

DOI: doi.org/10.21009/SPEKTRA.011.14

STUDI KARAKTERISTIK BIOAVTUR GETAH PINUS BERBASIS HIDROGENASI

Daryanto^{1,a)}, Cecep E. Rustana^{1,b)}, Sabar P. Simanungkalit^{2,c)}

¹Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Pemuda 10
Rawamangun Jakarta Timur 13220 Indonesia

²Pusat Penelitian Kimia, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Kompleks Puspiptek Serpong, Tangerang
Selatan, 15314

Email: ^{a)}daryantounj1@gmail.com, ^{b)}ce.rustana59@gmail.com, ^{c)}sp.simanungkalit@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan studi penelitian terkait karakteristik bioavtur berbahan dasar getah pinus dengan menggunakan metode hidrogenasi. Pada penelitian ini, proses hidrogenasi dilakukan didalam reaktor batch dengan menginteraksikan secara langsung gas hydrogen dengan minyak terpentin pada suhu 200 °C dengan tekanan hydrogen 10 bar selama 1 jam. Produk yang diperoleh kemudian dianalisa titik beku yang dihasilkan. Selain itu, dilakukan pula analisa GC-MS untuk mengetahui komposisi senyawa hidrokarbon yang terkandung didalamnya. Hasil analisa tersebut kemudian dibandingkan dengan spesifikasi standard internasional avtur (ASTM International) untuk mengetahui karakteristik produk yang dihasilkan. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan, diketahui bahwa titik beku produk hidrogenasi yang terukur yaitu lebih rendah dari -69 °C. Dimana, nilai ini telah memenuhi standard spesifikasi bahan bakar avtur yang dipersyaratkan yakni mempunyai titik beku maksimal pada suhu -47 °C.

Kata-kata kunci : Minyak Terpentin, Hydrogenasi, Titik Beku, Getah Pinus.

Abstract

Research studies related to the characteristics of bioavtur made from pine resin was investigated by using hydrogenation method. In this study, the hydrogenation process is carried out in a batch reactor using hydrogen gas direct encounters with turpentine oil at a temperature of 200 °C and a initial hydrogen pressure of 10 bar for 1 hour. Then, product obtained will be tested to specification (freezing point) based on the international standard. Moreover, also conducted GC-MS analysis to determine the composition of hydrocarbons contained in the product. The analysis results are then compared to international standards of aviation fuel specifications (ASTM International) to determine the characteristics of the resulting product. Based on the measurements that have been done, it is known that the freezing point of the hydrogenation product is measured at less than -69 °C. Where, this value has to meet the standard specifications of the required aviation fuel which has a maximum freezing point at a temperature of -47 °C.

Kata-kata kunci : Turpentine Oil, Hydrogenation, Freezing Point, Pine Resin.

1. PENDAHULUAN

Tanaman pinus tumbuh diketinggian 300-1800 meter diatas permukaan laut, tingginya dapat mencapai 10-40 meter. Bentuk batangnya membulat dan arah tumbuhnya tegak lurus keatas. Batang pinus berwarna kecoklatan dengan tekstur yang tidak rata. Salah satu manfaat yang dapat diperoleh dari pohon pinus adalah getah yang dihasilkan dari kulitnya, yang kita kenal sebagai getah pinus.

Indonesia merupakan penghasil getah pinus terbesar ke-3 dunia setelah China dan Brazil [1]. Sehingga, ditinjau dari tingkat produksi, getah pinus memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan sebagai bahan bakar pesawat. Riset mengenai bioavtur dilakukan untuk mengatasi peningkatan konsumsi avtur dan kewajiban penurunan emisi karbon dari sektor penerbangan [2].

Ekstraksi getah pinus dapat menghasilkan minyak terpentin. Menurut Nofra, Sifat fisika minyak terpentin antara lain, tidak berwarna dan memiliki titik beku yang rendah yaitu mencapai $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ [3]. Jika ditinjau dari sudut pandang secara fisika, karakteristik titik beku yang dimiliki oleh minyak terpentin ini telah memenuhi salah satu spesifikasi standard avtur internasional yaitu memiliki titik beku yang rendah (maksimal $-47\text{ }^{\circ}\text{C}$). Sehingga, minyak terpentin berpotensi untuk dikembangkan menjadi bioavtur.

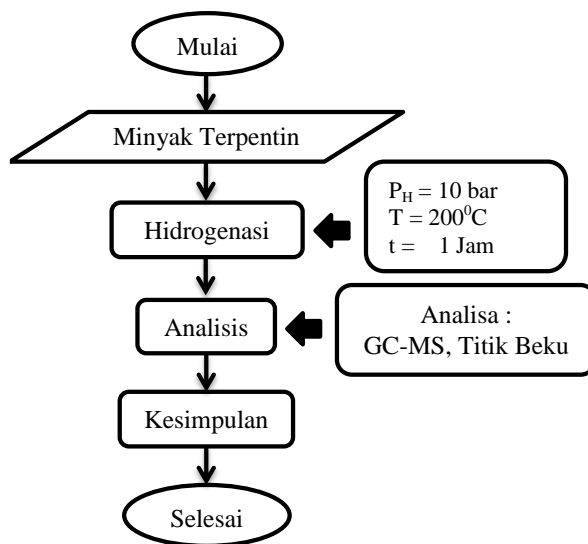
Sumber bahan baku minyak terpentin (getah pinus) memiliki jumlah yang berlimpah dialam dan dapat diperbaharui dengan mudah. Sehingga, getah pinus termasuk dalam sumber energi terbarukan (renewable energy). Ditinjau dari sudut pandang secara kimia, senyawa hidrokarbon pada minyak terpentin (monoterpen- $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$) memiliki jumlah karbon yang identik dengan jumlah karbon pada avtur yakni C_{10} - C_{15} . Sehingga, minyak terpentin dimungkinkan untuk diproses menjadi bioavtur.

Pada penelitian ini, proses hidrogenasi minyak terpentin dilakukan pada suhu $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ dengan tekanan 10 bar selama 1 jam. Produk yang diperoleh kemudian dianalisa titik beku yang dihasilkan. Selain itu, dilakukan pula analisa GC-MS untuk mengetahui komposisi senyawa hidrokarbon yang terkandung didalamnya. Hasil analisa tersebut kemudian dikaji berdasarkan spesifikasi standard internasional avtur (ASTM Internasional) untuk melihat kelayakan penggunaan bioavtur yang diteliti.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperiment. Dalam penelitian ini dilakukan studi terkait nilai titik beku yang dihasilkan dari produk hidrogenasi minyak terpentin.

Proses diawali dengan menyiapkan minyak terpentin sebanyak 20 ml, kemudian memasukannya kedalam reaktor batch. Gas hydrogen lalu dialirkan hingga tekanan reaktor mencapai 10 bar. Setelah tekanan tercapai, proses pemanasan dimulai dengan mengatur suhu reaktor hingga mencapai $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, proses pemanasan berlangsung selama 1 jam.



Gambar 1. Research flowchart.

Tabel 1. Hasil Analisa GC-MS Produk Hidrogenasi Minyak Terpentin Pada Suhu 200 °C, dengan tekanan hydrogen 10 bar selama 1 jam.

No	Waktu Retensi (menit)	Nama Senyawa	Rumus Molekul	Luas Peak (%)
1	6.146	β -Pyronene	C ₁₀ H ₁₆	3.82
2	6.725	Cyclohexene, 1-Methyl-4-(1-Methyl ethylidene)-	C ₁₀ H ₁₆	3.92
3	7.229	γ -Pyronene	C ₁₀ H ₁₆	8.87
4	7.544	4(8)-p-Menthene	C ₁₀ H ₁₈	5.52
5	7.670	(+)-3-Carene	C ₁₀ H ₁₆	8.19
6	7.973	p-Cymene	C ₁₀ H ₁₄	28.44
7	8.061	Limonene	C ₁₀ H ₁₆	25.01
Luas Total %				83.77

*Hanya luas peak dengan nilai lebih dari 1.51% yang ditampilkan.

Setelah 1 jam proses pemanasan, produk hidrogenasi kemudian diuji karakteristik fisika yang dihasilkan (pengujian titik beku produk). Kemudian, membandingkan hasil pengukuran tersebut dengan Standar Uji International Avtur (ASTM International) untuk melihat kelayakan penggunaan bioavtur yang diteliti. Selain itu, dilakukan pula analisis GC-MS dengan menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Agilent Technologies 5977A MSD-DB WAX column (NIST mass spectral database) yang bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa yang terkandung didalam produk dan juga menentukan besarnya persentase komposisi dari masing-masing senyawa yang terkandung didalamnya.

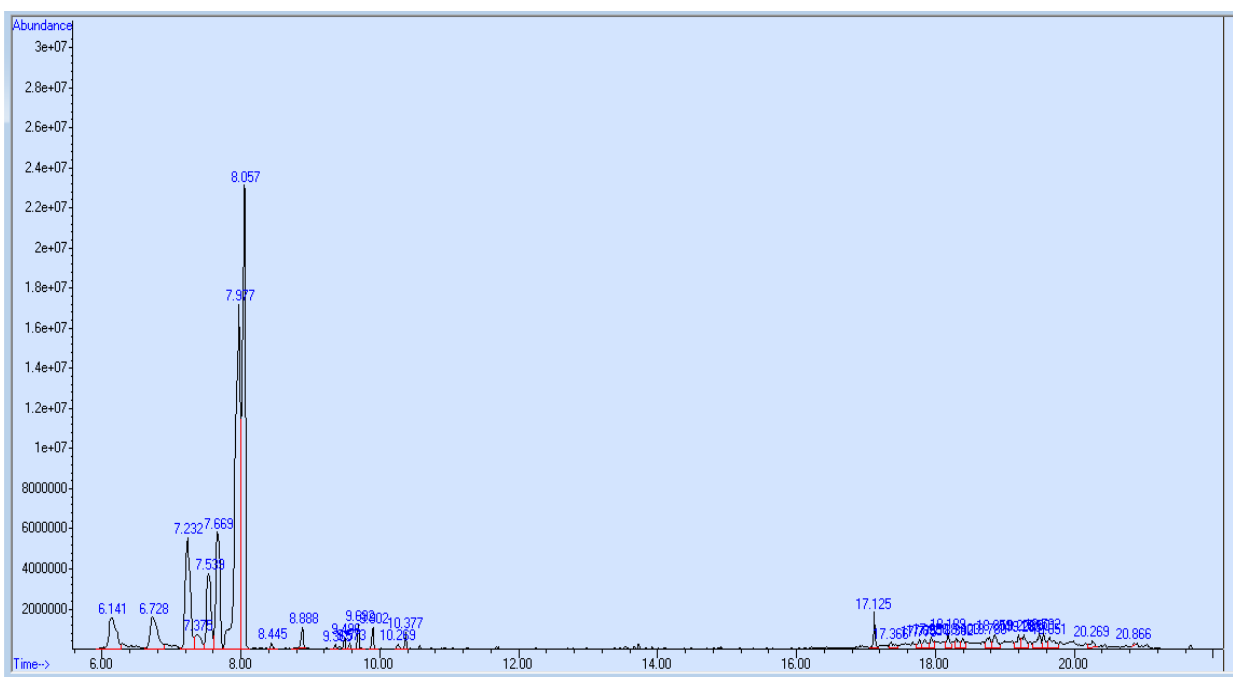
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisa GC-MS yang telah dilakukan, diketahui bahwa produk hidrogenasi yang diproses dengan suhu 200 °C, pada tekanan hydrogen 10 bar selama 1 jam, cenderung mengandung senyawa hidrokarbon yang bervariasi dengan persentase yang berbeda-beda. Hasil analisa GC-MS produk hidrogenasi ditampilkan pada tabel 1.

Analisa GC-MS Produk Hidrogenasi Terpentin

α -pinene merupakan komposisi terbesar didalam minyak terpenin mencapai 82.9 % [4]. Berdasarkan hasil analisa GC-MS yang telah dilakukan, diketahui bahwa produk hidrogenasi minyak terpenin cenderung tidak mengandung α -pinene. Hal ini menunjukkan bahwa α -pinene telah terkonversi membentuk senyawa lain.

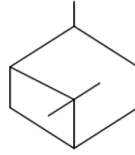
Hasil analisa GC-MS menunjukkan bahwa produk hidrogenasi minyak terpenin mengandung setidaknya 7 unsur utama dengan komposisi terbesar yaitu Limonene dan p-Cymene dengan persentase masing-masing mencapai 25.01% dan 28.44%.



Grafik 1. Hasil Spektrum GC-MS Dari Produk Hidrogenasi Pada Suhu 200 °C Dengan Tekanan Hidrogen 10 Bar Yang Diproses Selama 1 Jam.

Analisa GC-MS menunjukkan bahwa pada tekanan 10 bar senyawa hidrokarbon dengan rumus molekul $C_{10}H_{18}$ yang dihasilkan mencapai 5.52%. Berdasarkan studi yang telah dilakukan oleh Simakova, yang telah menghidrogenasi alpha pinen, produk yang dihasilkan cenderung identik yaitu sama-sama memperoleh senyawa hidrokarbon $C_{10}H_{18}$ [5]. Namun, struktur molekul yang dihasilkan cenderung berbeda.

Hasil analisa GC-MS menunjukkan bahwa struktur molekul yang terbentuk pada proses hidrogenasi minyak terpenin merupakan senyawa hidrokarbon yang memiliki rantai bercabang, sedangkan menurut Simakova senyawa hidrokarbon yang dihasilkan memiliki rantai siklik.



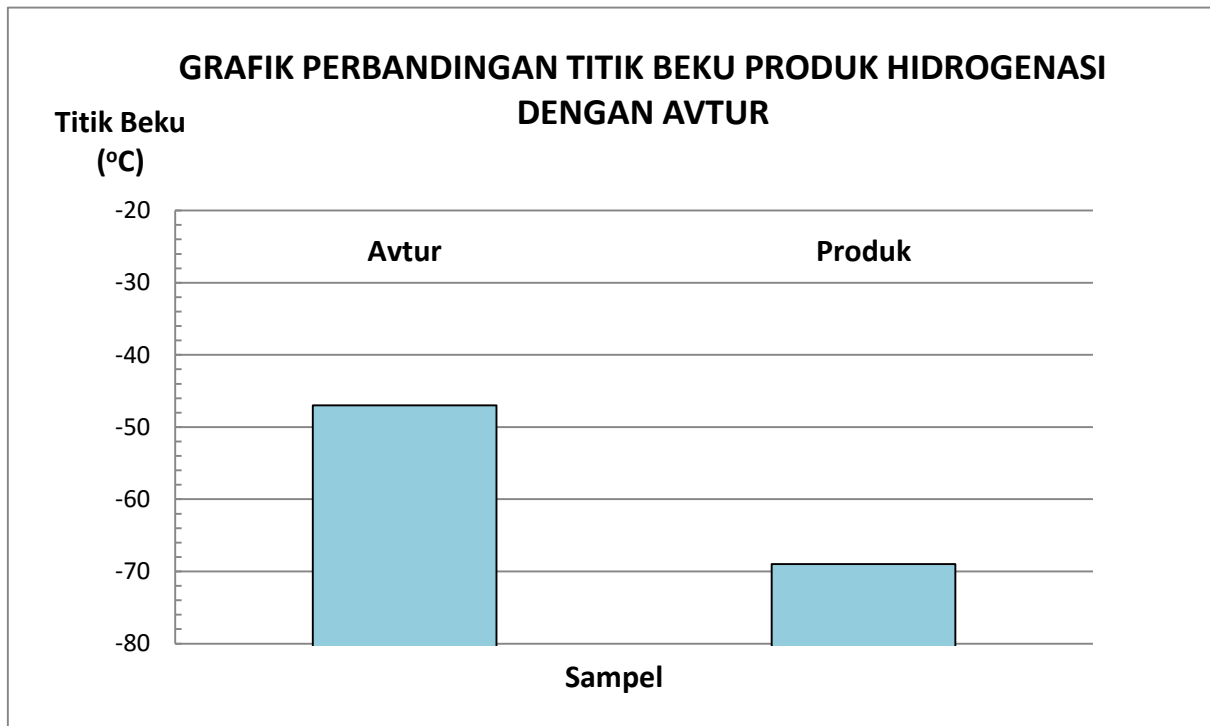
Pinane 4(8)-p-Menthene

Gambar 2. Struktur Molekul Pinane dan 4(8)-p-Menthene.

Selain itu, tingkat konversi yang dihasilkan pun cenderung berbeda. Analisa GC-MS menunjukkan bahwa persentase konversi α -pinene membentuk senyawa hidrokarbon ($C_{10}H_{18}$) yaitu sebesar 3.6%. Menurut Simakova, persentase konversi α -pinene yang dihasilkan mampu mencapai 90%. Perbedaan ini diprediksi disebabkan karena pengaruh penggunaan katalis pada proses hidrogenasi. Pada eksperimen yang dilakukan, proses hidrogenasi berlangsung tanpa menggunakan katalis. Sehingga, konversi yang dihasilkan cenderung lebih lambat dan kurang optimal.

Analisa Titik Beku Produk

Berdasarkan standard internasional, bahan bakar avtur diwajibkan memenuhi persyaratan titik beku maksimal pada suhu $-47\text{ }^{\circ}\text{C}$ [6]. Sehingga, pengamatan perubahan fase produk dilakukan pada suhu



rendah. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

Grafik 1. Perbandingan Titik Beku Produk Hidrogenasi Dengan Standard Avtur.

Tabel 2. Titik Beku Produk Hidrogenasi dan Avtur.

No	Sampel	Standard AVTUR (ASTM)	
		Parameter	Nilai
1	Avtur	Titik Beku	-47 °C
2	Produk Hidrogenasi		-69 °C

Berdasarkan grafik tersebut, diketahui bahwa titik beku produk berada dibawah titik beku bahan bakar avtur. Ini menunjukkan bahwa titik beku produk yang dihasilkan telah memenuhi standard spesifikasi bahan bakar avtur yang diperbolehkan, dengan nilai titik beku mencapai -69 °C.

4. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan diatas, diketahui bahwa produk hidrogenasi minyak terpentin yang diproses pada suhu 200 °C dengan tekanan 10 bar selama 1 jam, memiliki titik beku mencapai -69 °C. Dimana, nilai ini telah memenuhi standard spesifikasi bahan bakar avtur yang dipersyaratkan yakni mempunyai titik beku maksimal pada suhu -47 °C.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada Dr. Dieni Mansur dan Muhammad Arifuddin Fitriady, ST dari LIPI KIMIA (Research Center For Chemistry) yang telah membantu dalam jalannya proses penelitian. Penulis juga berterima kasih kepada bapak Dadi (LIPI) untuk setiap pengarahan dalam penggunaan reaktor batch selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR ACUAN

- [1] Sukadaryati, Harvesting of Pine Resin Using Three Tapping Techniques. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor, (2014)
- [2] Setyaningsih, D., Hambali, E., Permatasari, S., Muna, N, Bioavtur Production Process From Palm Oil Based Through Hydrogenation And Catalytic Cracking, Bogor Agricultural University Bogor, (2013)
- [3] Nofra, H.S, Perancangan Pabrik Alpa-Terpineol (C₁₀H₁₈O) Dari Turpentin Dan Air (H₂O) Dengan Kapasitas 15.000 Ton/Tahun, Universitas Lampung, Bandar Lampung, (2014)
- [4] Bambang, W., Sanro, T., Djaban., T, Chemical Compositions Of Pine Resin, Rosin and Turpentine Oil From West Java, Forest Products Research and Development Center, Bogor, (2006)
- [5] Simakova, I.L and V.A. Semikolenov, Kinetics of the Hydrogenation α -Pinene to cis-and trans-Pinanes on Pd/C". Boreskov Institute of Catalysis, Russia, (2000)
- [6] Bryan, M, World Jet Fuel Specifications, Exxon Mobile Aviation, United Kingdom, (2006)