

# Karakterisasi Sifat Fisik dan Kimia Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Potongan Rambut Manusia Asal Minahasa dengan KG-SM

Jovanca Rizky R. Topol<sup>a</sup>, I Dewe K. Anom<sup>a</sup>, Joice D. S. Caroles<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Kimia, Universitas Negeri Manado, 95619, Indonesia

## INFO ARTIKEL

Diterima : 13 Juni 2024

Disetujui : 15 Agustus 2024

### Key word:

Hair

Human hair cut waste

Liquid smoke

Physical and chemical properties

GC-MS

### Kata kunci:

Rambut

Limbah Potongan Rambut Manusia

Asap cair

Sifat Fisik dan Kimia

KG-SM

## ABSTRACT

Hair is a specialized derivative structure of the skin and is one of the defining characteristics of humans. Humans strive for the beauty of their hair, one of which is to change the hair model by cutting with various models. This phenomenon has resulted in the amount of hair waste generated every day from thousands of salons increasing rapidly. One of the natural materials that has been rarely utilized and difficult to decompose is human hair cut waste. The purpose of this study was to analyze the characteristics of physical and chemical properties of liquid smoke from pyrolysis of human hair waste from Minahasa. The method used to convert human hair waste into liquid smoke is pyrolysis. The physical properties of liquid smoke from pyrolysis of Minahasa human hair are: calorific value 8,166 cal/gr, viscosity 14.121 cSt, density 0.9837 g/ml, flash point 31°C, smoke point 172.4°C, boiling point 139.2°C, freezing point -14.6°C. GC-MS analysis of liquid smoke liquid from pyrolysis of Minahasa native human hair pieces produced 30 peaks of chemical compounds. Based on these results, it can be concluded that pyrolysis of 1350 g of human haircut waste obtained a total yield of 105 g by weight of liquid smoke, with a percentage of 7.77%.

## ABSTRAK

Rambut merupakan struktur derivatif khusus dari kulit dan merupakan salah satu ciri khas yang mendefinisikan karakteristik dari manusia. Manusia mengupayakan keindahan rambutnya, salah satunya adalah mengubah model rambut dengan cara memotong dengan berbagai macam model. Fenomena ini mengakibatkan jumlah limbah rambut yang dihasilkan setiap hari dari ribuan salon meningkat pesat. Salah satu bahan alami yang selama ini masih jarang dimanfaatkan dan sulit terurai adalah limbah potongan rambut manusia. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik sifat fisika dan kimia asap cair hasil pirolisis dari limbah potongan rambut manusia asli Minahasa. Metode yang digunakan untuk mengubah limbah potongan rambut manusia menjadi asap cair yaitu pirolisis. Sifat fisika dari asap cair hasil pirolisis potongan rambut manusia asli Minahasa yaitu: nilai kalor 8.166 kal/gr, viskositas 14,121 cSt, densitas 0,9837 g/ml, titik nyala 31,5°C, titik asap 172,4°C, titik didih 139,2°C, titik beku -14,6°C. Analisis GC-MS cairan asap cair hasil pirolisis potongan rambut manusia asli Minahasa menghasilkan 30 puncak senyawa kimia. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa Pirolisis dari 1350 g limbah potongan rambut manusia didapatkan total hasil 105 g berat asap cair, dengan persentase sebesar 7.77%.

\*e-mail: jovancatopol@gmail.com

## Pendahuluan

Rambut merupakan struktur derivatif khusus dari kulit dan merupakan salah satu ciri khas yang mendefinisikan karakteristik dari

manusia [1]. Rambut mempunyai peranan yang penting dalam sejarah kehidupan manusia. Rambut tidak hanya berfungsi sebagai pelindung sekujur tubuh dari panas, dingin,

atau sebab-sebab lain yang dapat melukai tetapi juga berpengaruh pada segi estetika seperti untuk diurai, diikat, dibando, dikepang, diluruskan, dikeriting, dan lain-lain. Komponen rambut terdiri dari keratin, asam nukleat, karbohidrat, sistin, sistein, lemak, arginin, sistrulin, dan enzim [14]. Kandungan kimia utama rambut adalah protein keratin yang terdiri dari 18 jenis asam amino, sedangkan kandungan sampingannya yaitu pigmen melanin (3% dari total), elemen kecil (besi, mangan, kalsium, magnesium, seng, dan tembaga selain komponen anorganik seperti fosfor dan silikon), dan lemak (1-9%, contohnya squalane, monogliserida, digliserida, trigliserida, asam lemak bebas, kolesterol, ester kolesterol, dan ester lemak)[10]. Salah satunya adalah mengubah model rambut dengan cara memotong dengan berbagai macam model. Fenomena ini mengakibatkan jumlah limbah rambut yang dihasilkan setiap hari dari ribuan salon meningkat pesat.

Salah satu bahan alami yang selama ini masih jarang dimanfaatkan dan sulit terurai adalah limbah potongan rambut manusia. Limbah potongan rambut manusia sulit dihancurkan meskipun tertimbun dalam tanah untuk waktu yang lama[2]. Tetapi ada beberapa salon yang mengumpulkan limbah rambut dan kemudian diolah sendiri menjadi sanggul atau *wig*. Oleh karena itu, teknologi untuk mengolah limbah potongan rambut manusia dalam konteksnya perlu mempertimbangkan semua kemungkinan pengguna dan teknologi serta dampak sosial ekonomi dan lingkungan. Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan sebelumnya, pengolahan limbah potongan rambut manusia dicoba dengan teknologi pirolisis.

Teknik pirolisis merupakan salah satu solusi untuk mengolah limbah padat khususnya limbah rambut manusia. Mekanisme kerjanya yang mudah, membuat proses pirolisis tidak menghasilkan limbah baru yang dapat mencemari lingkungan [6]. Pirolisis adalah proses termokimia di mana bahan organik terurai menjadi produk gas, cair, dan padat dalam kondisi tanpa oksigen [12]. Kemudian asap cair yang didapat digunakan sebagai bahan bakar cair. Sementara karbon yang dihasilkan dapat digunakan sebagai

bahan bakar padat [9]. Keunggulan dari pirolisis limbah padat adalah akan menghasilkan produk dengan rasio dan kandungan energi yang tinggi. Salah satu yang dihasilkan dari pirolisis limbah padat dalam hal ini rambut manusia yaitu asap cair [3].

Asap cair merupakan hasil distilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan yang banyak mengandung karbon serta senyawa senyawa lain [7]. Asap cair hasil pirolisis bahan organik dapat digunakan untuk berbagai keperluan karena umumnya bersifat asam dan banyak mengandung fenolik, sehingga banyak menghasilkan senyawa-senyawa yang memiliki efek sebagai antimikroba, antibakteri, dan antioksidan seperti senyawa asam dan turunannya [8]. Asap cair juga biasanya digunakan sebagai bahan bakar atau juga sebagai pengawet makanan atau produk tertentu [13].

## Metode Penelitian

### Alat

Seperangkat alat Reaktor Pirolisis, pipa gelas, batang pengaduk, corong pisah 1000 ml, labu Erlenmeyer 250 ml, labu alas bulat 1000 ml, statif dan klem, kondensor, termometer, karet, timbangan, alat KG-SM.

### Bahan

Limbah potongan rambut manusia asal Minahasa.

### Prosedur Kerja

#### *Preparasi Sampel Limbah Rambut Manusia Asal Minahasa*

Sampel potongan rambut manusia dicuci dengan air dan sampo, lalu dijemur di bawah sinar matahari.

#### *Pirolisis*

Sampel potongan rambut manusia asal minahasa ditimbang secara berturut-turut sebanyak 150; 200; 200; 200; 150; 160; 140; 150 gram, dimasukkan perlahan-lahan ke dalam labu sesuai urutan secara bergantian. Labu ditutup, dan periksa rangkaian pirolisis satu per satu. Pirolisis limbah potongan rambut manusia asal minahasa siap dimulai. Kemudian proses pirolisis mulai dilakukan dengan mengamati perubahan suhu distilasi dan perubahan yang terjadi secara fisik. Proses pirolisis berlangsung

selama kurang lebih 4 jam. Asap cair hasil pirolisis akan dilakukan penentuan: nilai kalor, massa jenis, viskositas, titik didih, titik nyala, titik asap, titik beku, analisis KG-SM.

**Hasil dan Pembahasan**

**Pirolisis**

Peneliti telah melakukan penelitian selama 1 bulan di Koka, Kec. Tombulu, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Sampel rambut manusia asli minahasa didapat sebanyak 1350 gram. Hasil pirolisis sebanyak 1350 gram sampel rambut manusia di peroleh asap cair sebanyak 105 gram.

Pirolisis limbah dari rambut manusia berlangsung selama 4 jam dan diamaati, dihitung mulai dari pemanasan sampai selesai proses pirolisis. Pemanasan dimulai dengan suhu 80°C, kemudian setelah 15 menit muncul asap putih, sampel mulai meleleh dimenit 30 pada suhu 98°C. Pada suhu sekitar 100-118°C mulai adanya uap, dan pada menit ke 40 dengan suhu sekitar 118-130°C teramati adanya cairan mulai menetes dan cairan tersebut adalah asap cair.

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa rata-rata kadar air pada arang aktif hasil aktivasi dengan  $CaCl_2$  diperoleh kadar air sebanyak 0,533% sedangkan arang hasil aktivasi dengan  $ZnCl_2$  diperoleh kadar air sebanyak 0,438%, dan hasil dari analisis kadar air ini telah memenuhi standar kualitas karbon aktif. Dibandingkan dengan kadar standar kualitas karbon aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995, yaitu maksimal 15% untuk karbon aktif berbentuk serbuk, maka karbon aktif serbuk ini telah memenuhi standar.

**Tabel 1. Hasil pengamatan pirolisis Limbah Potongan Rambut Manusia Asli Minahasa.**

Massa sampel (g)	Massa Asap Cair (g)	Massa Air (g)
150		
200		
200		
200	105	505
150		
160		
140		
150		
Total 1350 g		

Berdasarkan hasil pengamatan dengan total massa sampel sebesar 1350gram menghasilkan massa asap cair sebesar 105 gram. Persentase yang didapat yaitu 7,77%.

**Sifat Fisik dan Kimia Asap Cair Potongan Rambut Manusia**

**Sifat Fisik**

**Tabel 2. Analisis Sifat fisik Asap cair Hasil Pirolisis**

	Hasil Penelitian	Bensin (SNI)
Nilai Kalor (kalori/gr)	8.166	10.160-11.000
Viskositas Kinematik T 25°C (cSt)	14,121	< 1
Densitas T 25°C (g/ml)	0,9837	0,77-1,19
Titik Nyala (°C)	31,5	Maks 57
Titik Asap (°C)	172,4	Maks 170
Titik Didih (°C)	139,2	Maks 205
Titik Beku (°C)	-14,6	< -33

**Densitas**

Densitas mengacu pada besaran fisik yang menggambarkan sejauh apa suatu objek atau zat memiliki massa dalam hubungannya dengan volume yang ditempati. Satuan umum yang digunakan untuk mengukur densitas adalah kilogram per meter kubik ( $kg/m^3$ ) dalam sistem metrik. Namun, tergantung pada benda atau zat yang diamati, densitas juga dapat diukur dalam satuan lain seperti gram per sentimeter kubik ( $g/cm^3$ ) atau pound per kaki kubik ( $lb/ft^3$ ) [4]. Hasil pengujian asap cair pirolisis potongan rambut manusia adalah 0,9837 g/ml.

**Viskositas**

Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan dalam fluida, semakin besar gesekan dalam fluida untuk mengalir dan menunjukkan semakin sulit suatu benda bergerak dengan fluida [4]. Hasil pengujian nilai viskositas asap cair potongan rambut manusia adalah 14,121 cSt. Berdasarkan standar mutu internasional yang dikeluarkan oleh *Shell Petroleum Canada* tahun 1999 bahwa nilai viskositas yang diperbolehkan untuk bahan bakar jenis bensin adalah <1 cSt.

**Nilai Kalor**

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah energi panas maksimum yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna persatuan massa atau volume bahan bakar tersebut. Nilai kalor dari

hasil pirolisis potongan rambut manusia adalah 8,166 kal/gr. Nilai kalor dari bahan bakar minyak pada umumnya berkisar antara 10.160- 11.000 kkal/kg.

#### *Nilai Didih*

Titik didih dari hasil pirolisis potongan rambut manusia adalah 139,2°C. Titik didih adalah suhu tertentu di mana suatu zat atau cairan akan mulai mengalami perubahan fase dari bentuk cair menjadi bentuk gas pada tekanan atmosfer normal. Berdasarkan SNI 06-3506-1994 titik didih akhir bahan bakar yang diizinkan maksimal sebesar 205°C. Hasil yang didapat oleh peneliti pada asap cair hasil pirolisis limbah potongan rambut manusia menunjukkan angka dibawah batas maksimal mutu standar yang telah ditentukan. Berdasarkan nilai titik didih yang dihasilkan sudah memenuhi standar sebagai bahan bakar alternatif.

#### *Titik Asap*

Titik asap adalah temperatur ketika minyak atau lemak pada kondisi tertentu menguapkan sejumlah senyawa volatil yang memberikan penampakan asap yang jelas. Titik asap 170°C merupakan standar minimum yang digunakan untuk menyatakan bahwa minyak tersebut sudah mencapai batas kerusakan [5]. Dari hasil penelitian pirolisis potongan rambut manusia orang minahasa, titik asap mencapai angka 172,4°C dimana hasil tersebut melewati batas minimum kerusakan pada titik asap.

#### *Titik Nyala*

Titik nyala (*flash point*) adalah titik temperatur terendah dimana bahan bakar dapat menyala pada kondisi tertentu pada tekanan satu atmosfer. Titik nyala (*flash point*) merupakan faktor penting untuk keamanan terhadap kebakaran menurut [11]. Hasil pengujian titik nyala asap cair dari potongan rambut manusia orang minahasa 31,5°C. Titik nyala bensin yang beredar dipasaran adalah sebesar 57°C. Titik nyala yang telah dicapai pada proses pirolisis asap cair tersebut menunjukkan dibawah titik nyala bahan bakar bensin pada umumnya, sehingga asap cair hasil pirolisis limbah potongan rambut manusia

dapat diusulkan sebagai bahan bakar alternatif.

#### *Titik Asap*

Titik asap dari hasil pirolisis adalah 172,4°C. Titik asap adalah temperatur uapkan sejumlah senyawa volatil yang memberikan penampakan asap yang jelas. Istilah ini biasanya digunakan dalam bidang kuliner untuk menentukan jenis minyak yang tepat untuk proses tertentu. Konsentrasi senyawa volatil dalam minyak mencakup air, asam lemak bebas, dan produk hasil degradasi oksidasi. Lebih tinggi dari titik asap akan menuju ke titik nyala di mana uap dari minyak akan bercampur dengan udara dan membentuk api.

#### *Titik Beku*

Titik Beku dari hasil pirolisis adalah -14,6°C. Titik beku normal suatu zat adalah suhu pada saat zat meleleh atau membeku pada tekanan 1 atm (keadaan normal). Dalam perhitungan kimia, penurunan titik beku disimbolkan dengan  $\Delta T_f$  (f berasal dari kata *freeze*) atau  $\Delta T_b$ . Peristiwa penurunan titik beku ini sering diterapkan pada negara-negara yang memiliki musim dingin [15].

#### **KG-SM**

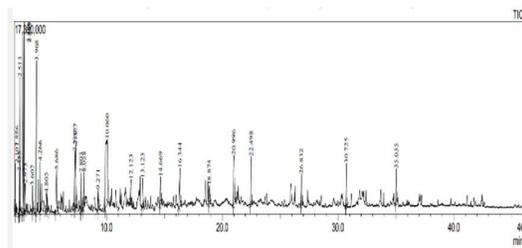
Analisis Kromatografi Gas Spektrometri Massa (KG-SM) pada cairan asap cair hasil pirolisis potongan rambut manusia. Berdasarkan hasil KG-SM asap cair hasil pirolisis potongan rambut manusia yang bertujuan untuk pemisahan senyawa dan mengetahui banyak senyawa-senyawa kimia yang terkandung didalam asap cair hasil pirolisis potongan rambut manusia.

Hasil analisis KG-SM cairan asap cair hasil pirolisis potongan rambut manusia menghasilkan 30 puncak senyawa dan kromatogramnya. Pada data KG-SM senyawa target yang akan dibahas lebih lanjut ditunjukkan pada senyawa 8 dan senyawa 12. Disajikan pada gambar 1. Sumbu X pada kromatogram adalah waktu retensi, sedangkan sumbu Y adalah kelimpahan atau persentase.

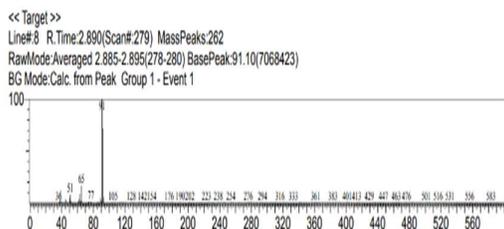
#### *Senyawa target puncak 8*

Identifikasi kromatogram asap cair, senyawa puncak 8 dengan waktu retensi rata-

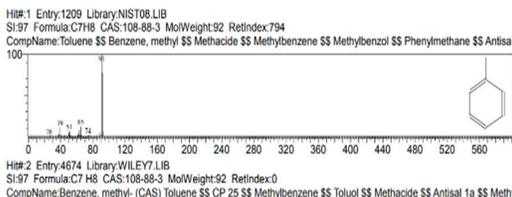
rata 2,891 menit dan kelimpahan 11,51%. Perbandingan spectra SM dari senyawa puncak 8 dan Toluene ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 1. Kromatogram dari hasil pirolisis asap cair limbah potongan rambut manusia.

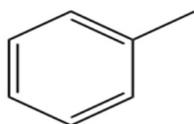


Gambar 2. Spektra massa senyawa puncak 8.



Gambar 3. Spektra massa senyawa Toluena.

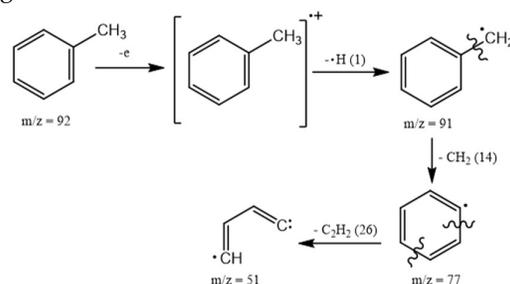
Senyawa target yang ditunjukkan pada puncak 11 mempunyai puncak dasar sama dengan senyawa yang ditunjukkan pada data *libraryNIST08.LIB* pada puncak  $m/z = 91$ . Hal ini dapat di artikan bahwa target puncak 8 mempunyai kerangka dasar sama dengan senyawa *benzene methyl-* (CAS) *Toluene*. Massa molekul senyawa target puncak 91. Oleh karena itu, senyawa target 8 diusulkan dengan nama Toluene dan strukturnya di modeling menggunakan aplikasi ChemDraw sebagai berikut:



toluene

Gambar 4. Struktur *Toluene*.

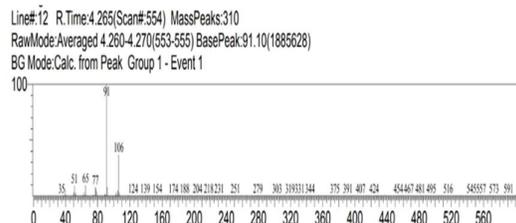
Adapun pola fragmentasi yang di modeling menggunakan aplikasi chemdraw pada senyawa phenol dapat ditunjukkan pada gambar 4.



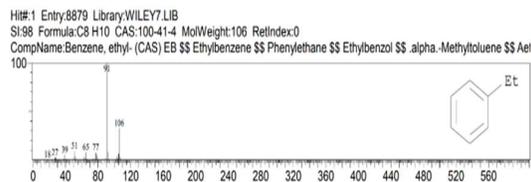
Gambar 5. Usulan pola fragmentasi pelepasan ion molekul senyawa target puncak 8, methyl- (CAS) *Toluene*.

### Senyawa target puncak 12

Identifikasi kromatogram asap cair, senyawa puncak 12 dengan waktu retensi 4,266 menit dan kelimpahan 2,63%. Perbandingan spectra SM dari senyawa puncak 12 dan *benzene, ethyl* ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Spektra massa senyawa puncak 12.

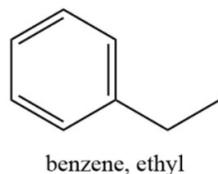


Gambar 7. Spektra massa etilbenzena.

Senyawa target yang ditunjukkan pada puncak 11 mempunyai puncak dasar sama dengan senyawa yang ditunjukkan pada data *libraryWILEY7.LIB* pada puncak  $m/z = 106$ . Hal ini dapat di artikan bahwa target puncak 12 mempunyai kerangka dasar sama dengan senyawa *benzene, ethyl*. Massa molekul senyawa target puncak 12 adalah 310, sedangkan senyawa pembanding mempunyai massa molekul 106.

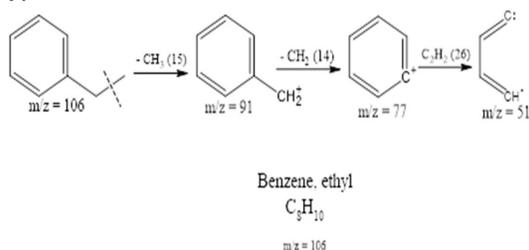
Oleh karena itu, senyawa target 8 diusulkan dengan nama Toluene dan

strukturnya di modeling menggunakan aplikasi ChemDraw pada gambar 8.



Gambar 8. Struktur benzene, ethyl.

Adapun pola fragmentasi yang di modeling menggunakan aplikasi chemdraw pada senyawa phenol dapat ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Usulan pola fragmentasi pelepasan ion molekul senyawa target puncak 12 benzene ethyl.

### Kesimpulan

Berdasarkan GC-MS cairan hasil pirolisis sampah potongan rambut manusia dapat digolongkan senyawa kimia spesifiknya methyl- (CAS) Toluene dan Benzene, ethyl. Sifat fisika asap cair hasil pirolisis potongan rambut manusia yaitu: densitas 0,9837 g/ml, viskositas 14,121 cSt, nilai kalor 8.166 kal/g, titik nyala 31,5°C, titik asap 172,4°C, titik didih 139,2°C, titik beku -14,6°C. Sifat kimia analisis GC-MS cairan asap cair hasil pirolisis potongan rambut manusia menghasilkan 30 puncak senyawa. Karakteristik fisik dan kimia yang didapat dapat dijadikan bahan bakar alternatif.

### Daftar Pustaka

[1] Albaihaqi, A., & Mustarichie, R. (2020). *Review: Tanaman Herbal Berkhasiat Sebagai Obat Antialopesia*. 17.

[2] Amin, M. (2012). *Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik Bahan Komposit Serat Rambut Manusia*.

[3] Anom, I. D. K., & Lombok, J. Z. (2022). Reaction Kinetics In The Pyrolysis Of Human Hair Waste. *Acta Chimica Asiana*, 5(1), 186–192. <https://doi.org/10.29303/Aca.V5i1.113>

[4] Anom, I. D. K., Marianus, Lombok, J. Z., &

Savalas, L. R. T. (2023). Kinetics Of Gas And Liquid Smoke From Catalytic Pyrolysis Of Human Hair Cut Waste And Its Characterization.

[5] Berger, K.G. 2005. *The Use of Palm Oil in Frying*. Malaysian Palm Oil Promotion Council.

[6] Bhandari, T. R., Lamsal, B., & Adhikari, R. (2021). Pyrolyzed Human Hair: A Review On Synthesis, Characterization And Applications. *BIBECHANA*, 18(1), 231–239. <https://doi.org/10.3126/Bibechana.V18i1.29601>

[7] Darmadji, P. (2002). Optimasi pemurnian asap cair dengan metoda redistilasi. *Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. XII(3).

[8] Haji, G.A., Mas'ud, A. Z., Lay, W.B., Sutjahjo H. S., & Pari, G. (2007). Karakterisasi asap cair hasil pirolisis sampah organik padat dengan reaktor pirolisis. *Jurnal Teknologi Industri*, 16(3), 111-118.

[9] Iswadi, D., F, Nurisa., Liastuti, E. (2017). Pemanfaatan sampah plastik LDPE dan PET menjadi bahan bakar minyak dengan proses pirolisis. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, vol.1 no.2, hal 1–9.

[10] Mitsui, T. 1992. *New Cosmetics Science*. Amsterdam.: Elsevier Science. Halaman: 81-82.

[11] Nasrun, Eddy K., Inggit S. (2016). *Studi Awal Produksi Bahan Bakar Dari Proses Pirolisis Kantong Plastik Bekas*. 5:1, 30-44

[12] Riandis, J. A., Setyawati, A. R., & Sanjaya, A. S. (2021). Pengolahan Sampah Plastik Dengan Metode Pirolisis Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Chemurgy*, 5(1), 8. <https://doi.org/10.30872/CMg.V5i1.4755>

[13] Ridhuan, K., Irawan, D., & Inthifawzi, R. (2019). Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan. [14] Tahir, I., 1992, Pengambilan Asap Cair secara Destilasi Kering pada Proses pembuatan KarbonAktifdari Tempurung Kelapa, Skripsi, FMIPA Ugm, Yogyakarta.

[14] Rook, A. dan R. Dawber. 1991. *Disease of The Hair and Scalp* (2nd ed.). London: Blackwell Scientific Pub. Halaman: 41-49.

[15] Sitanggang, S. (2019). *Sifat Koligatif Larutan*. Jakarta: e-modul.