

## PIROLISIS AMPAS TEBU DENGAN KATALIS Ni/SBA-15 MENGGUNAKAN INSTRUMEN *PYROLYSIS GAS CHROMATOGRAPHY MASS-SPECTROMETRY* (Py-GC/MS)

### PYROLYSIS OF BAGGASE WITH Ni/SBA-15 CATALYST USING PYROLYSIS GAS CHROMATOGRAPHY MASS-SPECTROMETER (Py-GC/MS)

Ahmed Iqbal Praskianto, R. R Dirgarini J.N. Subagyono\* 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 experiments of bagasse with catalyst Ni/SBA-15 at 350°C, 450°C and 550°C using a Pyrolysis-Gas Chromatography-Mass Spectrometer (Py-GC/MS) been done. This study aims to determine the chemical composition of the pyrolysis product of bagasse with Ni/SBA catalysis (10% w/w). Based on the percent area value of the pyrolysis product identified on the pyrogram, the chemical composition of the pyrolysis product of bagasse produced was a cellulose/hemicellulose derivative product of 45.46%-60.24% and a lignin derivative product of 32.81%-17.77% . The addition of the catalyst Ni/SBA-15 to the pyrolysis of bagasse increased the amount of cellulose/hemicellulose derivative products such as ketones and furfural and then increased the amount of lignin derivative products such as vanillin and phenol.

**Keywords:** Pyrolysis, Bagasse, Catalyst Ni/SBA-15, Py-GC/MS

#### ABSTRAK

Pirolisis ampas tebu dengan katalis Ni/SBA-15 dengan pada suhu 350°C, 450°C dan 550°C menggunakan Instrumen *Pyrolysis-Gas Chromatography-Mass Spectrometer* (Py-GC/MS) telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia produk pirolisis ampas tebu dengan katalisis Ni/SBA (10% b/b). Berdasarkan nilai persen area produk pirolisis yang teridentifikasi pada pirogram, komposisi kimia produk pirolisis ampas tebu yang dihasilkan adalah produk turunan selulosa/hemiselulosa sebesar 45,46%-60,24% dan produk turunan lignin sebesar 32,81%-17,77%. Penambahan katalis Ni/SBA-15 pada pirolisis ampas tebu meningkatkan jumlah produk turunan selulosa/hemiselulosa seperti keton dan furfural kemudian meningkatkan jumlah produk turunan lignin seperti vanillin dan fenol.

**Kata kunci:** Pirolisis, Ampas Tebu, Katalis Ni/SBA-15, Py-GC/MS.

#### PENDAHULUAN

Pirolisis adalah penguraian kimia bahan organik lewat proses pemanasan dengan sedikit oksigen, di mana terjadi pemecahan struktur kimia bahan baku sehingga terbentuk produk berfase gas, padat dan cair. Uap yang dihasilkan dalam proses pirolisis mengandung karbon monoksida, metana, karbon dioksida, serta air. Produk cair yang dihasilkan dari proses pirolisis

dikenal sebagai bio-oil [4].

Pirolisis merupakan salah satu metode konversi termokimia untuk mengkonversi biomassa menjadi bio-oil. Pirolisis dilakukan dengan instrumen Pyrolysis Gas Chromatography Mass (Py-GC/MS) dengan jumlah yang sangat sedikit. Teknik ini juga dapat digunakan untuk mengkarakterisasi bermacam-macam polimer serta bahan komposit yang tidak dapat dianalisis memakai teknik-teknik GC-MS biasa. Teknik ini juga berguna untuk mengetahui komposisi kimia produk pirolisis dari berbagai jenis-jenis

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



biomassa seperti mikroalga dan kayu. Pirolisis dengan instrumen Py-GC/MS dapat dilakukan pada temperatur suhu 400-600°C

Proses dekomposisi termal dapat digunakan dengan instrumen Py-GC/MS merupakan suatu teknik kromatografi gas dengan menggunakan spektrometri massa. Kromatografi gas berfungsi untuk mencari senyawa yang bersifat volatil yang berada dalam kondisi vakum yang tinggi dan tekanan rendah ketika dipanaskan [3].

Serat tebu biasa disebut ampas tebu, di mana ampas tebu berasal dari proses ekstraksi dan biasanya dibuat jus dengan diperah. Hasil data yang didapat dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia ampas tebu yang dihasilkan sebanyak 32% dari tebu yang sudah di giling. Panjang ampas tebu yang sudah digiling berkisar 1,7 mm – 2 mm dengan diameter 20 mikro, mengandung air 48-52%, dengan rata-rata kandungan gula sebesar 3,35% dan serat sebanyak 47,7% [2].

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan studi pirolisis ampas tebu dengan instrumen (Py-GC/MS) [1]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi kimia yang dihasilkan dari proses pirolisis ampas tebu mengandung produk turunan lignin dan selulosa/hemiselulosa dengan persentase yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka dilakukan studi lanjut di mana pirolisis sabut kelapa dan pirolisis ampas tebu akan dilakukan dengan penambahan katalis untuk mempelajari apakah terdapat perbedaan komposisi kimia produk pirolisis yang dihasilkan dengan penambahan katalis. Katalis merupakan suatu proses peningkatan laju reaksi, tetapi tidak berubah setelah akhir reaksi.

Pada penelitian ini akan digunakan katalis Ni/SBA-15. SBA-15 merupakan material silika mesopore dengan dinding pori yang tebal, mempunyai luas permukaan cukup besar serta kestabilan kimia yang tinggi sehingga sangat baik digunakan untuk sensor, katalis serta pengemban katalis, pembawa obat (*drug delivery*), serta aplikasi bio-medik. Nikel merupakan logam transisi yang berfungsi sebagai katalis dan dapat juga digunakan untuk konversi termal hidrokarbon [5].

Oleh karena itu, penelitian ini akan mempelajari pirolisis ampas tebu dengan katalis Ni/SBA-15 menggunakan instrumen Py-GC/MS. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui komposisi kimia produk pirolisis ampas tebu dengan katalis Ni/SBA-15 untuk

selanjutnya dibandingkan dengan komposisi kimia produk pirolisis ampas tebu dari penelitian sebelumnya. Penelitian ini merupakan studi lanjut penelitian oleh Afdaliyah [1] yang telah melakukan studi pirolisis ampas tebu dan sabut kelapa sehingga karakterisasi ampas tebu dan sabut kelapa tidak dilakukan kembali. Batasan penelitian ini adalah studi komposisi kimia produk dari proses pirolisis ampas tebu serta pirolisis sabut kelapa dan karakterisasi katalis Ni/SBA-15 yang digunakan tidak menjadi bahasan penelitian.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Preparasi Sampel Ampas Tebu.

Pertama Sampel ampas tebu dibersihkan lalu dipotong kecil dan dikeringkan dengan cara dikering selama  $\pm 7$  hari sampai kadar air di dalam sampel berkurang, setelah itu sampel dihaluskan menggunakan blender lalu disaring dengan ayakan 100 mesh dan digunakan untuk analisis Py-GC/MS

### Preparasi Ampas Tebu dan Katalis.

Sebanyak 100 mg sampel ampas tebu dicampur dengan 10 mg katalis Ni/SBA-15 (*catalyst loading* = 10%) dengan menggunakan Vortex V-1 plus. Sampel campuran tersebut selanjutnya digunakan untuk analisis Py-GC/MS.

### Analisis Py/GC-MS.

Sebanyak 500  $\mu\text{g}$  ampas tebu (perbandingan 1:1 b/b) dimasukkan ke dalam eco-cup SF PY1-EC50F dan ditutup dengan glasswool. Selanjutnya, sampel dalam eco-cup dipirolisis pada suhu 350°C selama 0,1 menit menggunakan multi-shot pyrolyzer (EGA/PY-3030D) dengan suhu interface 280°C yang telah terhubung dengan sistem GC/MS QP-2020 NX (Shimadzu, Japan). Kolom yang digunakan untuk analisis GC/MS adalah MS SH-Rxi-5Sil (ukuran 30 m  $\times$  0,25 mm) dengan *electron impact* sebesar 70 eV. Gas helium digunakan sebagai gas pembawa dengan tekanan sistem sebesar 20,0 kPa (15,9 mL/min, laju alir kolom sebesar 0,61 mL/min). Adapun suhu pada sistem GC, yaitu: suhu awal 50°C konstan selama 1 menit, kemudian suhu ditingkatkan hingga 280°C (5°C/min) dalam waktu 13 menit. Hasil produk pirolisis dianalisis melalui identifikasi dengan membandingkan data waktu retensi dan massa spektrum dari NIST Library 2017.14. Prosedur yang sama dilakukan untuk pirolisis dan co-pirolisis pada suhu 450 dan 550°C. Hasil analisis berupa pirogram (pirolisis kromatogram) pada

tiga suhu pirolisis yang berbeda. Selanjutnya dilakukan analisis komposisi kimia produk yang dihasilkan.

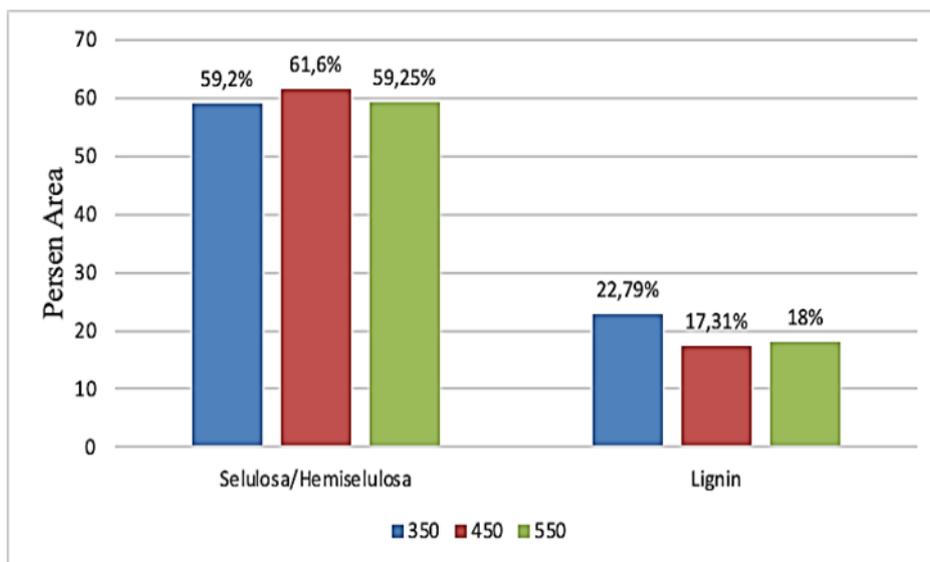
### PEMBAHASAN

Proses pirolisis pada penelitian ini menggunakan sampel ampas tebu yang berukuran 100 mesh. Proses pirolisis dilakukan pada tiga suhu berbeda yaitu 350°C, 450°C dan

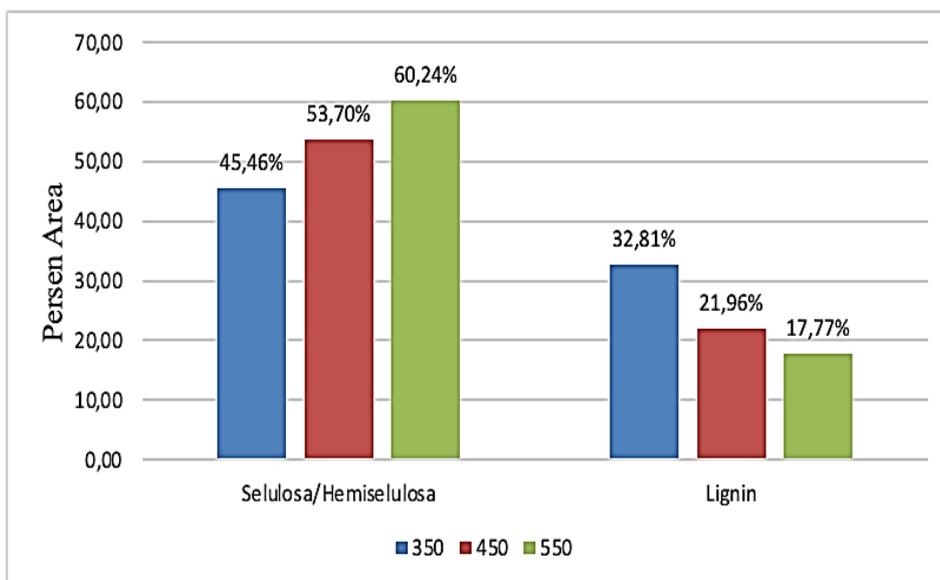
550°C dengan tujuan untuk mengetahui hasil perbandingan pada suhu yang berbeda.

### Analisis Komposisi Produk Pirolisis Ampas Tebu dengan dan tanpa Katalis Ni/SBA-15.

Pada penambahan katalis pada proses pirolisis ampas tebu mengakibatkan adanya perbedaan komposisi produk pirolisis berdasarkan pengelompokan prekursor.



**Gambar 1.** Persen Area Ampas Tebu tanpa Katalis Ni/SBA-15



**Gambar 2.** Persen Area Ampas Tebu dengan Katalis Ni/SBA-15 Konsentrasi 10%.

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 furfural. Senyawa keton dan furfural adalah produk

dekomposisi termal dari selulosa/hemiselulosa. Sedangkan vanillin dan fenol merupakan produk dekomposisi termal dari lignin. Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan persen area pada produk turunan selulosa/hemiselulosa dari 59,2% menjadi 59,2%

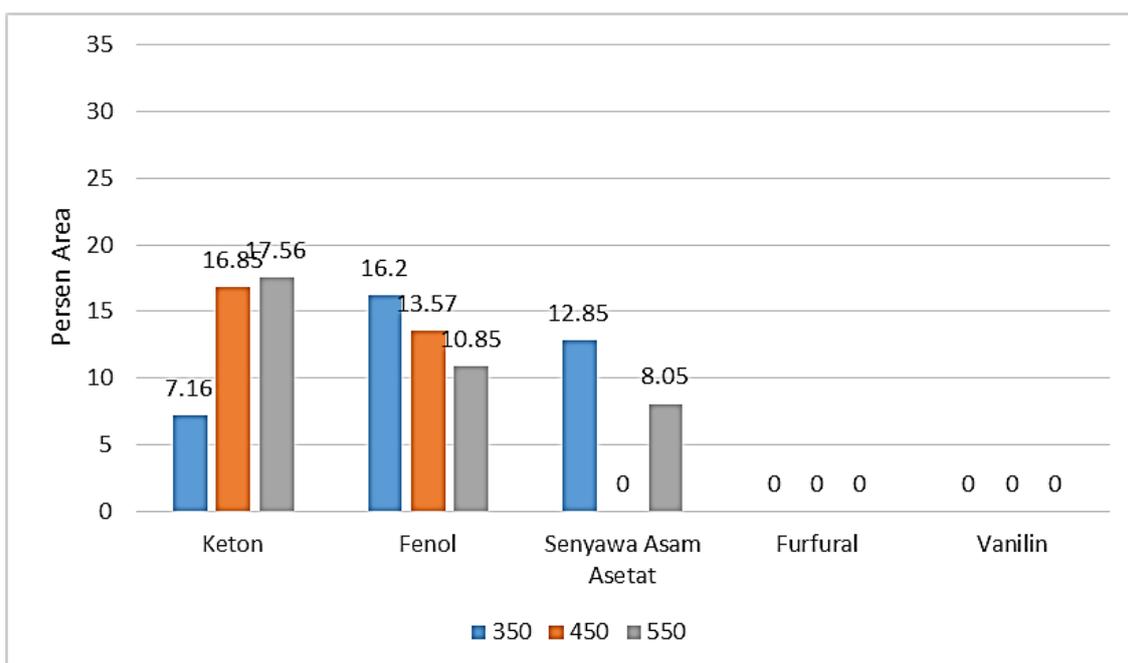
pada setiap kenaikan suhu. Sedangkan pada produk turunan lignin mengalami penurunan persen area dari 28,79% menjadi 18%. Jika dibandingkan dengan hasil pirolisis dengan katalis Ni/SBA-15 dengan konsentrasi 10% pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan persen area pada produk turunan selulosa/hemiselulosa dari 45,46% menjadi 60,24% pada setiap kenaikan suhu. Sedangkan pada produk turunan lignin mengalami penurunan persen area dari 32,81% menjadi 17,77% [1]. 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. Pada pirolisis ampas tebu tanpa katalis dan menggunakan katalis menghasilkan berbagai senyawa yang dapat dikelompokkan

berdasarkan golongan yang ditampilkan pada Tabel 1.

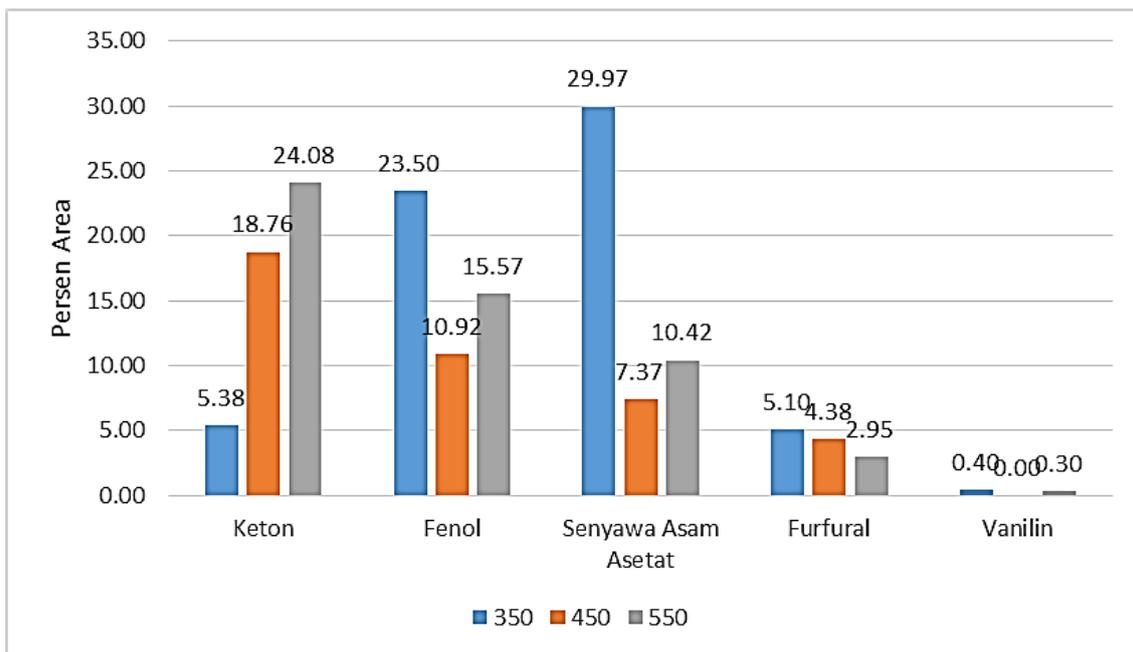
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa produk senyawa turunan selulosa/hemiselulosa ampas tebu tanpa katalis Ni/SBA-15 menggunakan instrumen Py-GC/MS terdiri dari senyawa Keton, Alkohol, Aldehida, Furan dan Asam Asetat. Produk hasil degradasi lignin berupa senyawa Fenol dan Vanillin. Sedangkan pada produk senyawa turunan selulosa/hemiselulosa ampas tebu dengan katalis Ni/SBA-15 10% menggunakan instrumen Py-GC/MS terdiri dari senyawa Keton, Alkohol, Aldehida, Furan dan Asam Asetat. Produk hasil degradasi lignin berupa senyawa Fenol, Aromatik dan Vanillin. Selanjutnya pada Gambar 3 dan Gambar 4 ditampilkan persen area produk pirolisis ampas tebu tanpa katalis dan dengan katalis 10%.

**Tabel 1.** Golongan Senyawa Turunan Selulosa/Hemselulosa dan Lignin Pada Hasil Pirolisis Ampas Tebu Tanpa Katalis dan dengan Katalis 10%

Golongan	Tanpa Katalis			Katalis 10%		
	350°C	450°C	550°C	350°C	450°C	550°C
Keton	7,16	16,855	17,65	5,38	18,76	24,08
Fenol	16,2	13,57	10,85	23,5	10,92	15,57
Senyawa Asam Asetat	12,85	0	8,05	29,97	7,37	10,42
Furfural	0	0	0	5,1	4,38	2,95
Vanilin	0	0	0	0,4	0	0,3



**Gambar 3.** Persen Area Senyawa Pirolisis Ampas Tebu Tanpa Katalis



**Gambar 4.** Persen Area Senyawa Pirolisis Ampas Tebu Dengan Katalis 10%

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat persen area senyawa pirolisis ampas tebu dengan dan tanpa katalis. Tanpa katalis, senyawa keton mengalami kenaikan persen area seiring meningkatnya suhu pirolisis dan senyawa fenol dan senyawa asam asetat mengalami penurunan persen area dengan meningkatnya suhu pirolisis. Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa persen area keton mengalami kenaikan persen area seiring meningkatnya suhu pirolisis sedangkan persen area fenol, senyawa asam asetat, furfural dan vanillin hasil pirolisis ampas tebu dengan katalis Ni/SBA-15 konsentrasi 10% mengalami penurunan persen area seiring dengan meningkatnya suhu pirolisis.

#### KESIMPULAN

Hasil komposisi kimia produk pirolisis ampas tebu tanpa katalis Ni/SBA-15 Terjadi kenaikan persen area turunan senyawa selulosa/hemiselulosa dari 59,2% menjadi 59,25% Sedangkan pada turunan senyawa lignin terjadi penurunan dari 22,79% menjadi 18% dan menggunakan katalis Ni/SBA-15 10% terjadi kenaikan persen area turunan senyawa selulosa/hemiselulosa dari 45,46% menjadi 60,24% Sedangkan pada turunan lignin terjadi penurunan dari 32,81% menjadi 17,77%.

#### 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] Afdaliah, Noor. (2022). Co-Pirolisis Campuran Mikroalga Hijau (*Botryococcus braunii*) Dan Sabut Kelapa (*Cocos nucifera* L) Menggunakan Instrumen Pyrolysis-Gas Chromatography/Mass Spectrometry (PY-GC/MS). Skripsi. Universitas Mulawarman.
- [2] Alifianti, J., & Wardhono, A. (2019). Penggunaan Serat Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengganti Serat Fiberglass Pada Pembuatan Campuran Plafon Grc (Glassfiber Reinforced Cement) Terhadap Uji Kuat Lentur, Uji Kuat Tekan, Dan Uji Resapan Air. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 1-11.
- [3] 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.
- [4] Isykapurnama, S., Sarastri, D., & Mahardika, H. A. (2021). Potensi Teknologi Pengolahan Berbasis Pirolisis

dalam Penanganan Limbah Alat Pelindung Diri yang Menumpuk di Masa Pandemi Covid-19. *Journal of Research in Pharmacy*, 1(1), 34-43.

- [5] Ridhawati, Wahab, A. W., Nafie, N. L., & Raya, I. (2018). Pengaruh Metode Sintesis Silika Mesopori SBA-15 terhadap Analisis Differential Scanning Calorimetry dan Pengukuran Low Angles X-Ray Diffraction. *INTEK*, 5(1), 39-43.