

Karakterisasi Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Potongan Rambut Manusia

Yance P. D. Iantipo^{*a}, I. D. K. Anom^a, Johnny Z. Lombok^a

^a Jurusan Kimia, Universitas Negeri Manado, 95619, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 15 November 23
Disetujui 18 Januari 24

Key word:

Characterization of Liquid
Smoke from Pyrolysis of Human
Hair Cut Waste

Kata kunci:

Karakterisasi asap cair hasil
pirolisis limbah potongan
rambut manusia.

ABSTRACT

Waste piece hair man is difficult decomposes in nature. can pollute environment and influence fertility tana Because No can unraveled by microorganisms with fast. Burning waste piece hair man produce toxic gases and impact for health human and environment. For overcome problem special waste piece hair man so waste hair man shut up as fast Possible melt as fluid oil. For characterization smoke liquid results pyrolysis use Equipment: a set of tools pyrolysis, condenser, bottles 40 liter glass, glass Elemeyer, scales analytical, clamp, pipette, FTIR Spectrophotometer and GC-MS. goal _ For change waste piece hair man become smoke liquid through the pyrolysis process know component compound chemistry analyze FTIR and determine clusters function analyze GC-MS. characteristic chemistry Smoke liquid results pyrolysis waste piece Hair Man can be classified chemical compounds.1. methyl- (CAS) Toluene. 2. Phenol, 4-methyl- 3. 2,4 -imidazolinedion, 5,5- dimethyl. 4. Sour hexanoate, methyl ester.

ABSTRAK

Limbah potongan rambut manusia adalah sulit terurai di alam. dapat mencemari lingkungan dan mempengaruhi kesuburan tana karena tidak dapat terurai oleh mikroorganisme dengan cepat. Pembakaran limbah potongan rambut manusia menghasilkan gas-gas beracun dan berdampak bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan khusus limbah potongan rambut manusia maka limbah rambut manusia diam secepat mungkin mencair sebagai cairan minyak. Untuk karakterisasi asap cair hasil pirolisis menggunakan peralatan: satu set alat pirolisis, kondensor, Botol kaca 40 liter, gelas Elemeyer, timbangan analitik, penjepit, pipet tetes, Spektrofotometer FTIR, dan GC-MS. Tujuan untuk mengubah limbah potongan rambut manusia menjadi asap cair melalui proses pirolisis mengetahui komponen senyawa kimia menganalisis FTIR dan menentukan gugus-gugus fungsi mnganalisis GC-MS. Sifat kimia Asap cair hasil pirolisis limbah potongan Rambut Manusia dapat di golongan senyawa kimia. 1. methyl- (CAS) Toluene. 2. Phenol, 4-methyl- 3. 2,4-imidazolindion, 5,5-dimetil. 4. Asam heksanoat, metil ester.

*e-mail: yancelantipo@gmail.com

*Telp: +6281342310940

Pendahuluan

Rambut merupakan bagian dari tubuh manusia yang tidak hanya sebagai estetika tetapi mempunyai fungsi perlindungan[1]. Komponen kimia rambut terdiri atas 0.1-5 pigmen (melanin), 1-9% lemak, dan 65-95% protein serta komponen-komponen lainnya seperti polisakarida dan air[2]. Rambut kepala dihasilkan selama periode waktu 4-8 tahun sedangkan non rambut kepala dihasilkan selama periode kurang dari 12 bulan dengan pertumbuhan rata-rata 0,6-1,42 cm per bulan hal ini tergantung pada tipe rambut dan lokasi

tumbuhnya[3]. Rambut manusia setiap bulan mengalami pertumbuhan kurang lebih 1-1,5 cm setiap bulan sehingga hampir setiap orang pasti ke salon untuk gunting rambut. Terlepas dari jenis kelamin, ada keinginan atau ketidakpuasan dengan rambut manusia khususnya wanita[4]. Clay dkk, (1940) menemukan bahwa dalam rambut yang berwarna hitam mengandung lebih banyak kandungan protein sistein (Asquith, 1977).

Keratin adalah kompleks yang berlapis dan dibentuk oleh berbagai struktur, yang memberikan kekuatan pada rambut,

kelenturan, daya tahan, dan fungsionalitas. Ikatan disulfida terbentuk dari dua molekul asam amino sistein, yang menyebabkan rambut manusia memiliki sifat mekanik yang kuat, daya tahan termal dan ketahanan terhadap degradasi fisikokimia dari lingkunganyangbaik [5].

Menurut Astuti dalam Pranata (2008), komponen-komponen yang terkandung di dalam asap cair adalah senyawa fenol, senyawa karbonil, dan senyawa asam[6]. Di dalamnya terkandung senyawa asam karboksik siklik yang tinggi, dimana senyawa asam karboksik siklik dapat dipengaruhi oleh jumlah selulosa dan hemiselulosa pada bahan baku[7]. Kandungan asap cair dipengaruhi oleh kandungan kimia dari bahan baku yang digunakan dan suhu yang dicapai pada proses pirolisis[8].

Pirolisis adalah proses dekomposisi suatu bahan yang terjadi pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas. Pada proses dekomposisi pirolisis ini juga sering disebut dengan devolatilisasi. Dari hasil produk pirolisis adalah gas dan padatan. Dimana gas yang nantinya akan dikondensasi dan didapatkan asap cair yang dapat digunakan sebagai bahan bakar cair. Sementara karbon yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar padat[9]. Menurut Bridgwater (2004) dan Demirbas (2005), pirolisis merupakan proses dekomposisi bahan tanpa oksigen melalui proses pembakaran, gasifikasi dengan oksidasi total atau parsial[10]. Pirolisis cepat adalah relatif baru, teknologi menjanjikan melibatkan hasil cairan yang tinggi dicapai melalui pemanasan cepat antara 10 sampai besar 1000°C/detik, waktu tinggal pendek yaitu kurang dari 2 detik, suhu 400-650 °C, dan dengan pendinginan yang cepat dari uap[11] (Dickerson, 2013).

Teknik GC pertama kali diperkenalkan oleh James dan Martin pada tahun 1952[12]. GC adalah teknik kromatografi yang hanya dapat digunakan untuk mendeteksi senyawa volatil. Kriteria evaporasi adalah dapat diuapkan pada kondisi vakum tinggi dan tekanan rendah serta dapat dipanaskan[13]. Prinsip MS adalah mengionisasi senyawa kimia untuk menghasilkan molekul bermuatan atau fragmen molekul dan mengukur rasio massa/muatan. Molekul yang telah terionisasi

dengan menembakkan elektron berenergi tinggi menghasilkan ion bermuatan positif, yang kemudian diarahkan ke medan magnet berkecepatan tinggi. Medan magnet atau listrik akan membelokkan ion-ion ini untuk menentukan berat molekulnya dan berat molekul dari setiap fragmen[14]. Detektor kemudian menghitung muatan induksi atau arus yang dihasilkan ketika ion melewati atau mengenai permukaan, memindai massa, dan menghitung ion sebagai rasio massa terhadap muatan (m/z). Terdapat 4 (empat) proses dalam spektrometri massa yaitu ionisasi, percepatan, defleksi dan deteksi.

Bahan dan Metode

Sampel yang digunakan adalah sampah potongan rambut manusia. Alat - alat yang digunakan adalah satu set alat pirolisis, kondensor, Botol kaca 40 liter, gelas Erlenmeyer, timbangan analitik, penjepit, pipet tetes, Spektrofotometer FTIR, dan GC-MS

Prosedur kerja pirolisis rambut

Langkah-langkah penelitian pirolisis sampah potongan rambut manusia mengikuti prosedur penelitian yang dilakukan oleh I. Dewe K. Anom, dan John. Z. Lombok [15] sebagai berikut:

- a) Rambut manusia di bersikan dari pengotor
- b) Sampah potongan rambut manusia yang digunakan sebagai sampel penelitian, dicuci bersih dan di jemur sampai kering.
- c) Menyusun rangkaian 1 set alat pirolisis.
- d) Ditimbang 100gram sampel potongan rambut manusia kemudian dimasukkan ke dalam labu bulat 1000 ml.
- e) Labu ditutup dengan rapat dan proses pirolisis siap untuk dimulai.
- f) Proses pirolisis sampah potongan rambut manusia mulai dilakukan dengan mengamati perubahan suhu distilasi dan perubahan-perubahan yang terjadi secara fisik (meleleh ,menguap, dan terbentuk produk asap cair).
- g) Proses pirolisis dihentikan apabila tidak ada lagi cairan yang menetes kedalam Erlenmeyer.
- h) Asap cair dari hasil pirolisis tersebut di analisis dengan: FTIR. dan GC-MS.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pirolisis asap cair limbah potongan rambut manusia telah di cuci bersih. Hasil ke I s/d selesai terdapat pada tabel 1.

Beratsampel 100 gram				
No	Waktu air menetes setiap 15 menit	Suhu °C	Waktu rata-rata	Volume asap cair (ml)
1	06:30-10:30	89-180 °C	5 jam	60 (ml)
2	12:15-15:15	91-201 °C	4 jam	39 (ml)
3	16:50-19:50	92-180 °C	4 jam	40 (ml)

Identifikasi komponen senyawa asap cair hasil pirolisis limbah potongan rambut manusia telah mengidentifikasih pada beberapa Tabel.2

N0	Asap cair	Arang	Berat sampel 100. gram
1	60 gram	5 gram	100 gram
2	39 gram	8 gram	100 gram
3	40 gram	6 gram	100 gram
Jumlah Rata-rata	139 gram	19 gram	3000 gram

Analisis data dan pembahasan

Identifikasi komponen senyawa asap cair hasil pirolisis sampah potongan rambut manusia telah diuji dan diidentifikasi dua bagian yaitu:

FTIR dan Kromotografi Gas Spektrometri Massa (GC-MS).

a. (FTIR). Asap cair hasil pirolisis pada sampel potongan rambut manusia, menjadi 2 (dua) lapisan yaitu: cairan berwarna merah dan cairan berwarna kuning.

Cairan berwarna merah dan cairan berwarna kuning, mengidentifikasi dan menganalisis FTIR. untuk menentukan gugus fungsi.

b. Kromotografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS). Asap cair hasil pirolisis pada sampel potongan rambut manusia, menjadi 2 (dua) lapisan yaitu: cairan berwarna merah dan cairan berwarna kuning.

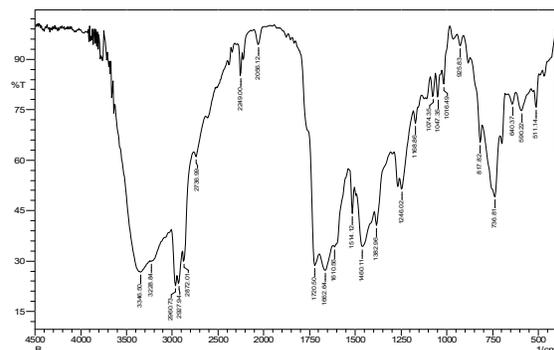
Cairan berwarna merah dan cairan berwarna kuning, mengidentifikasi dan menganalisis dengan Kromotografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS). untuk

menentukan beberapa kandungan senyawa kimia.

Uji Inframerah (FTIR)

pada sampel sampah potongan rambut manusia telah dicuci,

Spektrum FTIR sampel b, cairan merah pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektrum pada sampel rambut manusia yang sudah dicuci.

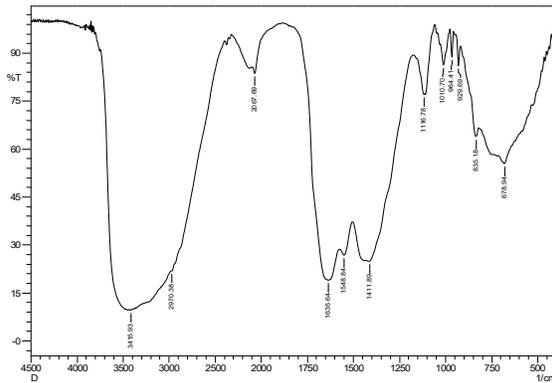
Pembahasan Analisis Spektrum FTIR Sampel B pada spektrum 1

Mengetahui pada Spektrum FTIR menemukan bahwa menentukan beberapa gugus fungsi sebagai berikut:

Dari data spektrum inframerah tersebut, terlihat bahwa spektrum sampel B yang diperoleh menunjukkan adanya gugus N-H yang muncul sebagai serapan tajam dengan intensitas kuat sebagai vibrasi regang pada bilangan gelombang (γ) 3346.50 cm^{-1} . Dugaan adanya gugus N-H ini diperkuat dengan munculnya serapan tajam dengan intensitas lemah sebagai vibrasi lentur $\text{C}\equiv\text{N}$ pada bilangan gelombang 2056.12 cm^{-1} . Adanya gugus aromatik Ar-H atau gugus C-H aromatik yang muncul sebagai serapan tajam dengan intensitas kuat sebagai vibrasi regang pada bilangan gelombang 3228.84 cm^{-1} . Dugaan adanya gugus CH aromatik ini diperkuat oleh munculnya serapan tajam dengan intensitas kuat sebagai vibrasi lentur $\text{C}=\text{C}$ aromatik pada bilangan gelombang 1662.64 cm^{-1} . Gugus CH_3 dan CH_2 alkana muncul sebagai serapan tajam dengan intensitas sebagai vibrasi regang pada bilangan gelombang 2960.73 cm^{-1} dan gugus amida C-N muncul sebagai serapan tajam dengan intensitas kuat sebagai vibrasi lentur pada bilangan gelombang 1382.96 cm^{-1} . Gugus karbonil $\text{C}=\text{O}$ muncul sebagai serapan tajam dengan intensitas kuat sebagai vibrasi regang

pada bilangan gelombang 1720.50 cm^{-1} . Gugus CH aromatik monosubstitusi muncul sebagai serapan tajam dengan intensitas kuat sebagai vibrasi lentur pada bilangan gelombang 736.81 cm^{-1} . pada bilangan gelombang 2056.12 cm^{-1} . Adanya gugus aromatik Ar-H atau gugus C-H aromatik yang muncul sebagai serapan tajam dengan intensitas kuat sebagai vibrasi regang pada bilangan gelombang 3228.84 cm^{-1} . Dugaan adanya gugus CH aromatik ini diperkuat oleh Ar-H atau gugus C-H.

Spektrum FTIR sampel d.



Gambar 2. Spektrum pada sampel rambut manusia cairan warna kuning.

Pembahasan Analisis Spektrum FTIR Sampel D (rambut manusia) pada spectrum 2.

Mengetahui pada Spektrum FTIR menemukan bahwa menentukan beberapa gugus fungsi sebagai berikut :

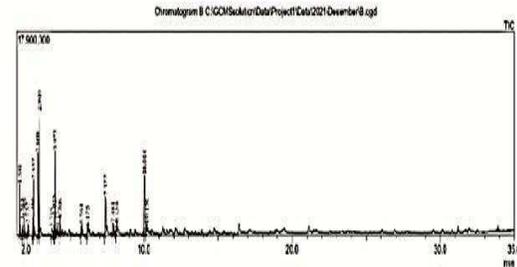
Dari data spektrum inframerah tersebut, terlihat bahwa spektrum sampel D yang diperoleh menunjukkan adanya gugus O-H yang muncul sebagai serapan tajam dengan intensitas kuat sebagai vibrasi regang pada bilangan gelombang (γ) 3415.93 cm^{-1} . Dugaan adanya gugus O-H ini diperkuat dengan munculnya serapan tajam dengan intensitas kuat sebagai vibrasi lentur $=\text{C-H}$ pada bilangan gelombang 1411.89 cm^{-1} . Adanya gugus C-H dan CH_2 alkana muncul sebagai serapan tajam dengan intensitas sebagai vibrasi regang pada bilangan gelombang 2970.38 cm^{-1} . Dugaan adanya gugus C-H dan CH_2 ini diperkuat dengan munculnya serapan tajam dengan intensitas lemah sebagai vibrasi lentur gugus aromatik Ar-H atau gugus C-H aromatik pada bilangan gelombang 835.18 cm^{-1} . Gugus $=\text{C}=\text{C}$ dan $=\text{C}-\text{N}$ -amida muncul sebagai serapan tajam dengan

intensitas kuat sebagai vibrasi regang pada bilangan gelombang 1635.64 cm^{-1} dan gugus aromatik $=\text{C-H}$ muncul sebagai serapan tajam dengan intensitas kuat sebagai vibrasi lentur pada bilangan gelombang 1411.89 cm^{-1} . Gugus H aromatik p. disubstitusi muncul sebagai serapan tajam dengan intensitas lemah sebagai vibrasi lentur pada bilangan gelombang 835.18 cm^{-1} .

Uji Kromotografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS).

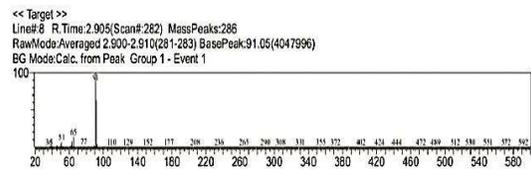
pada sampel sampah potongan rambut manusia telah dicuci.

1. Kromotografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS) sampel b, cairan berwarna merah pada Gambar. 3.



Gambar 3. Spektra Kromotografi Gas-Spektrometri Massa GC-MS. data sampel Asap cair hasil pirolisis limbah potongan rambut manusia.

Kromotografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS) sampel cairan merah.



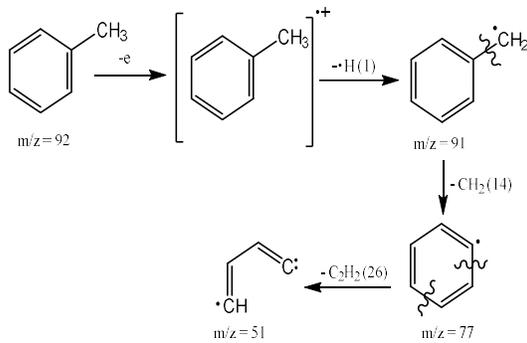
Gambar 4. Spektra massa senyawa target puncak 8

Gambar 5. Spektra massa senyawa *methyl-*(CAS) *Toluene*.

Senyawa target yang ditunjukkan pada puncak 8 mempunyai puncak dasar sama dengan senyawa yang ditunjukkan oleh data

library Wiley7.LIB pada $m/z = 91$. Hal ini dapat di artikan bahwa target puncak 8 mempunyai kerangka dasar sama dengan senyawa *methyl-* (CAS) *Toluene*. massa molekul senyawa target puncak 8 adalah 286, sedangkan senyawa pembanding mempunyai massa molekul 91. Dapat disimpulkan bahwa senyawa target puncak 8 mempunyai kerangka dasar sama yaitu senyawa *methyl-* (CAS) *Toluene* tetapi keduanya adalah senyawa yang sama dan mempunyai struktur molekul yang sama pula.

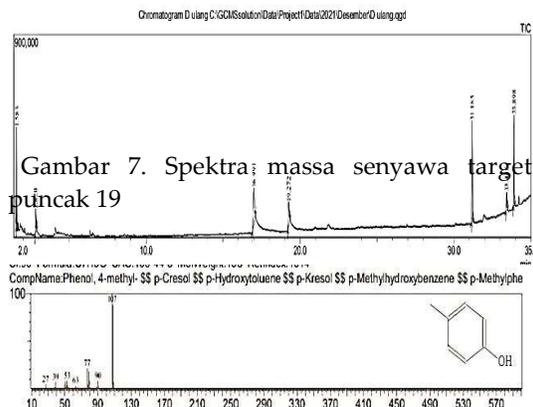
Oleh karena itu senyawa target puncak 8 di usulkan dengan nama Senyawa *Toluena* atau metil benzena dan struktur molekulnya di gambarkan sebagai berikut:



Gambar 6. Usulan pola pragmentasi pelepasan ion molekul senyawa target puncak 8, *methyl-* (CAS) *Toluene*.

Senyawa target puncak 19

Identifikasi spectra GC-MS senyawa puncak 19 dengan waktu retensi 10.020 menit dan kelimpahan 15.02% menunjukkan kemiripan pola fragmentasi senyawa Phenol, 4-methyl- sesuai dengan acuan data *library*: Wiley7.LIB. perbandingan spectra massa dari senyawa target puncak 19 dan senyawa Phenol, 4-methyl- ditunjukkan pada Gambar.5

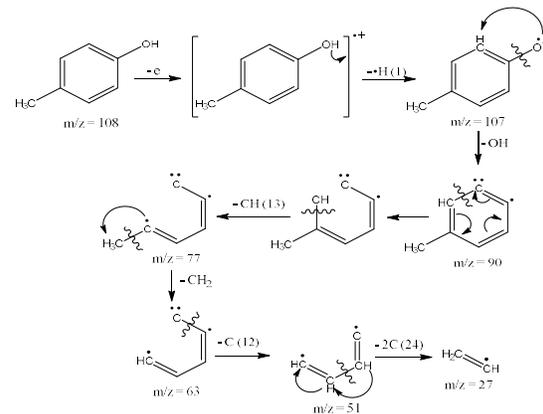


Gambar 7. Spektra massa senyawa target puncak 19

Gambar 8. Spektra massa senyawa Phenol, 4-methyl-

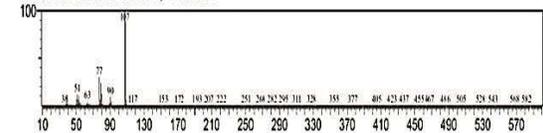
Senyawa target yang ditunjukkan pada puncak 19 mempunyai puncak dasar sama dengan senyawa yang ditunjukkan oleh data library Wiley7.LIB pada $m/z = 107$. Hal ini dapat di artikan bahwa target puncak 19 mempunyai kerangka dasar sama dengan senyawa Phenol, 4-methyl- massa molekul senyawa target puncak 19 adalah 296, sedangkan senyawa pembanding mempunyai massa molekul 107. Dapat disimpulkan bahwa senyawa target puncak 19 mempunyai kerangka dasar sama yaitu senyawa Phenol, 4-methyl- tetapi keduanya adalah senyawa yang sama dan mempunyai struktur molekul yang sama pula.

Oleh karena itu senyawa target puncak 19 di usulkan dengan nama Senyawa 4-metil phenol. Dan struktur molekulnya di gambarkan sebagai berikut:



Gambar 9. Usulan pola pragmentasi pelepasan ion molekul senyawa target puncak 19 4-metil phenol.

Gambar 7. Usulan pola pragmentasi pelepasan ion molekul senyawa target puncak 19



Gambar 10. Kromatografi Gas-Spektrometri Massa GC-MS. data Asap cair hasil pirolisis

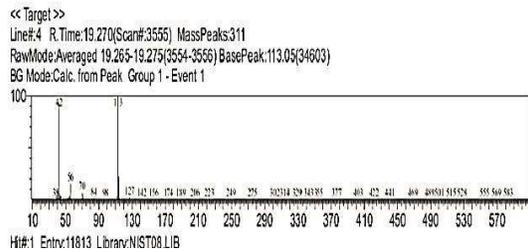
limbah potongan rambut manusia.

Berdasarkan data dari spectrum massa bahawa asap cair hasil pirolisis sampah potongan rambut manusia yang dicuci dari campuran senyawa kimia.

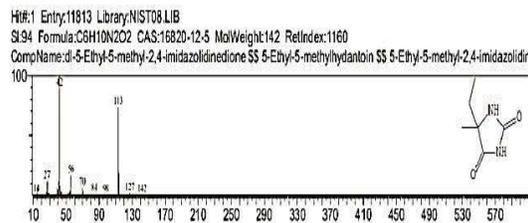
Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS) sampel d, cairan kuning

Senyawa target puncak 4.

Identifikasi spektra GC-MS senyawa puncak 4 dengan waktu retensi 19.270 menit dan kelimpahan 9.76% menunjukkan kemiripan pola fragmentasi senyawa dl-5-Ethyl-5-methyl-2,4-imidazolidine sesuai dengan acuan data library: Wiley7.LIB. perbandingan spectra massa dari senyawa target puncak 4 dan senyawa dl-5-Ethyl-5-methyl-2,4-imidazolidine ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 11. Spektra massa senyawa target puncak 4



Gambar 12. Spektra massa senyawa dl-5-Ethyl-5-methyl-2,4-imidazolidine.

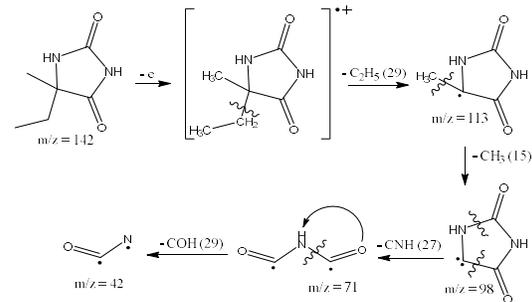


Senyawa target yang ditunjukkan pada puncak 4 mempunyai puncak dasar sama dengan senyawa yang ditunjukkan oleh data library Wiley7.LIB pada $m/z = 113$. Hal ini dapat diartikan bahwa target puncak 4 mempunyai kerangka dasar sama dengan senyawa dl-5-Ethyl-5-methyl-2,4-imidazolidine massa molekul senyawa target puncak 4 adalah 311, sedangkan senyawa perbandingan mempunyai massa molekul 113. Dapat disimpulkan bahawa senyawa target puncak 4 mempunyai kerangka dasar sama yaitu senyawa dl-5-Ethyl-5-methyl-2,4-imidazolidine tetapi keduanya adalah

senyawa yang sama dan mempunyai struktur molekul yang sama pula.

Oleh karena itu senyawa target puncak 4 diusulkan dengan nama Senyawa 2,4-imidazolidinadion, 5,5-dimetil.

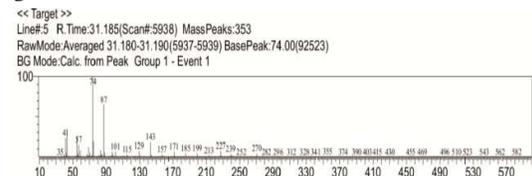
Dan struktur molekulnya di gambarkan sebagai berikut:



Gambar 13. Usulan pola prakmentasi pelepasan ion molekul senyawa target puncak 4 Senyawa 2,4-imidazolidinadion, 5,5-dimetil.

Senyawa target puncak 5.

Identifikasi spectra GC-MS senyawa puncak 5 dengan waktu retensi 31.185 menit dan kelimpahan 24.10% menunjukkan kemiripan pola fragmentasi senyawa Hexadecanoic acid, methyl ester sesuai dengan acuan data library: Wiley7.LIB. perbandingan spectra massa dari senyawa target puncak 5 dan senyawa Hexadecanoic acid, methyl ester ditunjukkan pada gambar 4.9b.



Gambar 14. Spektra massa senyawa target puncak 5.

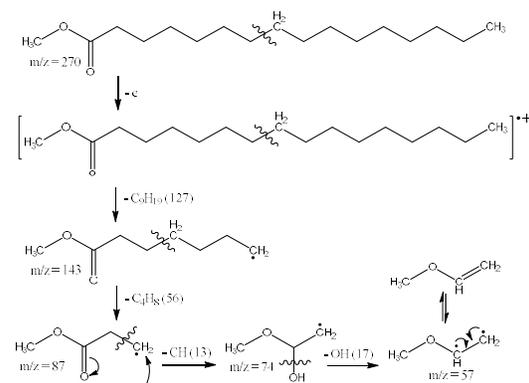
Gambar 15. Spektra massa senyawa asam heksadekanoat, metil ester.

Senyawa target yang ditunjukkan pada puncak 5 mempunyai puncak dasar sama dengan senyawa yang ditunjukkan oleh data library Wiley7.LIB pada $m/z = 353$. Hal ini dapat diartikan bahwa target puncak 5 mempunyai kerangka dasar sama dengan senyawa

Hexadecanoic acid, methyl ester massa molekul senyawa target puncak 5 adalah 74, sedangkan senyawa pembanding mempunyai massa molekul 353. Dapat disimpulkan bahwa senyawa target puncak 5 mempunyai kerangka dasar sama yaitu senyawa *Hexadecanoic acid, methyl ester* tetapi keduanya adalah senyawa yang sama dan mempunyai struktur molekul yang sama pula.

Oleh karena itu senyawa target puncak 5 di usulkan dengan nama Senyawa asam heksadekanoat, metil ester.

Dan struktur molekulnya di gambarkan sebagai berikut:



Gambar 16. Usulan pola pragmentasi pelepasan ion molekul senyawa target puncak 5 Senyawa asam heksadekanoat, metil ester.

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan dapat di simpulkan bahwa:

1. Pirolisis dari 100 g sampah potongan rambut manusia rata-rata menghasilkan 59,61% asap cair.
2. Waktu dan suhu pirolisis mempunyai pengaruh yang sama, yaitu semakin tinggi nilainya, asap cair yang menghasilkan semakin bertambah. Lamanya waktu pirolisis sampah potongan rambut manusia berlangsung selama 4,5 jam.
3. Berdasarkan sifat kimia asap cair hasil pirolisis dapat digolongkan berapa banyak senyawa kimia.

Daftar Pustaka

1. Yang Yu, W.Y. Sturcture and Mechanical Behavior of Human Hair. *Materials Science and Engineering C*. **2017**, 152–163.
2. Kintz, P. *Analytical and Practical of Drug*

Testing in Hair, Taylor and Francis Group, CRC. **2007**.

3. Saito, T.,; Morita, T.,; Inoue, S.,; Yamamoto, I.,; Inokuchi, S. GC-MS for Acetaminophen in Human Segments, *Forensic Toxicol.* **1969**, 27–30.
4. Kishimoto, J.Y.N. *Hair Physiology (Hair Growth, Alopecia, Scalp Treatment, Etc.)*. In *Cosmetic Science and Techonology. Theoretical Principles and Applications* **2017**, 767–780.
5. Mahdavian, L. Simulation of Heavy Metal Removal by α -Keratin Nano-Structure of Human Hair From Enviroment. *Journal of Enviromental Treatment Techniques* **2014**, 2, 31–35, doi:10.20961/alchemy.14.2.11410.323-333.
6. Prananta, J. Pemanfaatan Sabut Dan Tempurung Kelapa Serta Cangkang Sawit Untuk Pembuatan Asap Cair Sebagai Pengawet Makanan Alami, **2008**.
7. Silia, F.; S, M. Pengaru Suhu, Waktu, Dan Kadar Air Pada Pirolisis Pelepah Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia* **2017**, 6, 14–18.
8. Budijanto, S.,; Hasbullah, R.,; Prabawati, S.,; Setyadjit, S.; Zuraida, I. Identifikasi Dan Uji Keamanan Asap Cair Tempurung Kelapa Untuk Produk Pangan. *J.Pascapenen* **2008**, 5, 32–40.
9. Santoso, J. Uji Sifat Minyak Pirolisis Uji Performasi Kompor Berbahan Minyak Pirolisis Dari Sampah. **2010**.
10. Bridgwater, A.V. Biomass Fast Nurhayati, T., Sofyan, K., Desviana.(2005) *Pyrolysis, Thermal Science*. **2004**, 8, 21–49.
11. Dickerson, T.; J, S. Catalytic Fast Pyrolysis. *A Review. Energies* **2013**, 514–538.
12. Sparkman, O.D.,; Penton, Z.,; Fulton, G., *Gas Chromatography and mass Spectrometry : A Practical*, Elsevie. **2011**, doi:10.29080/alard.v3i1.255.
13. Drozd, J. Chemical Derivatization in Gas Chromatography. *atization in Gas Chromatography, Journal of Chromatography Library* **1985**.
14. David, G.W. *Analisis Farmasi*; 2005;
15. Anom, I.D.K.; Lombok, Z. Utilization of Bread Wrapper Plastic Waste as AlternativeEnergy of Gasoline Fuel. *International Journal Chemistry*. **2016**, 375–387.