

## Konversi Limbah Sarung Tangan Lateks Laboratorium Menjadi Bahan Bakar Cair dan Pemurniannya

Wangsa<sup>a</sup>, Prastyo<sup>b</sup>, Satriyo Dibyo Sumbogo<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Departemen Kimia Fakultas Sains dan Matematika Universitas Gajah Mada, Yogyakarta  
E-mail : [wangsa@ugm.ac.id](mailto:wangsa@ugm.ac.id)

<sup>b</sup>Departemen Kimia Fakultas Sains dan Matematika Universitas Gajah Mada, Yogyakarta  
E-mail : [prastyo@ugm.ac.id](mailto:prastyo@ugm.ac.id)

<sup>c</sup> Departemen Kimia Fakultas Sains dan Matematika Universitas Gajah Mada,  
E-mail : [dibyo\\_satriyo@yahoo.com](mailto:dibyo_satriyo@yahoo.com)

Received: 12<sup>nd</sup> August 2020; Revised: 8<sup>th</sup> September 2020; Accepted: 19<sup>th</sup> September 2018;

Available online: 22<sup>th</sup> September 2020; Published regularly: July 2020

### Abstract

*Pyrolysis of latex gloves waste has been carried out without catalyst at 200°C for 2 h, producing 15.9% liquid, 45.35% gas, and 38.75% residue from 2000 g of waste, where the liquid product contained wax. The liquid product composed of 94.3% hydrocarbon and 5.71% chlorine compound. This research was focused on the removal of wax and chlorine compound in the purpose of increasing the calorimetric value of the product. Filtration using activated zeolite and distillation at 90°C were chosen to purify the liquid product. The lowest content of wax and chlorine was achieved using filtration techniques. The decrement of wax and chlorine compound in the liquid product increased its physicochemical properties, where the highest calorimetric value was achieved through filtration using activated zeolite, with the calorimetric value of 10715 cal/g.*

**Key Words :** Waste latex gloves, Purification, biofuel

### Abstrak

*Pirolisis limbah sarung tangan lateks menjadi bahan bakar cair dilakukan tanpa dengan katalis pada 200°C selama 2 jam, menghasilkan 15.9% produk cair, 45.35% produk gas, dan 38.75% residu dari 2000 gram limbah, dimana produk cair mengandung spesies koloid atau lilin. Produk cair hasil pirolisis terdiri atas 94.3% senyawa hidrokarbon dan 5.71% senyawa klorin. Penelitian ini difokuskan untuk menghilangkan pengotor lilin dan klorin agar produk distilasi memiliki nilai kalor yang lebih tinggi. Pemurnian teknis pada produk cair pirolisis dilakukan dengan cara destilasi pada 90°C dan filtrasi menggunakan zeolit aktif sebagai adsorben.. Di antara teknik pemurnian ini, filtrasi menggunakan zeolit teraktivasi menunjukkan manfaat yang lebih besar, dimana produk cair yang diperoleh memiliki warna yang lebih jernih serta memiliki senyawa klorin yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa teknik pemurnian dan destilasi. Hilangnya koloid dan senyawa klorin ini menyebabkan peningkatan sifat fisikokimia dan nilai kalor produk, dimana nilai kalor tertinggi diperoleh menggunakan teknik pemurnian filtrasi dengan nilai kalor sebesar 10715 kalori/gram.*

**Kata Kunci :** Limbah sarung tangan lateks, pemurnian, biofuel.

### PENDAHULUAN

Sarung tangan lateks adalah salah satu limbah utama dari laboratorium, terutama di Laboratorium Kimia Dasar Fakultas MIPA UGM, yang sangat potensial untuk dikonversi menjadi bahan bakar daripada

dibakar atau ditimbun. Jumlah limbah sarung tangan lateks di laboratorium ini sangat mencengangkan, mencapai 200 kg per tahun. Limbah lateks dari laboratorium ini bukan satu-satunya masalah yang kita miliki, di Indonesia, limbah lateks yang dihasilkan sebanyak 2,5 juta ton per tahun (Miranda, Pinto, Gulyurtlu, & Cabrita, 2013). Tanpa penanganan cepat terhadap sarung tangan lateks, tumpukan sampah dapat menciptakan lebih banyak masalah, seperti penambahan ruang penyimpanan, sumber penyakit, dan kemungkinan penyebab kebakaran.

Sarung tangan lateks dan produk karet lainnya biasanya mengandung lateks, pengisi, aktivator, akselerator, dan kadang-kadang zat pengikat silang (Dahham et al., 2016).. Aktivator dan akselerator yang biasanya digunakan, seperti ZnO dan ZDEC / ZDMC (zinc dimethyl dithiocarbamate / zinc diethyl dithiocarbamate), mungkin menyebabkan alergi pada beberapa orang (Higgins & Nixon, 2016; Schwensen, Menné, Hald, Johansen, & Thyssen, 2016; Syed, Chopra, & Sachdev, 2015). Pirolisis limbah sarung tangan lateks diketahui bermanfaat bagi biohazard dan pengelolaan limbah yang aman. Penerapan katalis dalam pirolisis sarung tangan lateks tidak cocok untuk produksi bahan bakar, karena persentase gas dan senyawa BTEX yang tinggi dihasilkan, menunjukkan bahwa keretakan yang berlebihan dapat terjadi (Hall, Zakaria, & Williams, 2009). Senyawa yang paling melimpah yang ditemukan dalam sarung tangan lateks pirolisis adalah limonene, yang merupakan hidrokarbon jenuh yang memiliki potensi tinggi untuk diterapkan sebagai bahan bakar (Hall et al., 2009; Wairata, Matsjeh, & Haryadi, 2013). Namun, pirolisis produk karet sering kali menghasilkan fraksi lilin, yang tidak dapat digunakan dalam aplikasi bahan bakar dan perlu dihilangkan. Lilin-lilin ini memiliki sifat fisikokimia yang sangat buruk, terutama saat dipadatkan pada 10-15 ° C (Paraschiv, Kuncser, Tazerout, & Prisecaru, 2015).

(Kim et al., 2017) menyatakan bahwa spesies lilin mengandung lebih dari C17 yang dapat menyebabkan penurunan kualitas minyak. Pembentukan spesies lilin dibentuk melalui reaksi silang sekunder. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan memisahkan spesies tersebut (Kim et al., 2017; Ma et al., 2016). Solusi ini bertentangan dengan tujuan menghasilkan fraksi bensin hasil tinggi, dimana penggunaan katalis sering menyebabkan produk yang terlalu retak, sehingga perlu mencari solusi lain untuk meningkatkan sifat fisikokimia produk cair hasil pirolisis limbah sarung tangan lateks.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan sifat fisikokimia produk cair dari pirolisis limbah sarung tangan lateks melalui penyaringan menggunakan zeolit komersial aktif dan teknik distilasi. Parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas produk adalah OLP (organic liquid produk)/ produk organik cair dan konten hidrokarbon menggunakan GC-MS, nilai kalor, dan sifat fisikokimia lainnya menggunakan berbagai metode ASTM.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Limbah yang dibersihkan dari sarung tangan lateks diperoleh dari Laboratorium Kimia Dasar Departemen Kimia Fakultas MIPA UGM, akuades, asam klorida (HCl) digunakan untuk mengaktifkan zeolit yang diperoleh dari CV. Fruitanol Energi.

### Instrumentasi

Produk hasil pirolisis, distilasi, dan produk filtrasi dianalisis menggunakan bom kalorimeter model 1341, ASTM D 1298, ASTM D 445, ASTM D 93, ASTM D 97, dan Kromatografi Gas - Spektroskopi Massa (GC-MS). Kromatogram dan pola fragmentasi diperoleh oleh GC-MS pada GCMS-QP2010S SHIMADZU.

### Metode

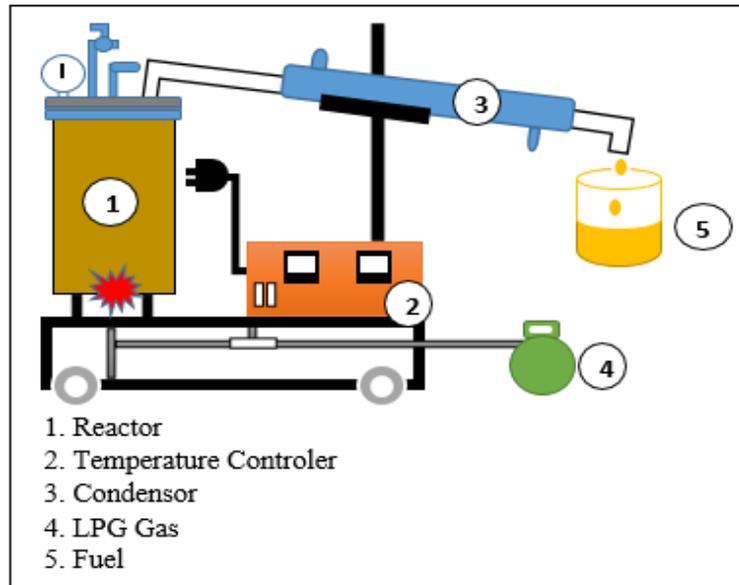
Sebanyak 2 kg limbah sarung tangan lateks dipirolisis dalam reaktor stainless steel, seperti dapat dilihat pada Gambar 1, selama 2 jam pada temperatur 200 ° C. Produk gas dari reaktor akan dikondensasi dan dihitung sebagai produk cair. Persentase produk dihitung mengikuti persamaan ini.

$$(\%) \text{liquid fraction} = \frac{\text{liquid product mass}}{\text{feedstock mass}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

$$(\%)residue = \frac{Unconverted\ feedstock\ mass}{feedstock\ mass} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

$$\% Gas = 100\% - (\%)liquid\ fraction - (\%)residue \dots\dots\dots(3)$$

Persentase gas adalah jumlah persentase gas yang tidak dapat dikondensasi dan keluar dari sistem pirolisis. Bahan baku sarung tangan lateks yang tidak dikonversi menjadi gas dihitung sebagai residu. Produk cair kasar ini kemudian dimurnikan dengan proses penyulingan atau penyaringan melalui zeolit teraktivasi. Produk cair dari kedua teknik ini kemudian dianalisis menggunakan GC-MS, Bomb calorimeter, dan ASTM.



Gambar 1. Reactor pirolisis

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Aktivasi Zeolit

Aktivasi zeolit menggunakan larutan asam klorida (HCl) dimaksudkan untuk melepaskan kandungan aluminium dalam kerangka zeolit, sehingga porositas ekstra dapat dicapai dan dapat meningkatkan difusi molekul besar ke pori-porinya. Berdasarkan data pada Tabel 1, penurunan rasio Si/Al, jelas menunjukkan bahwa aktivasi tidak hanya menyebabkan menghilangkan aluminium, tetapi juga menghilangkan silikon. Fenomena ini memiliki efek positif pada porositas dan adsorpsi selektifnya terhadap molekul polar

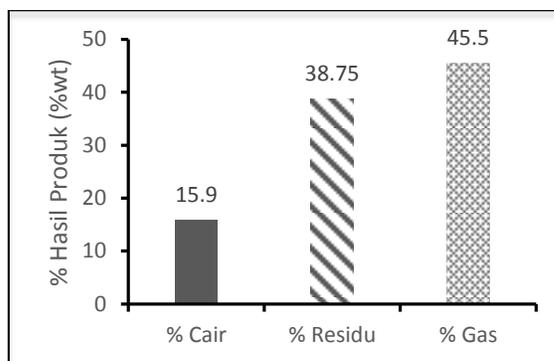
Table 1: Rasio Si/Al zeolite sebelum dan setelah aktivasi.

Material	Rasio Si/Al
Zeolit	1,084
Zeolit Teraktivasi	0,914

Rasio penurunan Si/Al menunjukkan bahwa ada lebih banyak konten aluminium per gram zeolit, menciptakan lebih banyak situs kutub dalam struktur kerangka pada zeolit. Dengan demikian, fenomena ini diperkirakan memiliki keuntungan besar terhadap molekul-molekul polar yang terkandung dalam produk cair pirolisis sarung tangan lateks. Tetapi tidak pada molekul-molekul hidrokarbon.

### Pirolisis dan Pemurnian

Produk cair pirolisis dari sarung tangan lateks memiliki penampilan yang buruk, cokelat kehitaman dan mengandung produk koloid. Pengotor koloid (Gambar 2) dalam produk dapat menyebabkan penurunan sifat fisikokimia, sehingga diperlukan teknik pemurnian. Teknik pemurnian yang dipilih dalam penelitian ini adalah filtrasi menggunakan zeolit teraktivasi dan distilasi.



Gambar 2. Hasil produk pirolisis

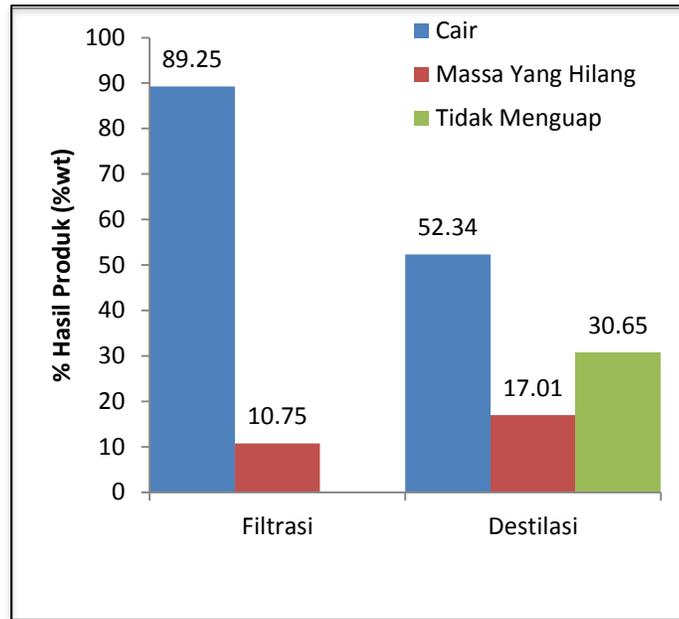
Berdasarkan penampilan fisik pada Tabel 2, kedua teknik pemurnian, secara kualitatif, dapat menghilangkan pengotor koloid dari produk cair pirolisis. tetapi memiliki warna yang berbeda disetiap teknik pemurnian. Perbedaan warna fisik produk destilasi dan penyaringan menunjukkan bahwa ada beberapa selektivitas dalam menghilangkan beberapa komponen dalam produk cair pirolisis. Fenomena ini dapat dijawab dengan mengevaluasi komponen produk pirolisis.

Table 2: Penampakan fisik produk cair

	Minyak hasil pirolisis	Minyak pirolisis hasil penyaringan	Minyak pirolisis hasil destilasi
Bentuk	cair	cair	Cair
Warna	Cokelat kehitaman	Orange kecoklatan	kuning
Gambar			

Dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa penyaringan menggunakan zeolit teraktivasi menyebabkan kehilangan massa yang lebih kecil dari produk cair. Kehilangan massa dalam teknik penyaringan bisa berasal dari produk koloid yang tidak bisa memasuki pori-pori zeolit, dan juga dari komponen produk

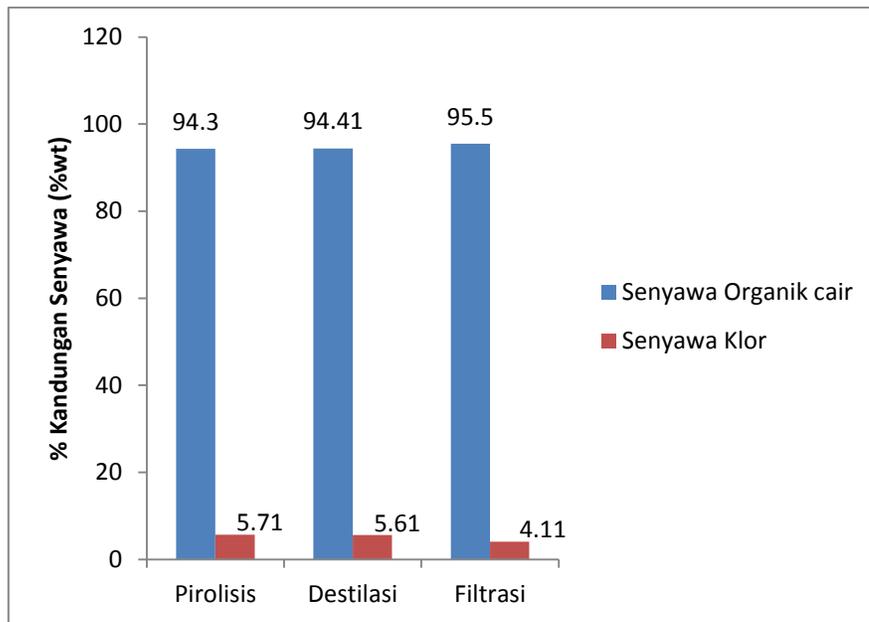
pirolisis yang diserap dalam zeolit. Distilasi menyebabkan kehilangan massa yang lebih tinggi karena ada fraksi berat dalam produk pirolisis yang tidak menguap, dan juga fraksi gas yang terlalu ringan untuk dikondensasi kembali menjadi produk cair. Perbedaan dalam komponen mereka menyebabkan diferensiasi dalam warna produk.



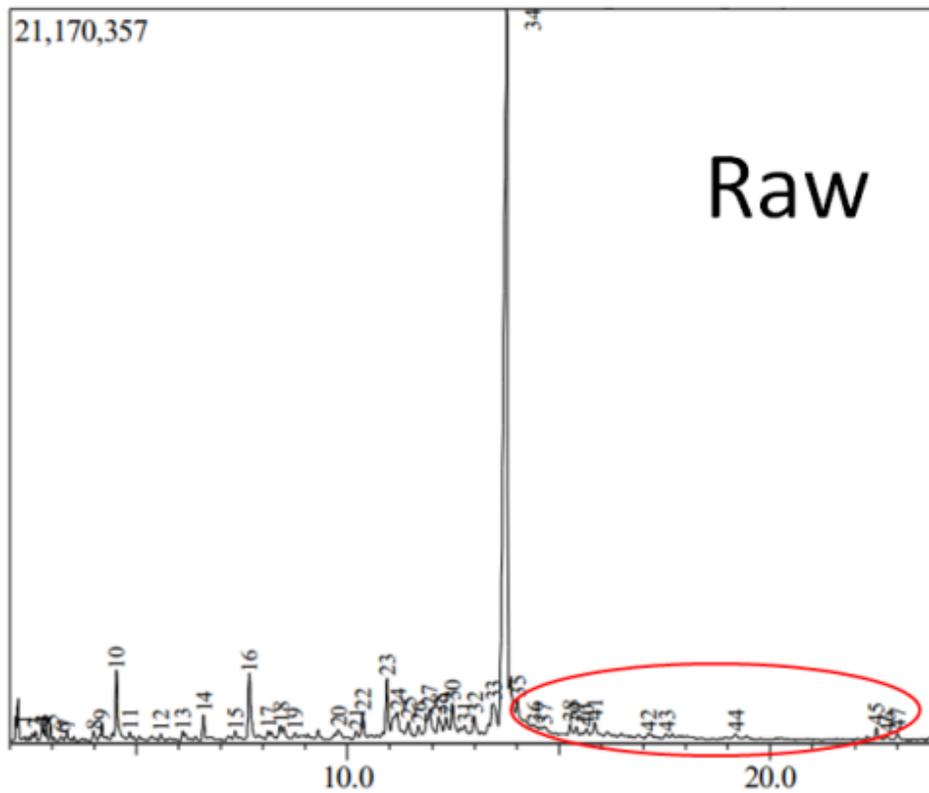
Gambar 3. Komposisi produk cair pirolisis dari Teknik pemurnian

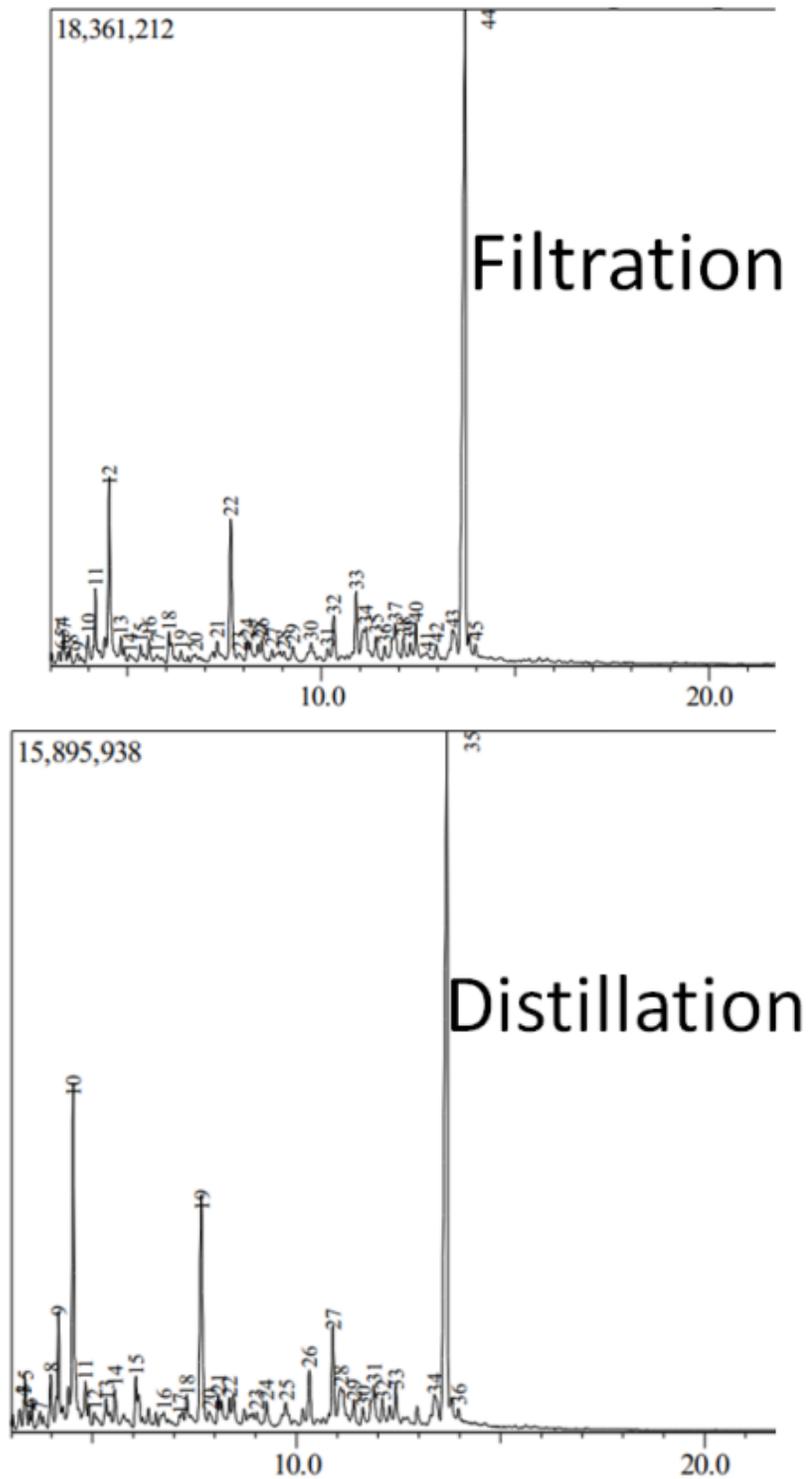
### Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa

Dari data GC-MS, senyawa organik dalam produk cair menurun setelah teknik pemurnian. Jelas menunjukkan bahwa komponen yang menyebabkan bentuk koloid dalam produk pirolisis adalah bagian yang hilang setelah pemurnian, yang merupakan senyawa klorin, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 sebagai komponen yang hilang yang memiliki waktu retensi di atas 14,142 menit. Filtrasi menggunakan zeolit teraktivasi menyebabkan penghapusan senyawa organik cair lebih tinggi karena selektivitasnya terhadap molekul polar yang menyerap. Di sisi lain, teknik distilasi menghilangkan senyawa organik cair yang memiliki titik didih lebih rendah, sedangkan senyawa organik cair yang memiliki titik didih yang sama dengan fraksi bensin tidak dapat dipisahkan menggunakan teknik ini. Sebagai gambaran penurunan persentase senyawa organik cair, fraksi bensin meningkat setelah teknik pemurnian. Semakin tinggi persentase fraksi bensin diperkirakan akan meningkatkan sifat fisikokimia sebagai bahan bakar.



Gambar 4. Komposisi produk pirolisis dan tahap pemurnian





Gambar 5. Kromatogram sarung tangan lateks pirolisis (atas), dan setelah filtrasi (tengah), distilasi (bawah)

### Nilai Kalor

Irzon (2012) menyatakan bahwa nilai kalorimetri bensin meningkat karena nilai oktan meningkat. Teknik filtrasi dapat meningkatkan nilai kalorimetri karena menghilangkan produk organik cair secara selektif, bukan fraksi hidrokarbon. Di sisi lain, penurunan nilai kalor produk cair pirolisis hasil destilasi dapat disebabkan oleh peningkatan persentase toluena dan dimetil benzena (puncak 10 dan 19 dalam kromatogram distilasi, masing-masing). Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3, nilai kalorimetri tertinggi diperoleh dengan teknik filtrasi. Nilai ini melampaui bensin komersial di Indonesia, seperti Pertamina dengan nilai kalor 10.622 kal/ g, dan hampir bersaing dengan diesel komersial, Solar, dengan nilai kalor 10.755 kal/g.

Table 3: nilai kalor produk cair.

Produk Cair	Nilai kalor (cal/gram)
Produk Pirolisis	10,708
Produk Pirolisis Hasil Filtrasi	10,715
Produk Pirolisis Hasil Destilasi	10,538

### Sifat Fisikokimia

Berdasarkan sifat fisikokimia yang diuji menggunakan metode ASTM seperti yang terlihat pada Tabel 4, dapat disimpulkan bahwa baik produk pirolisis maupun yang dimurnikan tidak siap untuk digunakan sebagai bahan bakar. Senyawa aditif diperlukan untuk meningkatkan sifat fisikokimia dari produk yang dimurnikan sehingga dapat memenuhi standar minimum bensin atau diesel komersial yang digunakan di Indonesia.

Table 4: sifat fisikokimia produk cair dari pirolisis dan pemurniannya.

Properties	units	solar	Minyak pirolisis hasil penyaringan	Minyak pirolisis hasil destilasi	Metode uji
Specific Gravity at 60/60 °F	-	0.85-0.92	0.8351	0.85	ASTM D 1298
Viscosity Kinematic at 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	2.3-6.0	0.900	0.8	ASTM D 445
Flash Point PM.c.c	°C	Min 100	27.0	< 20	ASTM D 93
Pour Point	°C	Max 18	<-33	<-22	ASTM D97

### KESIMPULAN

Filtrasi menggunakan zeolit teraktivasi menunjukkan lebih banyak keuntungan daripada teknik distilasi, yang meningkatkan nilai kalorinya. Produk cair pirolisis sarung tangan lateks yang difiltrasi maupun yang destilasi tidak memenuhi standar minimum diesel komersial di Indonesia, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan sifat fisikokimianya untuk mengatasi masalah ini.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapkan terimakasih diucapkan kepada pihak yang terlibat memberi bantuan langsung maupun tidak langsung, baik dalam segi fasilitas, pemikiran dan pendanaan pada penelitian yang telah dilakukan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Dahham, O. S., Noriman, N. Z., Sam, S. T., Ismail, H., Rangunathan, S., Rosnizah, R., & Al-Samarrai, M. (2016). Properties of recycled natural latex gloves filled NBR: Effects of sawdust and trans polyoctylene rubber. *Journal of Polymer Materials*, 33(4), 647–655.
- Hall, W. J., Zakaria, N., & Williams, P. T. (2009). Pyrolysis of latex gloves in the presence of Y-zeolite. *Waste Management*, 29(2), 797–803. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.06.031>

- Higgins, C., & Nixon, R. (2016). Facial allergic contact dermatitis without hand involvement caused by disposable latex gloves. *Contact Dermatitis*, 74(4), 251–253. <https://doi.org/10.1111/cod.12502>
- Kim, Y. M., Lee, H. W., Choi, S. J., Jeon, J. K., Park, S. H., Jung, S. C., ... Park, Y. K. (2017). Catalytic co-pyrolysis of polypropylene and *Laminaria japonica* over zeolitic materials. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(29), 18434–18441. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.04.139>
- Ma, C., Yu, J., Wang, B., Song, Z., Zhou, F., Xiang, J., ... Sun, L. (2016). Influence of Zeolites and Mesoporous Catalysts on Catalytic Pyrolysis of Brominated Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (Br-ABS). *Energy and Fuels*, 30(6), 4635–4643. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.6b00460>
- Miranda, M., Pinto, F., Gulyurtlu, I., & Cabrita, I. (2013). Pyrolysis of rubber tyre wastes : A kinetic study. *Fuel*, 103, 542–552. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.06.114>
- Paraschiv, M., Kuncser, R., Tazerout, M., & Prisecaru, T. (2015). New energy value chain through pyrolysis of hospital plastic waste. *Applied Thermal Engineering*, 87, 424–433. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.04.070>
- Schwensen, J. F., Menné, T., Hald, M., Johansen, J. D., & Thyssen, J. P. (2016). Allergic perioral contact dermatitis caused by rubber chemicals during dental treatment. *Contact Dermatitis*, 74(2), 110–111. <https://doi.org/10.1111/cod.12461>
- Syed, M., Chopra, R., & Sachdev, V. (2015). Allergic reactions to dental materials-a systematic review. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(10), ZE04–ZE09. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/15640.6589>
- Wairata, J., Matsjeh, S., & Haryadi, W. (2013). Isolasi dan Identifikasi Senyawa Terpena Hasil Pirolisis Getah Karet Alam (*Hevea Brasiliensis*). *Bimipa*, 23(2), 124–131