakukan untuk pirolisis 450°C dan 550°C. Berdasarkan hasil analisis berupa pirogram (pirolisis kromatogram) pada tiga suhu pirolisis yang berbeda dilakukan analisis komposisi kimia pada produk yang telah dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pirolisis pada penelitian ini menggunakan sampel serbuk kayu meranti (*Shorea spp*) yang berukuran 100 mesh. Proses pirolisis dilakukan pada tiga suhu berbeda yaitu 350°C, 450°C dan 550°C dengan tujuan untuk mengetahui senyawa apa saja yang dihasilkan pada suhu yang berbeda. Hasil analisis yang didapatkan dari analisis GC berupa pirogram (pirolisis kromatogram) dengan sumbu X berupa waktu retensi dan sumbu Y berupa intensitas relatif. Sedangkan hasil yang didapatkan dari analisis MS adalah pola fragmentasi dari senyawa yang teridentifikasi dari sistem GC. **Gambar 1** menampilkan pirogram hasil pirolisis serbuk kayu meranti dan katalis Ni/SBA-15 dengan konsentrasi sebesar 20%.

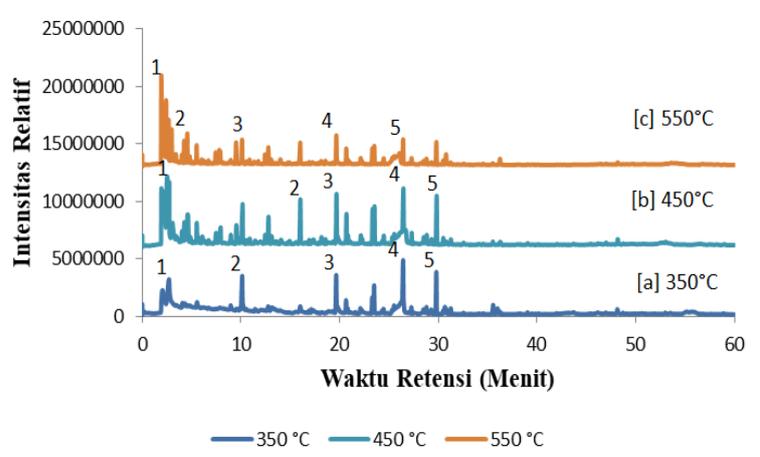
Pirogram pada hasil pirolisis serbuk kayu meranti dan katalis Ni/SBA-15 dengan konsentrasi sebesar 10% dan 20% menggunakan tiga temperatur berbeda menunjukkan pola yang serupa, namun kenaikan suhu pirolisis mengakibatkan semakin naiknya intensitas gas CO₂ yang dihasilkan pada waktu retensi sekitar 1-2 menit. Pirolisis serbuk kayu meranti menghasilkan senyawa-senyawa yang berasal dari dekomposisi termal selulosa, hemiselulosa dan lignin [6]. Pada pirogram hasil pirolisis serbuk kayu meranti dengan katalis Ni/SBA-15 dengan konsentrasi sebesar 20% senyawa-senyawa hasil pirolisis dapat diamati pada waktu retensi 1-10 menit, 10-20 menit, 20-26, dan 26-30 menit. Selanjutnya pada **Gambar 1** menunjukkan adanya perbedaan persen area senyawa yang terbentuk pada tiga suhu yang berbeda. Hal ini dimungkinkan karena adanya perbedaan suhu dekomposisi dari penyusun utama kayu (lignin, selulosa, hemiselulosa).

Jumlah senyawa pirolisis serbuk kayu meranti menggunakan katalis Ni/SBA-15 pada konsentrasi 20% Ni/SBA-15 sebanyak 58 senyawa, sedangkan pada pirolisis serbuk kayu meranti tanpa katalis senyawa yang teridentifikasi sebanyak 42 senyawa.

Dengan adanya penambahan katalis Ni/SBA-15 meningkatkan probabilitas terjadinya tumbukan efektif antar molekul yang mengakibatkan peningkatan jumlah produk pirolisis yang terbentuk. Pada proses pirolisis terkatalisis, pembentukan produk terjadi karena adanya *thermal cracking* dan *catalytic cracking*. Tanpa adanya Ni, reaksi yang dominan adalah *thermal cracking* pada senyawa dengan berat molekul yang lebih tinggi [6]. Hal ini mengindikasikan bahwa katalis Ni/SBA-15

meningkatkan probabilitas terjadinya tumbukan efektif antar molekul-molekul pada saat proses pirolisis sehingga meningkatkan terjadinya pembentukan produk [5]. Kemudian senyawa-

senyawa yang dihasilkan pada pirolisis terkatalisis kayu meranti dengan persen area tertinggi dapat dilihat pada **Tabel 2**.



Gambar 1. Pirogram hasil pirolisis serbuk kayu meranti dan katalis Ni/SBA-15 dengan konsentrasi sebesar 20% (Keterangan [a] 1= Acetic acid, 2= DL-Theronine, N-glycyl- 3= 2-Methoxy-4-Vinylphenol 4= Phenol, 4-ethnyl-2,6-dimethoxy 5= (E)-2,6-Dimethoxy-4-(prop-1-en-1-yl)phenol. [b] 1= Acetic acid, 2= Creosol 3= 2-Methoxy-4-Vinylphenol 4= Phenol, 4-ethnyl-2,6-dimethoxy 5= (E)-2,6-Dimethoxy-4-(prop-1-en-1-yl)phenol. [c] 1= Acetaldehyde, hydroxyl 2= Propanoic acid, 2-oxo-, methyl ester 3= DL-Theronine, N-glycyl- 4= 2-Methoxy-4-Vinylphenol 5= Phenol, 4-ethnyl-2,6-dimethoxy.

Tabel 2. Senyawa-senyawa pirolisis terkatalisis kayu meranti

Tanpa Katalis		Katalis 20%	
% Area	Nama Senyawa	% Area	Nama Senyawa
23,6	Phenol, 4-ethenyl-2,6-dimethoxy	19,20	Acetic Acid
6,89	phenol, 2,6-dimethoxy-4(2-propenyl)	8,85	Phenol, 4-ethenyl-2,6-dimethoxy-
6,4	2-Methoxy-4-vinylphenol	6,49	2-Methoxy-4-vinylphenol
4,88	phenol, 2,6-dimethoxy	4,64	(E)-2,6-Dimethoxy-4-(prop-1-en-1-yl)phenol
4,08	trans-isoegenol	2,80	Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (Z)-
9,52	Furan, 2,5-dihydro	14,63	Acetaldehyde, hydroxy-
5,58	trans-isoegenol	6,79	Acetic Acid
5,2	6-Methoxy--methylbenzofuran	4,54	Propanoic acid, 2-oxo-, methyl ester
4,62	phenol, 2,6-dimethoxy-4(2-propenyl)	4,1	(E)-2,6-Dimethoxy-4-(prop-1-en-1-yl)phenol
2,69	trans-isoegenol	4,07	2-Methoxy-4-vinylphenol
20,53	1H-Cylopent (1,3)cycloprop(1,2)benzene	8,94	Acetic Acid
7,49	€-2,6-Dimethoxy-4-9prop-1-en-1-yl)pheno	7,33	2-Pentanone, 3-methyl-
4,36	Benzaldehyde, 4-hydroxy-3,5-dimethoxy	6,78	Acetaldehyde, hydroxy-
3,9	Phenol	3,28	2-Methoxy-4-vinylphenol
2,84	p-Cresol	3,14	Creosol

Berdasarkan hasil pirolisis didapatkan jumlah senyawa secara keseluruhan pirolisis serbuk kayu meranti dengan katalis 20% sebanyak 58 senyawa yang teridentifikasi. Pada

suhu 350°C, 450°C dan 550°C didapatkan senyawa yang teridentifikasi masing-masing sebanyak 35, 39 dan 39 senyawa. Senyawa-senyawa yang teridentifikasi berasal dari

golongan keton, alkohol, aldehida, asam asetat, furan, furfural, vanillin, aromatik dan fenol.

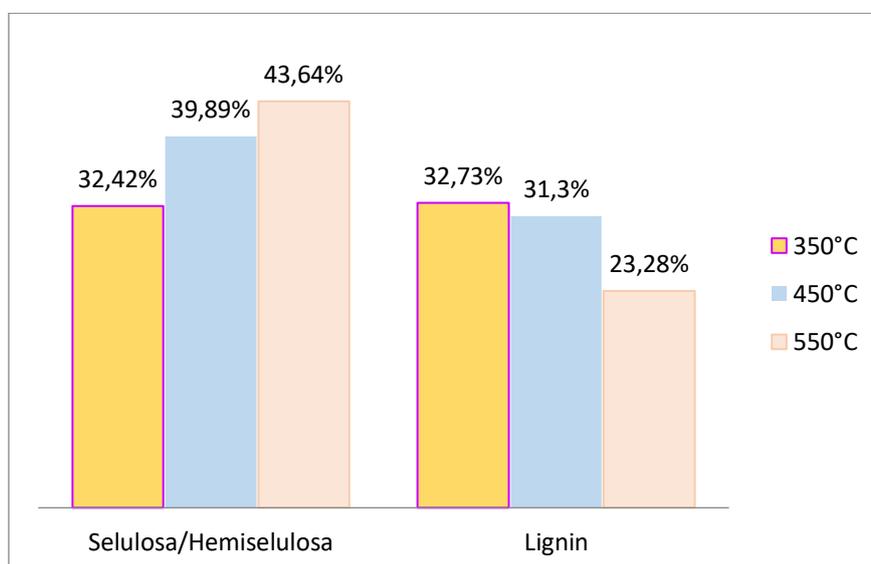
Berdasarkan penelitian sebelumnya pada pirolisis serbuk kayu meranti tanpa katalis didapatkan secara keseluruhan senyawa yang teridentifikasi sebanyak 42 senyawa. Pada suhu 350°C, 450°C dan 550°C didapatkan senyawa yang teridentifikasi masing-masing sebanyak 26, 15 dan 30 senyawa. Miranda, *et al* (2022). Dari hasil analisis pirogram pada **Gambar 1** kemudian dipilih lima jenis senyawa yang memiliki persen area tertinggi dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Analisis Komposisi Produk Pirolisis Serbuk Kayu Meranti dan Katalis Ni/SBA-15

Pada penambahan katalis pada proses pirolisis serbuk kayu meranti (*Shorea spp*)

mengakibatkan adanya perbedaan komposisi produk pirolisis berdasarkan pengelompokkan prekursor. Berdasarkan pada hasil pirolisis dapat dihitung persen area senyawa produk pirolisis serbuk kayu meranti menggunakan katalis dengan konsentrasi 20% berdasarkan prekursornya, diantaranya dapat dilihat pada **Gambar 2**.

Setelah penambahan katalis, persentase persen area produk turunan selulosa/hemiselulosa lebih besar dibandingkan dengan produk turunan lignin. Penambahan katalis meningkatkan produksi senyawa furan, vanillin dan asam asetat serta furfural. Senyawa furan, furfural dan asam asetat adalah produk dekomposisi termal dari selulosa/hemiselulosa. Sedangkan vanillin merupakan produk dekomposisi termal dari lignin.



Gambar 2. Persen Area Serbuk Kayu Meranti (*Shorea spp*) dengan Konsentrasi Katalis Ni/SBA-15 sebesar 20%

Berdasarkan **Gambar 2** dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan persen area pada produk turunan selulosa/hemiselulosa dari 32,42% menjadi 43,64% setiap kenaikan suhu. Sedangkan pada produk turunan lignin mengalami penurunan persen area dari 32,73% menjadi 23,28%. Jika dibandingkan dengan hasil pirolisis tanpa katalis didapatkan hasil bahwa pada suhu 350°C total senyawa yang terdegradasi selulosa/hemiselulosa sebanyak 7,82%, pada suhu 450°C sebanyak 6,33% dan pada suhu 550°C sebanyak 16,84%. Sedangkan total senyawa hasil degradasi lignin pada suhu 350°C sebanyak 62,21%, pada suhu 450°C sebanyak 26,99% dan pada suhu 550°C sebanyak 45,71% (Miranda, *et al* 2022). Hal ini dapat disimpulkan

bahwa semakin tinggi suhu pirolisis yang digunakan maka akan semakin tinggi persen area senyawa hasil dekomposisi selulosa/hemiselulosa dan semakin rendah persen area senyawa hasil dekomposisi lignin, baik dengan dan tanpa adanya katalis. Selain itu meningkatnya persen senyawa turunan selulosa/hemiselulosa dibandingkan turunan lignin dikarenakan kandungan selulosa/hemiselulosa pada serbuk kayu meranti lebih tinggi dibandingkan dengan lignin dan suhu dekomposisi selulosa/hemiselulosa lebih rendah dibandingkan lignin dengan masing masing suhu dekomposisi 350°C -450°C untuk selulosa/hemiselulosa dan lignin 400°C -1000°C [7].

Berdasarkan hasil analisis, persen area pada produk turunan selulosa/hemiselulosa meningkat pada pirolisis terkatalisis Ni/SBA-15. Hal ini mengindikasikan bahwa efektivitas katalis Ni/SBA-15 pada pirolisis selulosa/hemiselulosa lebih tinggi jika dibandingkan dengan pirolisis lignin. Akan tetapi, hal ini perlu dibuktikan lebih lanjut melalui studi-studi berikutnya, misalnya penggunaan senyawa model selulosa/hemiselulosa dan lignin pada pirolisis terkatalisis Ni/SBA-15, baik dengan metode eksperimen maupun komputasi. Sebuah studi oleh Wu *et al* [11] menunjukkan bahwa *yield* gas pada pirolisis/gasifikasi selulosa lebih tinggi daripada lignin ketika menggunakan katalis berbasis Ni, hal ini menguatkan indikasi bahwa katalis berbasis Ni lebih efektif untuk senyawa selulosa seperti yang diamati pada penelitian ini.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa produk senyawa turunan selulosa/hemiselulosa serbuk kayu meranti dengan katalis Ni/SBA-15 konsentrasi 20% menggunakan instrumen Py-GC/MS terdiri dari senyawa Keton, Alkohol, Aldehida, Furan, Furfural dan Asam Asetat. Produk hasil degradasi lignin berupa senyawa Fenol, Aromatik dan Vanillin. Sedangkan pada produk senyawa turunan selulosa/hemiselulosa serbuk kayu meranti tanpa katalis Ni/SBA-15 menggunakan instrumen Py-GC/MS terdiri dari senyawa Keton, Alkohol, Aldehida, Furan dan Asam Asetat. Produk hasil degradasi lignin berupa senyawa Fenol, Aromatik, Vanillin dan Eugenol.

Berdasarkan hasil pirolisis yang dihasilkan didapatkan persen area senyawa pirolisis serbuk kayu meranti dengan dan tanpa katalis. Tanpa katalis, senyawa furan dan asam asetat mengalami kenaikan persen area seiring meningkatnya suhu pirolisis dan senyawa vanillin mengalami penurunan persen area dengan meningkatnya suhu pirolisis. Kemudian serbuk kayu meranti dengan katalis Ni/SBA-15 konsentrasi 20% mengalami penurunan persen area seiring dengan meningkatnya suhu pirolisis sedangkan senyawa furan mengalami kenaikan persen area dengan kenaikan suhu pirolisis. Dapat disimpulkan bahwa penambahan katalis Ni/SBA-15 ke dalam serbuk kayu meranti meningkatkan produksi senyawa Furan, vanillin dan asam asetat, kemudian memunculkan senyawa baru yaitu furfural. Dengan meningkatnya senyawa furan dan furfural dapat membuktikan bahwa katalis Ni/SBA-15 bekerja dengan baik, yaitu bersifat lebih aktif untuk meningkatkan produksi

senyawa yang berasal dari selulosa/hemiselulosa. Namun, satu hal yang menjadi catatan penting adalah bahwa penambahan katalis juga dapat meningkatkan produksi asam asetat, dimana asam asetat akan bersifat korosif dan juga dapat menurunkan laju pemanasan pada proses pirolisis [8].

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil komposisi kimia produk pirolisis serbuk kayu meranti setelah penambahan katalis Ni/SBA-15 dengan konsentrasi 20% adalah produk pirolisis turunan selulosa/hemiselulosa sebesar 34,6%-28% dan dan produk pirolisis turunan lignin sebesar 32,7%-23,3%. Jika dibandingkan dengan mbahan katalis, terjadi kenaikan persen area produk turunan selulosa/hemiselulosa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi melalui hibah World Class Research (Contact number. 298/UN17.L1/HK/2022) untuk pelaksanaan penelitian ini. Kemudian penulis berterima kasih kepada orang tua, keluarga dan teman-teman atas dukungan dan saran yang telah diberikan. Selanjutnya penulis berterima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberika saran dan masukan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hotmian, E., Suoth, E., Fatimawali, F., & Tallei, T. (2021). *Analisis GC-MS (gas chromatography - mass spectrometry) ekstrak metanol Dari Umbi Rumput Teki (cyperus rotundus L.)*. PHARMACON, 10(2), 849.
- [2] Kaydouh, M. N. (2015). *Highly active and stable Ni/SBA-15 catalysts prepared by a "two solvents" method for dry reforming of methane*. Microporous and Mesoporous Materials, 220, 99–109.
- [3] Rasidi, I. (2015). *Preparasi katalis nikel arang aktif untuk reaksi hidrogenasi asam lemak tidak jenuh dalam minyak kelapa*. Jurnal Kimia, 9 (1), 77–85.
- [4] Riandis, J. A., & Sanjaya, A. S. (2021). *Pengolahan sampah Plastik Dengan Metode pirolisis Menjadi Bahan Bakar minyak*. Jurnal Chemurgy, 5(1), 8.
- [5] Subagyono, R. D. J., Putri, S. A., Manawan, M., Mollah, M., Nugroho, R. A., & Gunawan, R. (2023). *Catalytic*

- Pyrolysis of the Green Microalgae Botryococcus braunii over Ni/SBA-15 Prepared by the Ultrasonic-Assisted Sol-Gel Method.* ACS omega.
- [6] Subagyono, R. D. J., Qi, Y., Chaffee, A. L., Amirta, R., & Marshall, M. (2021). *Pyrolysis-gc/ms analysis of fast growing wood macaranga species.* Indonesian Journal of Science and Technology, 6(1), 141-158.
- [7] Subagyono, R., Masdalifa, W., Aminah, S., Nugroho, R. A., Mollah, M., Allo, V. L., & Gunawan, R. (2021). *Kinetic Study of Copyrolysis of the Green Microalgae Botryococcus braunii and Victorian Brown Coal by Thermogravimetric Analysis.* ACS Omega, 6, 32032-32042.
- [8] Subagyono, R., Ying, Q., Alan, L., Rudianto, A., & Marc, M. (2021). *Pyrolysis-GC/MS Analysis of Fast Growing Wood.* Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia, 6(1), 141-158.
- [9] Subagyono, R., Ying, Q., W. Roy, J., & Alan, L. (2016). *Pyrolysis-GC/MS Analysis of Biomass and the Bio-Oils Produced from CO/H₂O Reactions.* Jurnal Pirolisis Analitik dan Terapan, 154-164.
- [10] Wijaya, B., Riniarti, M., Hidayat, W., Niswati, A., Hasanudin, U., & Banuwa, I. (2021). *Interaksi Perlakuan dosis Dan Suhu Pirolisis Pembuatan biochar Kayu Meranti (Shorea spp.) mempengaruhi Kecepatan Tumbuh sengon (paraserianthes moluccana).* ULIN: Jurnal Hutan Tropis, 5(2), 78.
- [11] Wu, C., Wang, Z., Huang, J., & Williams, P. T. (2013). *Pyrolysis/gasification of cellulose, hemicellulose and lignin for hydrogen production in the presence of various nickel-based catalysts.* Fuel, 106, 697-706.