



## Studi karakteristik asap cair oli bekas melalui proses *steam reforming* menggunakan katalis KOH

*Study of the characteristic of used oil liquid smoke through the steam reforming process using a koh catalyst*

A. Khoirul, Q. Ikhwanul\*, M. Anas

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Banyuwangi, Jl. Ikan Tongkol no. 01, Kertosari, Banyuwangi, Jawa Timur, 684616, Indonesia. HP. 082236905330

\*E-mail: ikhwanul@unibabwi.ac.id

---

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

---

#### Article History:

Received 30 September 2021

Accepted 05 January 2022

Available online 01 April 2022

---

#### Keywords:

Biodiesel

KOH

Molarity

Liquid vapor

Steam reforming



Waste oil has a high hydrogen content and can be used as renewable energy. The hydrocarbon chains in used oil can decompose and produce liquid fuel products through evaporation at a certain temperature. The purpose of this study was to obtain the characteristics of used oil waste liquid smoke using steam reforming with the addition of a KOH catalyst. The research was conducted by experiment, where the concentration of the solution used included 1.25; 1.66, and 2.5 Mol. The steam reforming process was carried out for 2 hours using a temperature variation of 250 and 300 °C. The steamer tube is connected to the condensing pipe in a separate unit to obtain liquid smoke products from a wide variety of applied solutions. Product analysis includes volume capacity and flame characteristics of each product variation obtained using the ImageJ application. The results showed that the role of KOH catalyst was able to increase the effectiveness of liquid smoke production from waste oil. The highest product volume was obtained at a concentration of 1.25 Mol of 115 ml. While the characteristics of the flame tend towards temperature and color dominance that is different for each product produced.

---

*Dinamika Teknik Mesin, Vol. 12, No 1, April 2022, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729*

### 1. PENDAHULUAN

Produk bahan bakar yang berasal dari minyak nabati dapat menjadi solusi meningkatkan pasokan energi dalam negeri G Saur dkk. (2014). Bahan bakar minyak nabati menjadi salah satu yang saat ini sedang marak penggunaannya adalah biodiesel. Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang mudah untuk diperbaharui, Banjari dkk. (2015), Januan dkk. (2010), dan dapat mengurangi ketergantungan minyak bumi, Prihanto dkk. (2017). Salah satu potensi bahan bakar alternatif yang dapat dikembangkan adalah berasal dari limbah oli bekas. Kandungan hidrogen yang tinggi pada Oli merupakan potensi sumber daya energi terbarukan yang saat ini banyak diminati. Namun dalam mentransformasinya menjadi produk bernilai tinggi masih dibutuhkan upaya pengembangan yang berkelanjutan.

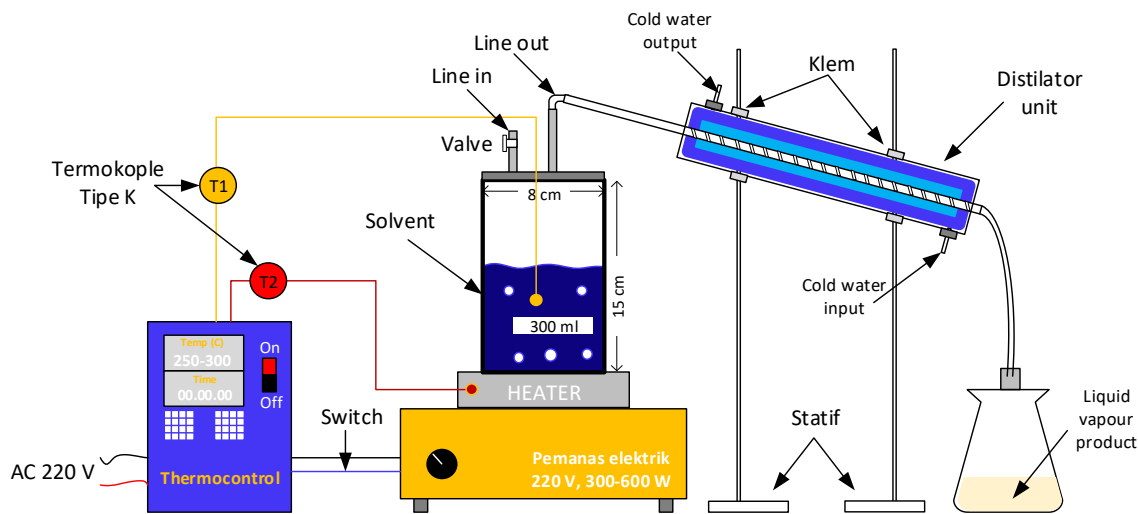
Oli bekas merupakan jenis minyak pelumas dengan fraksi distilat berat dengan trayek titik didih 300°C, Gilang dkk. (2017). Hidrokarbon yang terkandung pada oli baru mencapai 25 (C<sub>25</sub>). Hidrokarbon berkurang menjadi 84,42 % C<sub>25</sub> dan 16% C<sub>12</sub>-C<sub>25</sub> sesudah dilakukan pemakaian mengakibatkan pemutusan ikatan antar molekul hidrokarbon akibat pemanasan pada mesin. Reno, (2020). Produk cair hasil pirolisis mempunyai karbon C<sub>6</sub> – C<sub>20</sub>, dimana C<sub>5</sub>-C<sub>11</sub> merupakan hidrokarbon volatil bensin (47%) dan C<sub>12</sub>-C<sub>25</sub> merupakan angka karbon minyak diesel (52%), Askaditya, (2010). Proses yang dilakukan untuk mengubah minyak nabati menjadi bahan bakar diesel adalah dengan hidrogenasi. Siti dkk. (2013) menggunakan teknik *steam reforming*, (Bshish dkk. 2011; Kumar dkk. 2014; Rabenstein dkk. 2008). Teknologi ini banyak dikembangkan karena memiliki beban operasional yang rendah namun dengan nilai efisiensi yang tinggi, Kaiwen dkk. (2018).

Pada teknik *steam reforming*, proses kimia endotermis bertemperatur tinggi memerlukan pasokan energi *thermal* yang besar, Alimah dkk. (2015). Untuk meningkatkan efisiensi kerja *steam reforming* minyak nabati, telah dilakukan pengembangan yang meliputi kinerja reaktor pada reaksi *steam reforming* etanol, (Hadi dkk. 2018; Djati dkk. 2010). Penambahan katalis Ni/Zeolit alam, (Zhuang dkk. 2019; Isalmi dkk. 2012; Susila dkk. 2015), penggunaan katalis NaOH, (Kinasih dkk. 2016; Farid, 2011; Prayanto dkk. 2016). Sedangkan sumber minyak nabati yang digunakan meliputi limbah oli bekas, Hasbi dkk. (2019).

Penggunaan katalis dapat menjadi solusi mempercepat proses reaksi hidrogenasi sehingga kebutuhan energi *thermal* pada pengolahan oli bekas lebih besar. Sifat basa kuat kalium hidroksida (KOH) dapat menjadi alternatif katalis pengolahan oli bekas, hal ini karena katalis KOH memiliki tingkat kelarutan yang lebih singkat. Ion K<sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup> berfungsi dalam mendekomposisi gliserol pada oli bekas sehingga atom hidrogen yang mengikat karbon mudah diputus. Dengan rasio perbandingan campuran oli bekas dan katalis yang tepat serta kebutuhan energi panas yang cukup, maka akan diperoleh efisiensi maksimum dari produksi hidrogenasi dalam pengolahan oli bekas sebagai energi terbarukan.

**2. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental, dimana bahan yang diproses adalah limbah oli bekas dengan penambahan katalis [KOH] dan [H<sub>2</sub>O] dengan konsentrasi larutan yang digunakan yaitu 1,25; 1,66, dan 2,5 Mol. Masing-masing percobaan menggunakan larutan sebanyak 300 ml, dimana proses *steam reforming* dilakukan selama 2 jam dengan variasi suhu 250 dan 300°C. Sensor temperatur menggunakan termokopel tipe K untuk mengukur perubahan temperatur larutan (T<sub>1</sub>) didalam tabung dan suhu pemanas (T<sub>2</sub>) dan dicatat pada interval 1 menit. Adapun instalasi *steam reforming* mengikuti skema pada Gambar 1. Adapun spesifikasi alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.



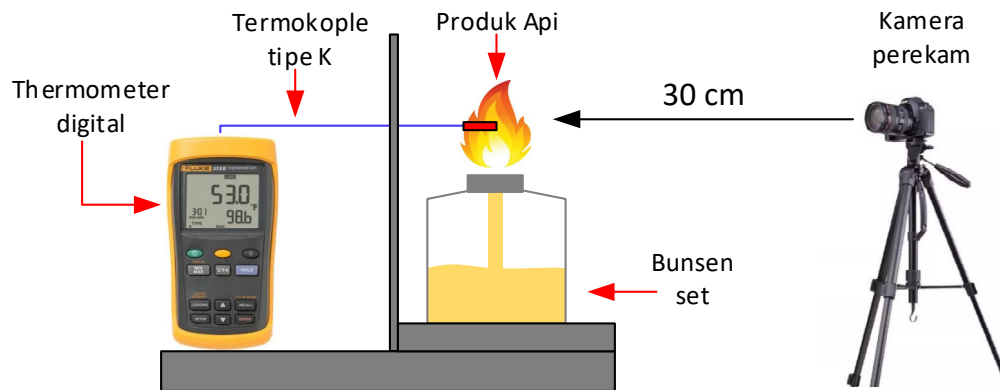
Gambar 1. Skema alat *steam reforming*

Tabel 1. Alat dan bahan

Nama	Spesifikasi	Kapasitas/Dimensi
Termokontrol	KW 06-278	20x20x15 cm
Tabung	Bahan aluminium	PxD = 150 x 80 (mm)
Komporelektrik	S-301	300-600 W, AC 220 V
Timer	Hp samsung j3	5,0 Inchi, resolusi 720 x 1280 px

Pipa output dan input	Tembaga	D=3/8"; OD = 9,2 mm; T=0,76 mm
Termokopel tipe K	Spring Thermocouple K Type Probe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T range: -50 to 1200°C</li> <li>• Stainless steel probe : 3mm</li> <li>• Probe length: 300mm</li> <li>• Handle: 4,5 cm</li> </ul>
Gelas ukur	Kaca pyrex	Volume 25 ml
Tabung destilator	Condenser Labora e8 1308689	300 x 240 x 40 (mm)

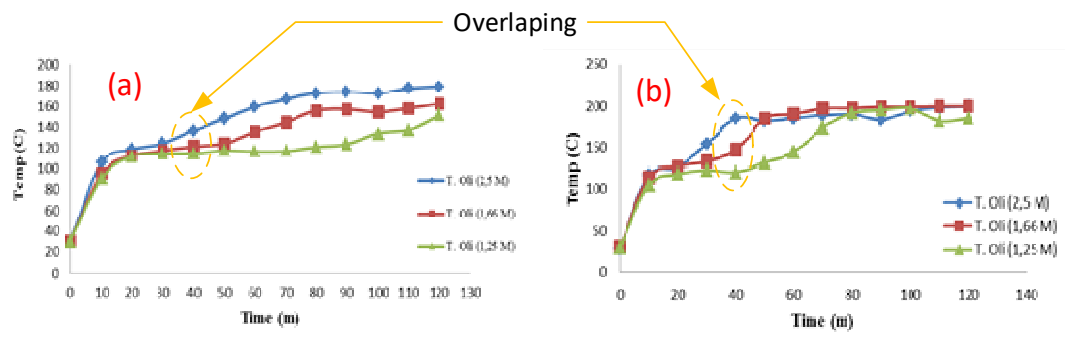
Pengukuran temperatur api dari masing-masing produk dilakukan dengan tahap memasukkan 20 ml produk kedalam bunsen dan selanjutnya dinyalakan. Sebuah termokopel tipe K ditempatkan pada badan api yang terbentuk, pencatatan temperatur dilakukan pada saat nilai suhu pada alat ukur menunjukkan kondisi *steady*. Proses pengambilan data suhu api mengikuti skema pada gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Skema pengukuran data temperatur dan visualisasi nyala api asap cair hasil *steam reforming* oli bekas

Sedangkan untuk mengukur luas dimensi api berdasarkan warna dilakukan dengan aplikasi *AutoCad* (Mukhtar, dkk., 2019). Aplikasi ini bermanfaat untuk melakukan investigasi identitas warna pada objek dan mengkonversikan warna dalam prosentase luasan warna pada objek. Pada penelitian ini jenis warna yang diamati adalah warna kuning, biru, dan merah.

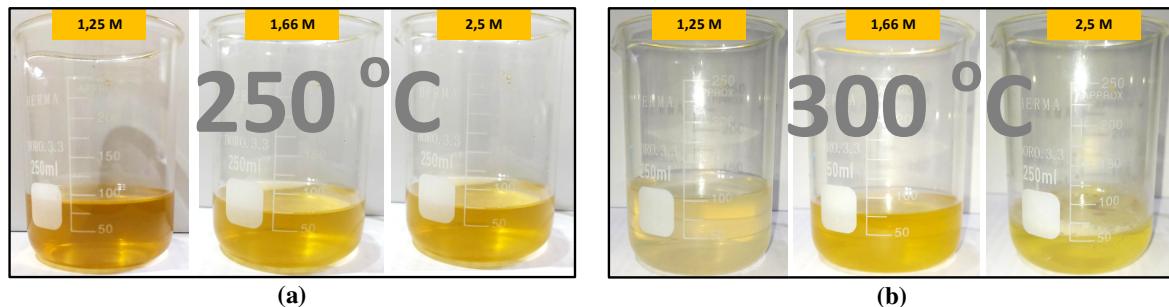
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN



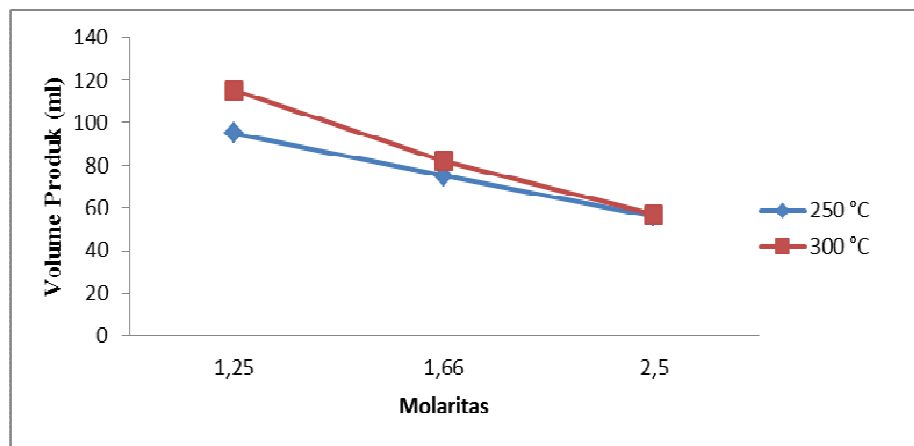
Gambar 3. Profil temperatur spesimen pada proses *steam reforming*; (a) Temperatur 250°C dan (b) Temperatur 300°C

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi atau molaritas larutan berpengaruh terhadap performa pemanasan. Melalui gambar 3 (a) dan (b) terlihat bahwa semakin besar nilai molaritas maka kenaikan temperatur larutan oli akan semakin cepat pada berbagai variasi temperatur pemanasan 250°C ataupun 300°C. Semakin tinggi nilai temperatur pemanasan dan konsentrasi larutan, maka efisiensi energi dalam proses *steam reforming* akan semakin tinggi dan berdampak pada laju reaksi dekomposisi bahan yang terdapat dalam oli bekas. Kondisi ini sesuai dengan penelitian (Heryanto, 2014) dimana penambahan katalis dalam proses *steam reforming* akan meningkatkan reaksi penguraian rantai hidrokarbon. Reaksi katalis ditandai dengan peningkatan temperatur reaksi yang signifikan

sebagaimana ditunjukkan melalui gambar 3(a) dan (b). Pada pengujian dengan variasi temperatur pemanasan yang berbeda, larutan dengan konsentrasi sebesar 2,5 M menunjukkan laju kenaikan temperatur yang lebih lebih cepat sebesar 0,1 °C/sec pada waktu proses di saat 20-40 menit. Kondisi yang cukup berbeda terjadi pada gambar 3 (a) dengan larutan pada konsentrasi yang sama namun mengalami kenaikan temperatur yang lebih lambat sebesar 0,025°C/sec pada saat 30-40 menit.



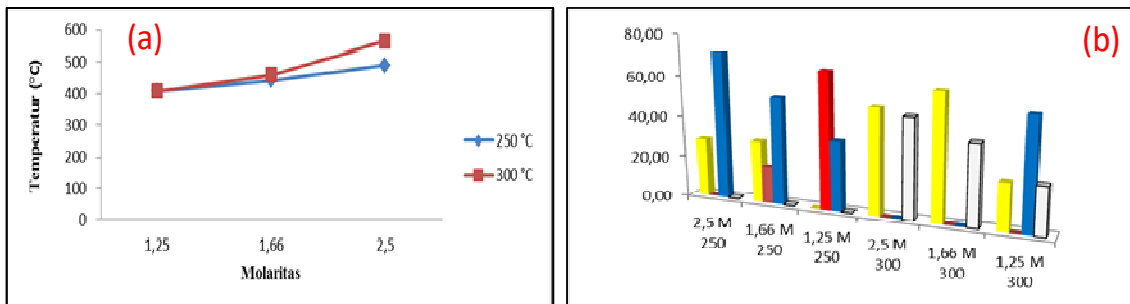
Gambar 4. Tampilan produk asap cair hasil *steam reforming* oli bekas dengan penambahan katalis KOH; (a) Variasi temperatur 250°C, (b) Variasi temperatur 300°C.



Gambar 5. Volume produk (ml)

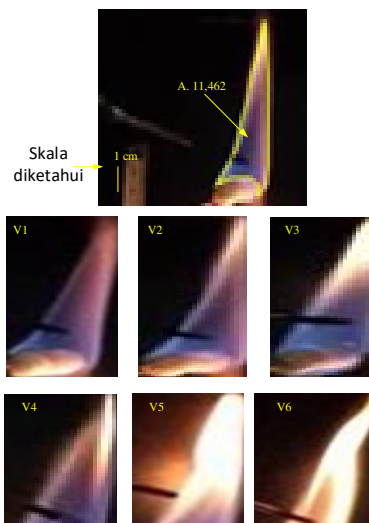
Melalui gambar 4 telah ditunjukkan karakteristik produk asap cair hasil *steam reforming* diberbagai kondisi konsentrasi larutan dan temperatur pemanasan. Seluruh variasi bahan diproses *steam reforming* selama 2 jam dengan variasi temperatur yang telah ditetapkan. Produk gas yang dihasilkan langsung dikondensasi mengikuti proses waktu *steam* dilakukan. Perbedaan perlakuan temperatur *steaming* telah berpengaruh terhadap perbedaan karakteristik produk yang dihasilkan. Perbedaan produk tersebut meliputi volume, warna dan viskositas produk. Ketiga aspek tersebut memicu laju reaksi dekomposisi yang maksimal sehingga karakteristik produk yang dihasilkan juga akan lebih baik. Semakin besar konsentrasi atau molaritas bahan, lama waktu proses dan suhu perlakuan maka akan menghasilkan volume produk yang lebih rendah. Pada gambar 4(a) variasi pemanasan 250°C produk yang dihasilkan memiliki volume yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan variasi 300°C. Berdasarkan aspek warna, produk yang dihasilkan cenderung berwarna kuning yang disertai dengan produk sabun yang tinggi terutama pada warna yang lebih terang.

Dari hasil pengujian telah menunjukkan bahwa semakin besar nilai rasio campuran bahan terhadap katalis dan temperatur yang digunakan akan memicu produksi penyabunan yang lebih tinggi. Hal ini sesuai penelitian Fadilah dkk. (2020), dimana penambahan katalis yang semakin banyak menyebabkan reaksi *saponifikasi* pada *trigliserida*, akibat pembentukan sabun dan menyebabkan turunnya persen *yield* biodiesel. Penurunan aktivasi katalis dipengaruhi oleh zat pengotor seperti air, sabun, gliserol (Thakur, dkk. 1999; Komang, dkk. 2017). Tampilan produk dengan warna lebih terang terjadi akibat panas yang tinggi memicu reaksi penguapan air dalam waktu singkat sehingga uap air ikut terdorong dan mengkontaminasi produk dengan volume yang lebih besar dan cenderung berwarna lebih terang. Selain aspek fisik, produk asap cair juga diuji perfroma nyala api yang dihasilkan. Pengujian ini sebagai bagian untuk melihat kualitas bahan bakar yang ditinjau berdasarkan produk nyala api yang dihasilkan. Skema pengujian mengikuti instalasi sebagaimana ditunjukkan melalui gambar 2.



Gambar 6. Karakteristik nyala api ;(a) Temperatur api pada setiap variasi hasil produk dan (b) Distribusi luas penampang warna api

Karakteristik asap cair yang diperoleh juga diuji performa pembakaran, hal ini bertujuan untuk melihat karakteristik senyawa yang terkandung dalam bahan. Dengan penambahan katalis KOH dalam proses steam telah mempengaruhi struktur kimia pada produk asap cair yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian Bernardus (2016) dimana sifat porositas katalis akan menyebabkan seringnya terjadi tumbukan antar molekul, sehingga produk stoikiometri yang dihasilkan akan menjadi lebih banyak. Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa, konsentrasi bahan 2,5 M dengan temperatur pemanasan 250 °C menghasilkan dominan warna api biru, dan kuning. Sedangkan pada molaritas 2,5 M temperatur 300 °C menghasilkan warna api putih dan warna api kuning. Dalam beberapa penelitian disebutkan bahwa warna api biru seringkali digunakan untuk mengkonfirmasi keberadaan gas hidrogen pada spektrum warna api (Mbulu dan Putra, 2016; Soebiyakto, dkk., 2016; Ilminnafik, dkk., 2017; Mukhtar, dkk., 2019). Hasil pengujian nyala api produk menunjukkan kondisi dimana semakin besar nilai molaritas dan temperatur pemanasan yang digunakan maka akan menghasilkannya api dengan temperatur yang lebih tinggi sebagaimana ditunjukkan melalui gambar 6(a). Nilai temperatur nyala api tertinggi didapatkan pada molaritas 2,5 M sebesar 565,66 °C di temperatur pemanasan 300 °C dan terendah didapatkan pada molaritas larutan 1,25 M sebesar 407,66 °C pada temperatur pemanasan 250 °C. Selain itu, dimensi api akan mengalami peningkatan luas penampang seiring besarnya konsentrasi larutan dan pemanasan yang digunakan (lihat gambar 6 (b)). Sebaliknya dimensi api akan menyusut jika nilai molaritas dan pemanasan yang digunakan rendah atau kecil. Luas penampang api terbesar didapatkan pada nilai molaritas 2,5 M pada pemanasan 300 °C sebesar 46.464 cm<sup>2</sup>, sedangkan luas penampang terendah didapat pada molaritas 1,25 M pada pemanasan 250 °C sebesar 13,231 cm<sup>2</sup>.



Gambar 7. Tampilan nyala api pada pembakaran asap cair limbah oli hasil steam reforming dengan penambahan katalis KOH

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi temperatur dan rasio penambahan katalis kalium hidroksida (KOH) berpengaruh terhadap proses produksi dan produk asap cair pada setiap variasi yang diterapkan. Kapasitas volume produk tertinggi diperoleh pada variasi molaritas 1,25 M dengan volume sebesar 115 ml dan terendah pada

variasi 2,5 M dengan volume sebesar 56 ml. Hasil uji pembakaran produk asap cair telah mengungkap kualitas produk yang ditinjau berdasarkan karakteristik nyala api serta temperatur yang dihasilkan. Dimana luas penampang api tertinggi terdapat pada variasi molaritas 2,5 M dengan luas 46.464 cm<sup>2</sup> dan terendah pada variasi molaritas 1,25 M dengan luas sebesar 13.231 cm<sup>2</sup>. Temperatur pemanasan dan nilai molaritas berpengaruh terhadap warna dan temperatur nyala api. Pada variasi pemanasan 300°C menghasilkan temperatur produk sebesar 565,66°C dengan molaritas 2,5 M dan temperatur terendah sebesar 407,66°C pada pemanasan 250°C dengan molaritas 1,25 M.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis mengapresiasi Program Studi Teknik Mesin di Universitas PGRI Banyuwangi atas fasilitas yang dipergunakan dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Banjari, M., Arsad, A.I., Yuliati, L., Sonief, A.A., Karakteristik pembakaran difusi campuran biodiesel minyak jarak pagar (*Jathropa Curcas L*) - etanol/metanol pada mini glass tube, *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6(1), 51-59, 2015.
- Bshish, A., Yaakob, Z., Narayanan, B., Ramakrishnan, R., E, A., Steam reforming of ethanol for hydrogen production, *Chemical Papers*, 65(3), 251–266, 2011.
- Djati, H.S., Produksi hidrogen proses steam reforming dimethyl ether (dme) dengan reaktor nuklir temperatur rendah, *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 12(1), 2010.
- Fadilah, R.N.M., Fathona, S., Sahid, S., Ahmad, Z., Fatria., Irawan, R., Pemanfaatan biji bintaro sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dan biopellet untuk pengembangan energi terbarukan, *Politeknik Negeri Sriwijaya, Teknik kimia*, 1(1), 41-47, 2020.
- Farid, M., Penggunaan katalis (NaOH) untuk proses transesterifikasi minyak kemiri jadi biodiesel, *Jurnal Rekayasa Kimia Lingkungan*, 8(2), 73 - 78, 2011.
- Hasbi, M., Lilis, L., Prinob, A., Asman, D., Pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar alternatif, (snt2ir). *Prosiding*, 2(1), 2019.
- Isalmi, A., Siti, N., Arif, R., Penggunaan zeolit alam sebagai katalis dalam produksi biodiesel, *Jurnal Kimia*, 2(4), 511-515, 2012.
- Kinasih, A., Endang, D.S., Variasi suhu dan waktu transesterifikasi minyak biji kapuk randu pada sintesis biodiesel dengan katalis NaOH, 2016.
- Komang, A.T.L., Nengah, I.S., Sri, R.S., Optimasi rasio molar dan waktu reaksi pada pembuatan biodiesel dari minyak biji malapari (*Pongamia Pinnata L.*) dengan katalis abu sekam padi termodifikasi litium, 5(1), 2017.
- Kumar, A., Prasad, R., Sharma, Y. C., Production of renewable hydrogen. *international journal of environmental research and development*, 4(3), 203–212, 2014.
- Kaiwen, L., Bin, Y., Zhang T., Economic analysis from production hydrogen steam reforming process: A literature review, *Journal Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 13(2), 2018.
- Mukhtar, A., Wardana, I.N.G, Widodo, A.S., Pengaruh penggunaan katalis kalium hidroksida pada campuran minyak nabati dan air terhadap produksi hidrogen dengan menggunakan metode steam reforming, *Rekayasa Mesin*, 10(2), 139 – 146, 2019.
- Mbulu, B.C., Putra, Produksi Hidrogen Dari Campuran Air Dan Minyak Kelapa Murni Melalui Porous Media Tembaga Menggunakan Prinsip Hydrogen Reformer, 2016.
- Ilminnafik, Listyadi, N., Sutjahjono, D., Hary, Thermal characteristic of flame as quality parameter of biogas of market waste. In : *International Journal of Applied Environmental Sciences*, 12,(7), 1379-1385, 2017.
- Saur, G., Milbrandt, A., Renewable hydrogen potential from biogas in the united states, Penerbit, Department of energy, United States, 2014.
- Prihanto, A., Irawan B., Pengaruh temperatur konsentrasi katalis, rasio molaritas pada limbah minyak goreng bekas dari transesterifikasi, 13(1), 30-36, 2017.
- Rabenstein, G., Hacker, V., Analysis hydrogen thermodynamic by steam reforming for fuel cells from ethanol, partial oxidation and combined auto-thermal reforming, *Journal of Power Sources*, 185(2), 1293–1304, 2008.
- Reno, F., Produksi bahan bakar cair hasil priolisis pelumas bekas batu bara menggunakan katalis zeolit, *Teknik kimia, Universitas PGRI Palembang*, 5,(1), 2020.
- Siti, S, Martomo S., Karakteristik reaktor hidrogenasi minyak biji kapuk untuk pembuatan green diesel, *Spektrum Industri*, 11(1), 2442-2630, 2013.
- Siti, A., Djati, H.S., Analisis pasokan panas produksi hidrogen proses steam reforming nuklir & konvensional, 17(1), 11-20, 2015.
- Susila, A., Abrar, A., Dina, I.N., Proses pembuatan bahan bakar cair dengan limbah ban bekas menggunakan katalis zeolit, *Jurnal Teknik Kimia*, 21(2), 2015.

Thakur, D., Roberts, B., Rieke, R.D., White, T., Hydrogenation of fatty methyl esters to fatty alcohols. American society of petroleum chemists, 76(8), 995-1000, 1999.

Zhuang, L., Shaoxuan, D., Chao, C., Shaokang, Q., Lixiong, D., Jie, L., Jincheng, D., Li Nay zeolite can be recycled as a heterogeneous alkali catalyst for biodiesel production. Process optimization and kinetics studies energy conversion and management 192. 335–345, 2019.