



Pengaruh Pencampuran Alginat Dan Serbuk Kalsium Oksida (CaO) Adsorben Untuk Peningkatan Kadar Alkohol Teknis Pada Metode Destilasi-Adsorpsi

Effect of Mixing Adsorbents of Alginate and Calcium Oxide (CaO) Powder to Increase Technical Alcohol Levels in the Distillation-Adsorption Method

Mahirullah, Afrianti S Lamuru, Nining Widiana Ningsih, Arifin

¹Politeknik Negeri Ujung Pandang, jalan Perintis Kemerdekaan Km.10. Tamalanrea, Makassar 90245

² Universitas Halu Oleo, Jalan H.E.A.Mokodompit, Kampus Hijau bumi Tridharma Andonohu, Kendari

Kata kunci

Destilasi, Adsorpsi, Adsorben, Etanol, dan Kalsium Oksida.

Abstrak

Penelitian ini mengkaji pengaruh penambahan alginat pada serbuk Kalsium Oksida (CaO) sebagai adsorben dalam bentuk pallet pada proses peningkatan kadar alkohol menggunakan metode destilasi adsorpsi. Metode destilasi adsorpsi adalah salah satu metode yang dapat digunakan dalam pemurnian alkohol. Alkohol murni dapat dijadikan sebagai alternatif bahan bakar ataupun menjadi bahan aditif pada bahan bakar sehingga dapat meningkatkan bilangan oktan dan menghasilkan buangan gas yang ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi alginat pada pencampuran serbuk kalsium oksida (CaO) untuk meningkatkan kadar etanol teknis. Konsentrasi alginat yang digunakan adalah 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3%. Etanol umpan yang digunakan adalah etanol 70% dan 96%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi optimum alginat yang dicampurkan pada serbuk Kalsium Oksida (CaO) menjadi adsorben untuk meningkatkan kadar etanol adalah 2,5% dapat menaikkan kadar etanol dari 70% menjadi 89% dan dari 96% menjadi 98,25%. Volume pori pada adsorben penambahan alginat 2,5% sebesar 0,89 ml. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh penambahan alginat pada serbuk kalsium oksida dapat mempengaruhi kerapatan pori dari gel alginat pada serbuk kalsium oksida. Kerapatan pori akan mempengaruhi volume pori adsorben. Peningkatan volume pori mengindikasikan semakin banyak membentuk pori-pori adsorben. Semakin banyak jumlah pori pada adsorben maka kemampuan adsorben dalam menyerap air semakin meningkat.

Keywords

Distillation, Adsorption, Adsorbent, Ethanol, and Calcium Oxide.

Abstract

This study examines the effect of adding alginate to Calcium Oxide (CaO) powder as an adsorbent pallets in the process of increasing the alcohol levels using the adsorption distillation method. The adsorption distillation method is one of the methods that can be used in alcohol purification. Pure alcohol can be used as an alternative fuel or as an additive in fuel so that it can increase the octane number and produce environmentally friendly exhaust gases. The purpose of this study was to determine the effect of varying alginate concentrations on mixing calcium oxide (CaO) powder to increase technical ethanol content. Alginate concentrations used were 1%, 1.5%, 2%, 2.5% and 3%. The feed ethanol used is 70% and 96% ethanol. The results showed that the optimum concentration of alginate mixed with Calcium Oxide (CaO)

powder to become an adsorbent to increase the ethanol content was 2.5%, which increased the ethanol content from 70% to 89% and from 96% to 98.25%. The pore volume of the adsorbent with the addition of 2.5% alginate was 0.89 ml. The ipenelotian results show that the effect of adding alginate to calcium oxide powder can affect the pore density of the alginate gel on calcium oxide powder. The pore density will affect the pore volume of the adsorbent. The increase in pore volume indicates that more adsorbent pores are formed. The more the number of pores in the adsorbent, the ability of the adsorbent to absorb water increases.

© 2023 Jurnal Jejaring Matematika dan Sains. This work is licensed under a [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Corresponding Author:

mahirullah@poliupg.ac.id

PENDAHULUAN

Seiring kemajuan bidang industri dan transportasi, persediaan minyak bumi di dunia semakin lama semakin menipis. Perkiraan tentang penurunan produk minyak bumi pada masa yang akan datang dan ketergantungan yang besar terhadap sumber energi minyak bumi. Hal tersebut mendorong penelitian dan pengembangan sumber energi alternatif dari bahan-bahan alam yang jumlahnya melimpah dan bersifat terbarukau seperti Bioetanol. Bioetanol adalah salah satu bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui, ramah lingkungan, serta menghasilkan gas emisi karbon yang rendah dibandingkan dengan bensin atau sejenisnya [1].

Beberapa studi mengkaji proses pembuatan bioethanol dengan metode fermentasi karena dianggap lebih murah dengan memanfaatkan berbagai biomassa sebagai sumber gula seperti pemanfaatan lignoselulosa, biomassa dari limbah hasil pertanian, dan biomassa dari tanaman nonpangan [2]. Akan tetapi, Sebelum dapat digunakan sebagai bahan bakar, etanol harus mempunyai grade sebesar 99,5-100% untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Proses pemisahan dan pemurnian bioethanol (dehidrasi) merupakan salah satu langkah penting yang harus dilalui, karena etanol hasil fermentasi hanya memiliki kemurnian 30-40% [3][4]

Beberapa metode telah diusulkan dalam peningkatan atau pemurnian etanol. sehingga mendapatkan etanol dengan kemurnian mendekati 100%. Distilasi ekstraksi merupakan metode yang banyak dikenal, teknik tersebut telah terbukti mampu meningkatkan kadar alkohol, tetapi prosesnya kurang kompetitif karena sangat kompleks dan memerlukan penambahan zat kimia Hasil Penelitian Sebelumnya [5] menjelaskan bahwa peningkatan kadar etanol dapat mendekati 100% dengan menggunakan metode destilasi adsorpsi. Destilasi merupakan metode yang umum digunakan dalam pemisahan alkohol dan air. Adsorpsi merupakan proses pemisahan suatu senyawa (adsorbat) dari campuran gas atau cairan dengan menggunakan bahan penjerap berupa padatan (adsorben). Adsorben adalah bahan padat dengan luas permukaan yang besar. Permukaan luas ini terbentuk karena banyaknya pori-pori yang halus pada permukaan tersebut [6][7].

Adsorben pada pemurnian harus memiliki sifat dehidrator. Dehidrator merupakan substansi yang dapat menyerap air yang ada pada etanol, Penggunaan CaO yang bersifat higroskopis sebagai adsorben akan bereaksi secara kimia dengan uap air yang terdapat di dalam bahan yang dikeringkan sehingga kadar air bahan akan berkurang [8][9][10]. Modifikasi dan aktivasi adsorben juga menjadi factor diperlukan untuk meningkatkan daya gunanya. Modifikasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan mencampurkan serbuk CaO dan alginate. Alginat memiliki sifat hidrofilik yang tinggi sehingga dapat menyerap molekul air sehingga diharapkan campuran serbuk CaO dan Alginat dapat direkayasa menjadi adsorben yang akan lebih efektif dalam meningkatkan kadar etanol dan lebih mudah dalam pemakaiannya [6].

METODE PENELITIAN

1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada percobaan ini yaitu Oven, timbangan analitik, ayakan 200 mesh, filler, gelas kimia 250 mL, labu takar 10 mL, pipet volume 25 mL, alkohol meter, botol timbang, gelas ukur 10 mL,. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini serbuk CaO, etanol 96%, etanol 70%, alginat 1%, alginat 1,5%, alginat 2%, alginat 2,5%, alginat 3%, dan akuades.

2. Prosedur Penelitian

Adsorben yang digunakan adalah CaO teknis yang dicampur dengan alginat sebagai bahan cetak dan dilakukan proses adsorpsi. Penelitian ini dilakukan dengan variasi konsentrasi alginat yaitu 1 %, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3% yang akan dicampur dengan serbuk kalsium oksida (CaO) dan dijadikan sebagai adsorben. Penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan metode destilasi adsorpsi.

a. Pembuatan Adsorben dengan Variasi konsentrasi Alginat

Berikut ini adalah langkah-langkah pembuatan adsorben yaitu :

- Serbuk CaO diayak dengan ukuran partikel 200 mesh.
- Dibuat adsorben CaO dengan penambahan Alginat 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3% dengan perbandingan 10:7 (Retno, *et al.*, 2012).
- Membentuk adonan adsorben yang terdiri dari serbuk CaO dan Alginat dengan menggunakan cetakan dengan diameter lubang 1 cm dan panjang 1 cm.
- Dipanaskan pada suhu 110°C.
- Dikalsinasi pada suhu 400°C selama 2 jam.
- Dipanaskan pada suhu 110°C, sebelum digunakan sebagai adsorben.

b. Proses Adsorpsi Etanol dengan menggunakan Metode Destilasi Adsorpsi

Berikut ini adalah langkah-langkah pengadsorpsian etanol menggunakan adsorben CaO yang telah ditambahkan alginat dengan variasi konsentrasi alginat sebesar 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3% yang menggunakan metode destilasi adsorpsi, yaitu :

- Adsorben dimasukkan dalam labu alas bulat yang berisi etanol
- Didestilasi pada suhu 78°C.
- Diambil destilat dan diukur dengan alkohol meter.

c. Penentuan Volume Pori

Volume pori dapat ditentukan dengan ditimbang adsorben kering, kemudian diteteskan aquades setetes demi setetes pada adsorben hingga adsorben tidak dapat menyerap aquades yang diteteskan. Kemudian ditimbang adsorben yang sudah menyerap air. Setelah itu ditimbang sisa air yang tidak terserap oleh adsorben. Kemudian dihitung volume air yang diserap. Volume air sama dengan volume pori adsorben, karena volume pori adalah ruang yang disiapkan adsorben untuk ditempati air terikat. Voume pori dapat ditentukan melalui persamaan berikut :

$$V_{\text{pori}} = \frac{m}{\rho}$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} V_{\text{air}} &= \text{Volume air (cm}^3\text{)} \\ \rho &= \text{Massa jenis Air (g/cm}^3\text{)} \\ m &= \text{Massa Air (g)} \end{aligned}$$

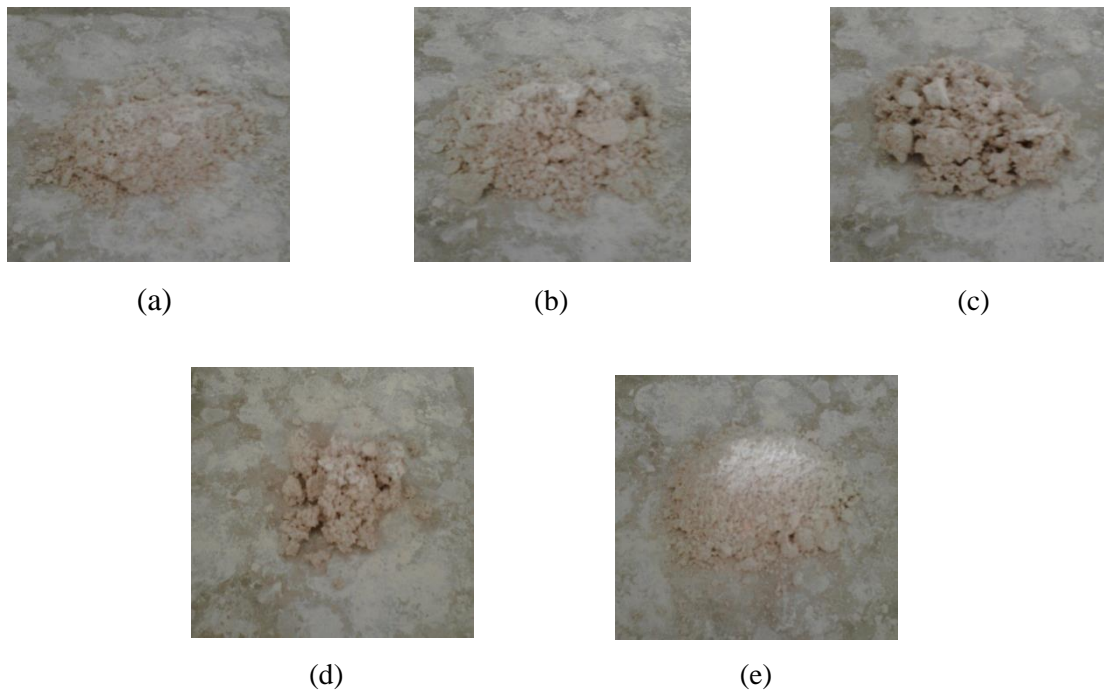
HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan alginat pada serbuk Kalsium Oksida (CaO) terhadap peningkatan kadar etanol. Etanol yang digunakan sebagai umpan yaitu etanol dengan kadar 70% dan 96%. Tahapan awal dilakukan pengukuran volume pori adsorben. Volume pori pada adsorben merupakan ruang yang disiapkan oleh suatu adsorben untuk ditempati air terikat. Hasil analisis volume pori terhadap adsorben yang diberi perlakuan CaO dengan pencampuran alginat 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3% dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Volume Pori Adsorben

No	Konsentrasi Alginat (%)	Volume pori Adsorben (mL)
1	1	0,79
2	1,5	0,81
3	2	0,85
4	2,5	0,89
5	3	0,84

Berdasarkan data volume pori yang terdapat pada Tabel 1. Peningkatan volume pori hanya sampai pada penambahan konsentrasi 2,5% yaitu sebesar 0,89. Hal ini terjadi karena semakin meningkatnya penambahan konsentrasi alginat pada CaO menyebabkan pori yang dihasilkan akan semakin kecil. Dengan demikian semakin besar luas permukaan adsorben maka semakin banyak pori yang dimiliki per satuan partikel adsorben. Oleh sebab itu semakin besar kemampuannya untuk berinteraksi dan berikatan dengan molekul-molekul air. Hal inilah yang menyebabkan volume pori adsorben semakin meningkat. Penurunan volume pori terjadi pada konsentrasi 3% sebesar 0,84 ml karena ketika proses pencampuran CaO dan alginat, larutan alginat 3% membentuk larutan terlalu kental sehingga larutan alginat tidak tersebar merata pada serbuk kalsium oksida. Dengan demikian semakin berkurang pori yang dimiliki per satuan partikel adsorben setelah dicetak. Oleh sebab itu volume pori adsorben mengalami penurunan. Dapat dilihat pada gambar 1. Campuran larutan alginat dan serbuk kalsium oksida dari berbagai konsentrasi alginat dibawah ini



Gambar 1. (a) Campuran CaO dan alginat 1% (b) alginat 1,5% (c) alginat 2% (d) alginat 2,5% (e) alginat 3%

Berdasarkan gambar diatas terlihat bahwa semakin besar konsentrasi alginat yang ditambahkan pada kalsium oksida, semakin tercampur secara merata. Akan tetapi pada gambar (e) terlihat bahwa campuran tidak merata. Hal ini disebabkan karena larutan alginat 3% membentuk larutan terlalu kental sehingga larutan alginat tidak tersebar merata pada serbuk kalsium oksida. Berdasarkan hal tersebut konsentrasi alginat yang menghasilkan volume pori yang besar adalah alginat 2,5% .

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode destilasi adsorpsi. Metode destilasi adsorpsi adalah suatu metode dimana destilasi dan adsorpsi berlangsung secara bersamaan. Proses pemisahan dengan metode ini memanfaatkan sifat-sifat zat padat tertentu untuk menjerap suatu komponen spesifik dari campuran larutan yang akan dipisahkan dengan komponen lainnya. Umpan etanol yang digunakan adalah etanol dengan kadar 96% dan 70% untuk melihat kecenderungan peningkatan kadar alkohol pada masing-masing alkohol tersebut. Etanol dalam labu alas bulat dipanaskan pada suhu pemanasan sekitar 78°C. Sehingga etanol lebih dulu menguap daripada air. Adsorben yang ada dalam labu alas bulat akan mengadsorpsi air yang ada pada etanol.

Mekanisme proses adsorpsi dimulai ketika molekul adsorbat berdifusi melalui suatu lapisan permukaan luar adsorben dan peristiwa ini disebut sebagai difusi eksternal, selanjutnya adsorbat berada dipermukaan adsorben dan sebagian besar berdifusi lanjut di dalam pori-pori adsorben yang disebut sebagai difusi internal. Peran penambahan alginat pada adsorben CaO adalah sebagai perekat sekaligus dapat mengikat air dengan ikatan hidrogen. Pada penelitian ini adsorben yang digunakan merupakan campuran CaO dan alginat yang dapat menarik air dengan menggunakan sifat hidrofilik yaitu gaya tarik menarik karena kereaktifan dari CaO terhadap air dan ikatan hidrogen pada alginat terhadap air. Jadi, molekul-molekul air tidak hanya terperangkap dalam pori-pori CaO, tetapi berinteraksi juga dengan alginat [1][7]. Hal ini menyebabkan adsorben akan dengan mudah menyerap air sehingga akan meningkatkan kadar etanol. Dapat dilihat pada tabel.2. pengaruh konsentrasi alginat terhadap peningkatan kadar etanol .

Tabel 2. Data variasi konsentrasi alginat yang dicampurkan pada Kalsium Oksida (CaO) terhadap peningkatan kadar etanol 70% dengan 25 gram massa adsorben dan 350 mL etanol.

No.	Konsentrasi Alginat (%)	Volume pori (mL)	Volume Destilat	Kadar Akhir Etanol (%)	Air yang Terserap (%)
1.	1	0,79	250	87	56
2.	1,5	0,81	249	87,5	58
3.	2	0,85	245	88,50	61
4.	2,5	0,89	244	89	62
5.	3	0,84	250	88	60

Tabel 3. Data variasi konsentrasi alginat yang ditambahkan pada Kalsium Oksida (CaO) terhadap peningkatan kadar etanol 96%

No.	Konsentrasi Alginat (%)	Volume pori (mL)	Volume Destilat	Kadar Akhir Etanol (%)	Air yang Terserap (%)
1.	1	0,79	290	96,5	8
2.	1,5	0,81	285	97	21
3.	2	0,85	282	97,9	50
4.	2,5	0,89	280	98,25	57
5.	3	0,84	290	97	21

Berdasarkan Tabel 2 dan 3 pada penambahan konsentrasi alginat 2,5% terlihat bahwa terjadi peningkatan kadar etanol mencapai dari 70% menjadi 89% dan 96% menjadi 98,25%. Metode destilasi adsorpsi yang menggunakan CaO dengan penambahan alginat dipengaruhi oleh volume pori. Peningkatan volume pori mengindikasikan semakin banyak membentuk pori-pori adsorben. Sehingga kemampuan adsorben dalam menyerap air semakin meningkat. Secara teoritis persentase kenaikan kadar etanol berbanding lurus dengan volume pori adsorben. Semakin besar volume pori adsorben maka semakin banyak pula volume air yang mampu teradsorpsi dalam adsorben dan semakin tinggi pula kadar etanol yang diperoleh [6]. Akan tetapi, setelah mencapai penyerapan optimum yaitu pada penambahan alginat 2,5 % terjadi penurunan penyerapan seiring dengan meningkatnya konsentrasi. Hal ini disebabkan pada alginat 3% membentuk larutan terlalu kental sehingga larutan alginat tidak tersebar merata pada serbuk kalsium oksida yang menyebabkan tidak seimbang jumlah partikel kalsium oksida yang tersedia. Sehingga kemampuan

adsorben dalam menyerap air menjadi berkurang. Hal ini terbukti dengan menurunnya volume pori pada adsorben yang menyebabkan kadar etanol mengalami penurunan pada penambahan alginat 3%.

Adsorpsi yang terjadi pada penelitian ini yaitu adsorpsi fisika dan kimia. Dikatakan adsorpsi fisika karena adanya pori-pori pada adsorben sehingga dapat menyerap air. Perlu diketahui yang dilibatkan pada adsorpsi fisika adalah gaya van der Waals yaitu gaya tarik menarik yang relatif lemah antara permukaan adsorben dengan adsorbat. Dengan demikian, adsorbat tidak terikat dengan kuat pada permukaan adsorben sehingga adsorbat dapat bergerak dari suatu bagian permukaan ke bagian permukaan lainnya. Sedangkan dikatakan adsorpsi kimia karena adanya alginat yang mengikat air dengan adanya ikatan hidrogen. Alginat memiliki sifat yang hidrofilik, sehingga atom hidrogen pada alginat akan berikatan pada unsur yang sangat elektronegatif pada air membentuk ikatan hidrogen.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, destilasi adsorpsi menggunakan etanol dengan kadar awal 70% persentase kenaikan kadar etanolnya lebih besar dibandingkan dengan etanol kadar awal 96%. Hal ini disebabkan karena etanol dengan kadar 70% lebih banyak mengandung komponen air dibandingkan dengan etanol 96%, sehingga adsorben lebih banyak menyerap air pada etanol 70%. Meskipun hasil penelitian ini belum mencapai 99,5%-100%. Tetapi pencampuran alginat dan CaO bisa dikatakan memegang peranan penting dalam proses adsorpsi suatu adsorben yang menghasilkan peningkatan kadar etanol mencapai dari 70% menjadi 89% dan 96% menjadi 98,25% pada penambahan alginat 2,5

KESIMPULAN

Berdasarkan serangkaian penelitian serta hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Konsentrasi optimum alginat pada serbuk Kalsium Oksida (CaO) untuk meningkatkan kadar etanol adalah 2,5% dapat menaikkan kadar etanol dari 70% menjadi 88,50 dan dari 96% menjadi 98,25%. Hal ini terjadi karena semakin besar konsentrasi larutan alginat pori yang dihasilkan juga semakin kecil yang menyebabkan volume pori menjadi meningkat. Peningkatan volume pori mengindikasikan semakin banyak membentuk pori-pori adsorben. Semakin banyak jumlah pori pada adsorben maka kemampuan adsorben dalam menyerap air semakin meningkat.

REFERENSI

- [1] Trya, N.V., Chairul, dan Silvia, R.Y., "Pemurnian Bioetanol Hasil Fermentasi Nira Nipah Menggunakan Proses Destilasi-Adsorpsi Menggunakan Adsorben CaO". *Jom FTEKNIK*. Vol 4, No. 2, Oktober 2017
- [2] Marx S, Ndaba B, Chiyanzu I, Schabort, "Fuel ethanol production from sweet sorghum bagasse using microwave irradiation. *Biomass and Bioenergy*", *Biomass and Bioenergy*, no 65, 145-150, 2014
- [3] Kartawiria IS, Syamsu K, Noor E, Sa'id EG, "Sorghum stalk juice pre-treatment method for bioethanol fermentation process", *Energy Procedia*, no 65, 145-150, 2015
- [4] Yujie S, Peidong, and Yuqing S, "An overview of biofuels policies and industrialization in the major biofuel producing countries, *Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 50, 991-1003, October 2015
- [5] Novitasari D., Djati K., Tutuk D., Kusworo, "Pemurnian Bioetanol Menggunakan Proses Adsorpsi Dan Destilasi Adsorpsi Dengan Adsorbent Zeolit", *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. Vol 5, no.1, 1-7, 2012
- [6] Retno, E., Agus., Rizki, B.S., dan Nurul, W., "Pembuatan Ethanol Fuel Grade Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Adsorbent Granulated Natural Zeolite dan CaO" *Symposium Nasional RAPI XI FT UMS-2K012, ISSN: 1412-9612, 2012*
- [7] Mukhtar.A.I., Muhammad.H.M., Heriyanto, Haryadi, "Purification Of Ethanol By Continuous Adsorption Method Using Zeolite 3A And Calcium Oxide, *Jurnal Kimia Riset*, Vol 7, No. 1, 9-29 Juni 2022.
- [8] Bambang S., Ulfinasari A, Rini Y., "Pemurnian Alkohol Menggunakan Proses Destilasi-Adsorpsi dengan Penambahan Adsorben Zeolit Sintesis 3 Angstrom", *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem* Vol. 6 No. 1, 9-18, Januari 2018
- [9] Anita R, Triastuti S, dan Jumaeri, "Peningkatan Kadar Etanol dalam Ciu dengan Metode Destilasi Adsorptif Menggunakan Zeolit Alam", *Indo. J. Chem. Sci.*, Vol. 9, no 2, 2020
- [10] Suprpto, Fauziah, T.R., Sangi, M.S., Oetami, T.P., Qoniah, I., dan Didik Prasetyoko, "Calcium Oxide from Limestone as Solid Base Catalyst in Transesterification of Reutealis trisperma Oil", *Indones. J. Chem.*, Vol 16, no.2, 208 – 213, 2016