

## UPAYA PENINGKATAN KEMURNIAN BIOETANOL PATI SINGKONG KARET DENGAN ADSORPSI

### *EFFORTS TO IMPROVE BIOETHANOL LEVELS OF CASSAVA RUBBER STARCH WITH ADSORPTION*

*Faizatus Solihah, Siti Tjahjani dan Amaria\**

*Department of Chemistry, Faculty of Mathematics dan Natural Sciences  
State University of Surabaya*

*Jl. Ketintang, Surabaya (60231), Telp. 031-8298761*

*\*Corresponding author, email : [sititjahjani@unesa.ac.id](mailto:sititjahjani@unesa.ac.id)*

**Abstrak.** Telah dilakukan penelitian mengenai upaya peningkatan kadar etanol pati singkong karet dengan adsorpsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kadar etanol sebelum dan setelah adsorpsi pada berbagai variasi ukuran partikel adsorben CaO. Variasi ukuran partikel adsorben yang digunakan yaitu 60, 80, 100, dan 120 *mesh*. Penelitian dilakukan dengan tiga proses yaitu pembuatan serbuk CaO, pembuatan bioetanol dan upaya peningkatan kemurnian bioetanol. Serbuk CaO dibuat melalui kalsinasi batu kapur. Pembuatan bioetanol terdiri dari 4 tahap yaitu *pretreatment*, hidrolisis, fermentasi dan distilasi. Upaya peningkatan kemurnian bioetanol dilakukan dengan adsorpsi berbagai variasi ukuran serbuk CaO. Hasil penelitian menunjukkan kadar etanol pati singkong karet sebesar 33% mengalami peningkatan dan penurunan saat berinteraksi dengan serbuk CaO 60, 80, 100, dan 120 *mesh* berturut-turut sebesar 33,333%; 36,667%; 43,333% dan 25%. Data kadar dan pH etanol hasil adsorpsi dianalisis menggunakan Uji *Kruskal Wallis*, Uji *Duncan* dan *Wilcoxon*. Hasil Uji *Kruskal Wallis* menyatakan bahwa terdapat pengaruh nyata kadar etanol pada variabel bebas ukuran partikel serbuk CaO; Uji *Duncan* menyatakan terdapat perbedaan bermakna kadar etanol pada interaksi 100 dan 120 *mesh*, sedangkan perbedaan tidak bermakna pada 60 dan 80 *mesh*; dan *Wilcoxon* menyatakan adanya perbedaan pH sebelum dan setelah adsorpsi. Berdasarkan uji tersebut peningkatan kadar etanol maksimum didapatkan saat berinteraksi dengan adsorben CaO 100 *mesh*.

**Kata kunci:** Kemurnian etanol pati singkong karet, adsorpsi, CaO, ukuran partikel adsorben, *mesh*.

**Abstract.** Research has been conducted on the efforts to increase rubber cassava starch levels with adsorption. This research aims to determine the increase in ethanol levels before dan after adsorption in various sizes of CaO adsorbent particles. Variations of the adsorbent particle size used are 60, 80, 100, dan 120 *mesh*. The research was conducted with three processes, production of CaO powder, bioethanol production dan efforts to increase the levels of bioethanol. CaO powder is made through limestone calcination. Production of bioethanol consists of 4 stages that is *pretreatment*, hydrolysis, fermentation dan distillation. Efforts to improve the levels of bioethanol are carried out by adsorption of various sizes of CaO powder. The results showed a rubber cassava starch rate of 33% increased dan decreased when interacting with the CaO 60, 80, 100 dan 120 *mesh* in a row of 33.333%; 36.667%; 43.333% dan 25%. Data was analyzed using statistics including test *Kruskal Wallis*, The *Duncan Test* dan *Wilcoxon*. Results of the *Kruskal Wallis* test is that there is a noticeable influence on the levels of ethanol in particle size variables of the CaO; The *Duncan* test states there is a meaningful difference in ethanol levels in the interactions 100 dan 120 *mesh*, while differences are meaningless at 60 dan 80 *mesh*; dan *Wilcoxon* expressed a pH difference before dan after adsorption. According to the the test, increased maximum ethanol levels gained when interacting with the CaO 100 *mesh* adsorbent.

**Keywords:** Ethanol levels of cassava rubber starch, adsorption, CaO, particle size of adsorbent, *mesh*.

## PENDAHULUAN

Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif ramah lingkungan yang dibuat secara biologis melalui proses fermentasi dari berbagai sumber biomassa berupa pati, glukosa maupun selulosa pada tanaman singkong, umbi-umbian, nira, sorgum, tebu, jagung, biji-bijian dan bahan organik. Pati merupakan bahan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa dalam jangka panjang. Salah satu jenis sumber alam yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai bioetanol adalah umbi-umbian [1]. Singkong karet (*Manihot glaziovii*) merupakan salah satu jenis umbi-umbian yang mengandung pati yang tinggi tetapi memiliki kandungan senyawa yang beracun yaitu asam sianida (HCN), sehingga kurang dimanfaatkan oleh masyarakat. Kadar karbohidrat dari singkong karet sebesar 98,4674%.

Empat proses utama dalam pembuatan bioetanol adalah *pretreatment*, hidrolisis, fermentasi dan pemurnian [2]. *Pretreatment* bertujuan untuk memudahkan akses enzim dalam mengonversi pati menjadi glukosa. Hidrolisis pati merupakan proses konversi pati menjadi glukosa dengan penambahan air melalui pemecahan molekul menjadi dua bagian. Fermentasi merupakan proses konversi glukosa menjadi etanol dan karbondioksida secara biologis oleh mikroorganisme. Pemurnian bioetanol merupakan proses yang bertujuan memisahkan bioetanol hasil fermentasi sehingga didapatkan etanol konsentrasi tinggi.

Titik didih etanol adalah 78°C dan titik didih air adalah 100° namun, dalam penerapannya, etanol dan air sulit dipisahkan karena kedua komponen tersebut termasuk azeotrop (komponen yang selisih titik didihnya berdekatan), oleh karena itu pemisahan etanol dari campuran etanol-air harus dilakukan distilasi berulang kali [3]. Proses distilasi dipilih karena mudah, murah dan tidak meninggalkan residu pada etanol. Kadar etanol sebesar 96% dengan kadar awal 27% dapat dihasilkan menggunakan metode distilasi sebanyak 7 kali pengulangan [4]. Terdapat metode lain untuk mempercepat pemurnian bioetanol yaitu metode adsorpsi menggunakan adsorben CaO. Hal ini dilakukan karena proses distilasi berulang membutuhkan waktu lama, dan volume etanol dapat berkurang sesuai dengan sifatnya yang mudah menguap.

Adsorpsi merupakan fenomena permukaan, yaitu molekul cairan tertentu tertarik dan melekat terhadap padatan berpori yang

memiliki spesifikasi luas permukaan yang tinggi (dengan range 300-1000 m<sup>2</sup>/g) [4]. Penggunaan adsorben CaO dapat dihasilkan kadar etanol dari 94% menjadi 99,85% [5]. CaO merupakan senyawa turunan dari kalsium hidroksida yang bersifat reaktif terhadap air dengan membentuk bubuk Ca(OH)<sub>2</sub>. Berdasarkan hal tersebut, CaO dapat mengikat air pada campuran etanol-air karena sifatnya sebagai dehidrator sehingga cocok digunakan sebagai adsorben dalam proses pemurnian bioetanol.

Salah satu faktor yang dapat berpengaruh pada proses adsorpsi yaitu ukuran partikel adsorben. Ukuran adsorben yang kecil menyebabkan luas permukaan semakin besar, maka semakin banyak pori yang dimiliki persatuan partikel adsorben sehingga air akan semakin banyak diserap. Berdasarkan penelitian rasio ukuran partikel dan temperatur pemanasan batu kapur pada bioetanol tetes tebu didapatkan bahwa ukuran partikel batu kapur sebesar 80 *mesh* mampu meningkatkan kadar bioetanol dari 96% menjadi 99,71% [6]. Belum dilakukan penelitian terkait pemurnian bioetanol dari singkong karet menggunakan proses distilasi dan adsorpsi dengan variasi ukuran adsorben CaO.

## METODE PENELITIAN

### Alat

Beberapa alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu pisau, blender, saringan, wadah, jerigen, sendok, tampah, stopwatch, oven, tanur, mortal alu, neraca analitik, cawan porselin, pH meter, *alcoholmeter*, panci besar, aluminium foil, *hot plate* dan *stirrer*, termometer, spatula, serangkaian alat distilasi, serta peralatan gelas yang umum digunakan di laboratorium.

### Bahan

Beberapa bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu akuades, singkong karet, batu kapur, larutan HCl 1 N, larutan NaOH 1N, ragi tape, fermipan.

## PROSEDUR PENELITIAN

### a. Preparasi Adsorben

Batu kapur dibersihkan, dikeringkan dan dihaluskan hingga diperoleh 60, 80, 100 dan 120 *mesh*. Tiap ukuran serbuk batu kapur diambil kemudian di kalsinasi pada suhu 900°C selama 4 jam. Hasil kalsinasi disimpan dalam toples, serta ditutup rapat [7].

### b. Proses *Pretreatment*

Umbi singkong karet di kupas kulitnya dan di cuci menggunakan air hingga bersih.

Singkong karet yang sudah bersih di potong kecil-kecil kemudian di blender agar di dapat hasil yang halus dan ukuran yang merata. Hasil umbi singkong ditambahkan air secukupnya serta di aduk sehingga menjadi bubur singkong karet. Bubur singkong karet di peras kemudian diendapkan sehingga didapatkan pati basah. Selanjutnya pati basah dikeringkan dengan cara di jemur [8]. Setelah kering, serbuk pati singkong karet di haluskan dan ayak dengan ayakan 100 *mesh* agar didapatkan ukuran yang merata.

#### c. Proses Hidrolisis

Serbuk pati singkong karet sebanyak 50 g di campur dengan 500 mL aquades. Kemudian diatur pH antara 4-5 menggunakan konsentrasi  $H_2SO_4$  1N dan NaOH 1N [9]. Campuran serbuk pati singkong karet dipanaskan dengan *hot plate* pada suhu 80-90°C sambil di aduk selama 60 menit dan selanjutnya didinginkan pada suhu ruang [10].

#### d. Proses fermentasi

Proses fermentasi dilakukan dengan cara menyiapkan gelas kimia 1000 mL dengan volume substrat 500 mL yang difermentasi dengan menggunakan fermipan 5,0% pada hari 1 dan diikuti penambahan ragi tape 5,0% pada 2 hari berikutnya. Fermentasi dilakukan pada suhu lingkungan yaitu 30-35°C dengan proses fermentasi selama 3 hari [1]. Tempatkan gelas kimia kedalam wadah yang berisi air, tutup rapat gelas kimia menggunakan *plastic wrap* yang dihubungkan dengan selang dan ujung selang diletakkan pada air dalam wadah agar tidak terjadi kontak langsung dengan udara luar.

#### e. Proses Distilasi

Larutan hasil fermentasi dilakukan proses distilasi dengan cara memanaskan larutan tersebut menggunakan *rotari evaporator*. Hasil fermentasi singkong karet disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh dimasukkan kedalam labu *rotari evaporator* untuk memisahkan etanol dengan air. Labu penampung etanol dipasang pada evaporator lalu diatur suhu 78°C dan pemutaran 50 rpm. Proses pemurnian dengan evaporator dilakukan selama kurang lebih 4 jam atau hingga etanol tidak menetes lagi [11]

#### f. Proses Adsorpsi

Sebanyak 5 gram CaO 60 *mesh* dimasukkan kedalam botol yang berisi 40 mL etanol. Kemudian dibiarkan selama 2 jam, tutup botol dan lapiisi dengan plastisin. Rendam botol kedalam wadah yang berisi air selama proses

adsorpsi berlangsung. Setelah waktu kontak selesai, sampel kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk dipisahkan dengan adsorben [12] Percobaan yang sama dilakukan untuk semua variabel ukuran partikel CaO.

#### g. Pengukuran Kadar Etanol

Pengukuran kadar bioetanol dilakukan sebelum dan setelah kontak dengan adsorben dengan memasukkan hasil etanol kedalam tabung reaksi besar. *Alcoholmeter* dimasukkan dan ditunggu hingga stabil. Selanjutnya, pembacaan konsentrasi etanol yang tertera pada *alcoholmeter* [11].

#### h. Pengukuran pH Etanol

Pengukuran pH dilakukan sebelum dan setelah kontak dengan adsorben. Pembacaan pH etanol menggunakan pH meter.

#### i. Karakterisasi Adsorben CaO

Karakterisasi adsorben CaO dilakukan analisis luas permukaan dan volume total pori menggunakan instrumen SSA dengan metode BET. Pengujian dilakukan pada variasi ukuran partikel adsorben yang memiliki peningkatan terbaik pada kadar etanol.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Pretreatment

Bahan dasar pembuatan bioetanol pada penelitian ini adalah umbi singkong karet (*Manihot glaziovii*). Proses *pretreatment* atau perlakuan awal dilakukan untuk memudahkan akses enzim dalam mengonversi pati menjadi glukosa. Pada proses ini, terdiri dari tahap pencacahan, penggilingan, pengeringan dan pengayakan 100 *mesh*.

#### b. SSF (*Simultaneous Saccharificaton dan Fermentation*)

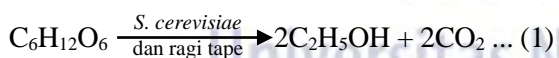
Hidrolisis bertujuan untuk mengonversi pati menjadi glukosa dengan penambahan air melalui pemecahan molekul menjadi dua bagian. Proses hidrolisis diawali dengan menimbang serbuk pati singkong karet sebanyak 50 g yang kemudian di campur dengan 500 mL aquades. pH larutan campuran diukur menggunakan pH meter dan didapatkan pH sebesar 2,80. Selanjutnya, larutan di atur pada pH antara 4-5 menggunakan  $H_2SO_4$  1N dan NaOH 1N [9]. Penambahan  $H_2SO_4$  dan NaOH tidak memberikan efek hidrolisis tetapi berfungsi sebagai katalis untuk membuat reaksi hidrolisis berjalan pada kondisi penambahan air.

Larutan tepung pati singkong karet kemudian dipanaskan dengan *hot plate* pada suhu 80-90°C sambil di aduk selama 60 menit sampai di peroleh bubur pati singkong karet dan selanjutnya didinginkan pada suhu ruang. Secara fisik bubur pati singkong karet berupa larutan kental berwarna kuning.

Bubur pati singkong karet dilanjutkan pada proses fermentasi menggunakan fermipan 5,0% pada hari 1 dan diikuti penambahan ragi tape 5,0% pada 2 hari berikutnya. Fermentasi merupakan proses konversi glukosa menjadi etanol dan karbondioksida secara biologis oleh mikroorganisme dalam keadaan anaerob. Pada penelitian ini, digunakan proses fermentasi ko-kultur ragi tape dan *Saccharomyces Cerevisiae*. Proses fermentasi dengan ko-kultur dihasilkan kadar etanol yang lebih tinggi daripada monokultur [1].

Ragi tape menghasilkan enzim amilolitik yang mampu mengkonversi glukosa menjadi etanol dan karbondioksida dalam kondisi anaerob. Glukosa yang tersisa selanjutnya dikonversi oleh enzim invertase yang terdapat pada *Saccharomyces Cerevisiae* menjadi etanol. Selain itu, *S. Cerevisiae* juga dapat menghasilkan enzim zimase yang berfungsi memecah sukrosa menjadi monosakarida [9].

Fermentasi dilakukan pada suhu ruang yaitu 30-32°C selama 3 hari. Tutup rapat gelas kimia menggunakan *plastic wrap* yang selanjutnya dimasukkan ujung selang kedalam gelas kimia dan dihubungkan kedalam wadah berisi air agar tidak terjadi kontak langsung dengan udara luar. Konversi glukosa menjadi etanol dan karbondioksida dapat dilihat pada persamaan 1.



Larutan hasil fermentasi disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan hasil fermentasi dan residu. Secara fisik residu berupa bubur berwarna kuning, dan filtrat berupa larutan berwarna kuning.

#### c. Pemurnian bioetanol

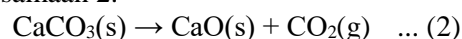
Pemurnian bioetanol pada penelitian ini menggunakan proses distilasi. Tujuan proses distilasi untuk memisahkan etanol dari campuran etanol dan air. Prinsip dasar distilasi yaitu pemisahan berdasarkan titik didih. Titik didih etanol dan air berturut-turut adalah 78°C dan 100°C. Filtrat hasil fermentasi dilakukan

proses distilasi dengan cara dimasukkan kedalam labu *rotari evaporator*. Labu penampung etanol dipasang pada evaporator dan diatur pada suhu 70°C dengan pemutaran 50 rpm. Proses distilasi dilakukan selama kurang lebih 4 jam atau hingga diperoleh distilat yang tidak menetes lagi yakni etanol berupa larutan tidak berwarna dan residu berwarna larutan kuning kecoklatan. Hasil tampakan etanol pada penelitian ini telah sesuai dengan standar SNI.

Etanol hasil distilasi di ukur volumenya dan diperoleh volume ml distilat pengulangan I-VI berturut-turut sebanyak 96, 98, 93, 95, 94, dan 93. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada volume etanol hasil distilasi pada pengulangan I hingga VI. Selanjutnya, etanol pada pengulangan I-IV di ambil secara random untuk proses lanjutan yakni peningkatan kadar pati singkong karet menggunakan adsorpsi dengan CaO. Kadar etanol pati singkong karet diukur menggunakan *alcoholmeter*. Prinsip kerja *alcoholmeter* berdasarkan prinsip Archimedes bahwa suspensi pada fluida akan didorong oleh kekuatan yang sama dengan berat fluida yang dipindahkan. Semakin rendah massa jenis etanol, *alcoholmeter* akan tenggelam lebih jauh dan memberikan skala pengukuran yang tinggi. Hal tersebut karena massa jenis etanol lebih kecil dari pada air yaitu sebesar 0,7893 g/ml. Pada penelitian ini, didapatkan kadar etanol hasil distilasi sebesar 33%. Selain itu, pH etanol hasil distilasi diamati menggunakan pH-meter dan didapatkan pH sebesar 6,80.

#### d. Penentuan kadar etanol etanol pati singkong karet pada berbagai variasi ukuran partikel CaO

Pada penelitian ini, penentuan kadar etanol pada berbagai variasi ukuran partikel CaO menggunakan prinsip penyerapan permukaan. Batu kapur dibersihkan, dikeringkan dan dihaluskan sesuai variasi ukuran yakni 60; 80; 100 dan 120 *mesh*. Tiap ukuran serbuk batu kapur diambil kemudian di kalsinasi pada suhu 900°C selama 4 jam. Reaksi kalsinasi batu kapur dapat ditunjukkan oleh persamaan 2.



Peningkatan kadar etanol pati singkong karet dapat diketahui dengan cara menginteraksikan 5 gram berbagai variasi ukuran adsorben CaO yakni 60, 80, 100 dan

120 mesh dengan 40 mL etanol hasil distilasi selama 2 jam.

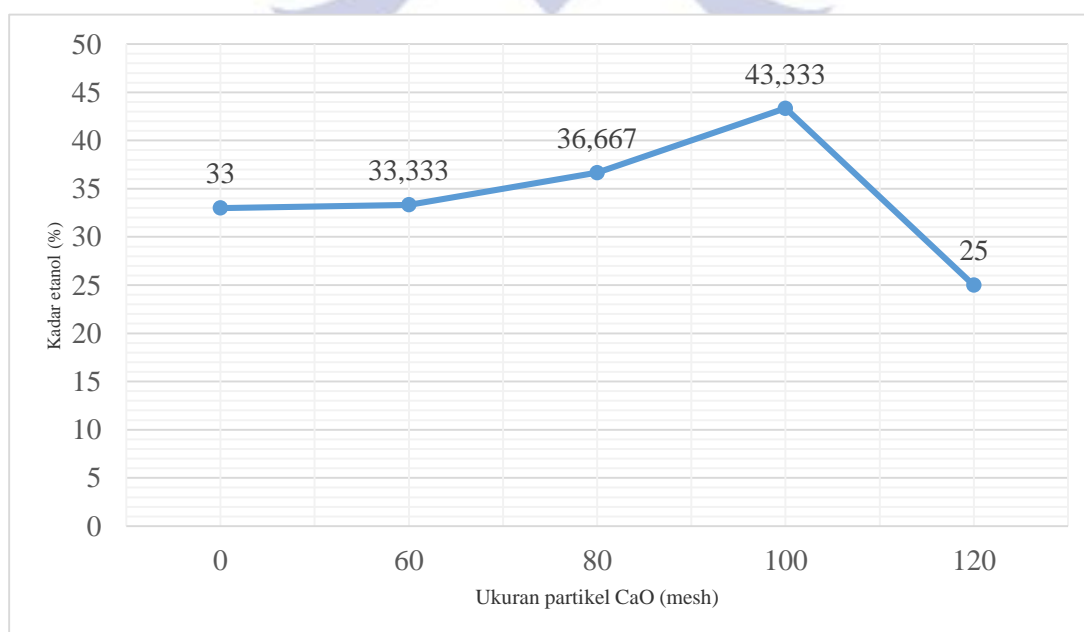


Gambar 1. Proses adsorpsi etanol

Setelah interaksi antara etanol dan adsorben telah selesai, larutan di dalam gelas didekantasi dan disaring menggunakan kertas saring. Secara fisik, diperoleh residu berupa bubuk berwarna putih dan filtrat berupa larutan tidak berwarna. Kadar etanol setelah adsorpsi diukur menggunakan *alcoholmeter*. Setelah didapatkan data kadar etanol setelah adsorpsi proses dilanjutkan dengan perhitungan kadar etanol yang sesungguhnya, sehingga didapatkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan kurva yang disajikan pada Gambar 2.

Tabel 1. Kadar etanol pati singkong karet sebelum dan setelah proses adsorpsi

Ukuran partikel CaO (mesh)	Replikasi	Kadar etanol		Rerata (%)
		Sebelum adsorpsi	Setelah adsorpsi	
0	1	33	33	33,000
	2		33	
	3		33	
60	1		35	33,333
	2		35	
	3		30	
80	1		35	36,667
	2		40	
	3		35	
100	1		45	43,333
	2		40	
	3		45	
120	1		25	25,000
	2		25	
	3		25	



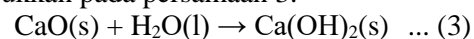
Gambar 2. Grafik kadar etanol pati singkong karet setelah adsorpsi

Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui bahwa semakin besar ukuran partikel adsorben CaO maka semakin besar peningkatan kadar etanol. Dapat dilihat bahwa serbuk CaO 100 *mesh* memiliki peningkatan tertinggi terhadap kadar etanol setelah adsorpsi yaitu 33% menjadi 43,333%. Serbuk CaO 60 *mesh* memberikan pengaruh paling kecil yaitu 33% menjadi 33,333%. Begitu juga pada serbuk CaO 80 *mesh* yang memberikan peningkatan kecil yaitu 33% menjadi 36,667%. Namun, terdapat perbedaan pada interaksi dengan serbuk CaO 120 *mesh*, yaitu terjadi penurunan kadar etanol dari 33% menjadi 25%.

Pada penelitian ini, untuk mengetahui pengaruh penambahan adsorben CaO pada kadar etanol pati singkong karet dilakukan pengujian statistik menggunakan uji *Kruskal Wallis* didapatkan nilai signifikansi pada sebesar 0,014 yang menunjukkan bahwa hasil pada penelitian ini diterima dan ada pengaruh nyata antara variabel bebas ukuran partikel serbuk CaO.

Pengujian statistik dilanjutkan dengan uji *Duncan* yang menyatakan terdapat perbedaan bermakna kadar etanol pada interaksi 100 dan 120 *mesh*, sedangkan perbedaan tidak bermakna pada 60 dan 80 *mesh*. Etanol pati singkong karet yang diinteraksikan dengan CaO 100 *mesh* memiliki pengaruh paling besar terhadap kenaikan kadar.

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian statistik diatas, menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penambahan adsorben CaO terhadap etanol hasil distilasi yakni kenaikan kadar. Hal ini sesuai dengan teori, yaitu senyawa CaO akan menjerap air yang terdapat pada campuran etanol-air membentuk Ca(OH)<sub>2</sub>. Reaksi adsorpsi air pada campuran etanol-air oleh CaO ditunjukkan pada persamaan 3.



Peningkatan kadar etanol terjadi saat berinteraksi dengan adsorben ukuran 60 *mesh* sampai 100 *mesh*, dengan peningkatan perbedaan tidak bermakna diperoleh ketika berinteraksi dengan serbuk CaO 60 *mesh* dan 80 *mesh*. Peningkatan tertinggi didapatkan saat berinteraksi dengan serbuk CaO 100 *mesh*. Namun, terjadi penurunan kadar etanol saat berinteraksi dengan adsorben ukuran 120 *mesh*. Hal ini karena semakin besar ukuran *mesh*, maka semakin kecil ukuran partikel adsorben dan semakin banyak pori yang dimiliki persatuan partikel sehingga, molekul etanol juga ikut terjerap pada permukaan CaO.

Selain itu, pH etanol setelah adsorpsi juga diamati menggunakan pH-meter dan diperoleh data pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, untuk mengetahui adanya perbedaan atau tidak pada data pH diatas, dilakukan pengujian statistik menggunakan *Wilcoxon* yang merupakan salah satu jenis uji T.

Tabel 2. pH etanol pati singkong karet sebelum dan setelah proses adsorpsi

Ukuran partikel CaO ( <i>mesh</i> )	Replikasi	pH		Rerata
		Sebelum adsorpsi	Setelah adsorpsi	
0	1		6,80	6,80
	2		6,80	
	3		6,80	
60	1		10,46	10,46
	2		10,46	
	3		10,46	
80	1		10,46	10,46
	2	6,80	10,46	
	3		10,46	
100	1		10,47	10,47
	2		10,46	
	3		10,47	
120	1		10,50	10,49
	2		10,49	
	3		10,49	

Pada Uji *Wilcoxon* didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,026 yang berarti adanya perbedaan sebelum dan setelah adsorpsi. Pengujian juga dilakukan pada semua perlakuan, dan didapatkan hasil adanya perbedaan.

Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan pH etanol pati singkong karet pada semua perlakuan setelah proses adsorpsi. pH etanol pati singkong karet sebelum adsorpsi telah sesuai dengan SNI, namun pH mengalami peningkatan setelah proses adsorpsi melebihi rentang SNI. Peningkatan pH tersebut terjadi karena terbentuknya padatan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang bersifat basa. Disisi lain, peningkatan kadar etanol pati singkong karet juga diimbangi dengan peningkatan pH. Dalam hal ini, adsorben  $\text{CaO}$  berfungsi untuk meningkatkan kadar etanol pati singkong karet, namun juga meningkatkan pH dari etanol itu sendiri.

#### e. Karakterisasi ukuran partikel $\text{CaO}$ maksimum pada peningkatan kadar etanol pati singkong karet

Karakterisasi ukuran partikel maksimum  $\text{CaO}$  yaitu 100 *mesh* pada peningkatan kadar etanol pati singkong karet dilakukan melalui serapan gas  $\text{N}_2$  menggunakan instrumen *Surface Area Analyzer (SAA)* dengan metode BET. Pada penelitian ini, diperoleh informasi mengenai luas permukaan sebesar  $306,3 \text{ m}^2/\text{g}$ , volume pori sebesar  $0,7287 \text{ cc/g}$  dan ukuran pori sebesar  $52,75 \text{ \AA}$ .

#### KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa kadar etanol pati singkong karet sebesar 33% mengalami peningkatan saat berinteraksi dengan serbuk  $\text{CaO}$  60 *mesh*, 80 *mesh*, 100 *mesh* berturut-turut sebesar 33,333%; 36,667%; 43,333% dan kadar etanol pati singkong karet mengalami penurunan saat berinteraksi dengan  $\text{CaO}$  120 *mesh* sebesar 25%. Peningkatan kadar etanol maksimum didapatkan saat berinteraksi dengan adsorben  $\text{CaO}$  100 *mesh*.

#### SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan sehingga didapatkan kadar etanol yang lebih tinggi namun tidak diimbangi dengan peningkatan pH, misalnya dengan melakukan proses destilasi kembali setelah proses adsorpsi telah selesai dilakukan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Agnesia, V. P. 2017. *Pengaruh Waktu Total Dan Jangka Waktu Pemberian Ragi Terhadap Pembuatan Bioetanol Dari Singkong Karet Dengan Metode Hidrolisis Asam Dan Fermentasi Termodifikasi*. Surakarta: Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Firdausi, N. Z., Samodra, N. B. dan Hargono. 2013. Pemanfaatan Pati Singkong Karet (*Manihot glaziovii*) Untuk Produksi Bioetanol Fuel Grade Melalui Proses Distilasi Dehidrasi Menggunakan Zeolit Alam. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, vol. 3, no. 3, 76-81.
3. Tira, H., Mara, I., Zulfitri, Z. dan Mirmanto, M. 2018. Uji sifat fisik dan kimia bioetanol dari jagung (*Zea mays L.*). *Dinamika Teknik Mesin*, vol. 8, no. 2, 77-82.
4. Villarul, T. N., Chairul dan Yenti, S. R. 2017. Pemurnian Bioetanol Hasil Fermentasi Nira Nipah Menggunakan Proses Destilasi Adsorpsi Menggunakan Adsorben  $\text{CaO}$ . *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 2.
5. Herlina, N dan Harahap, I. S. 2018. The Addition of Zeolite Adsorbents and Calcium Oxide on Purification of Bioethanol from Sugar Palm (*Arenga pinnata Merr.*). *IOP Conference Series: Earth dan Environmental Science*, 130.
6. Prasnady, A. Dan Susila, I. W. 2018. Rasio Ukuran Partikel dsan Temperatur Pemanasan Batu Kapur Untuk Meningkatkan Kadar Bioethanol Dari Tetes Tebu. *JTM*, vol. 06, no. 02, 49-53.
7. Farhani, A. N. 2014. *Kombinasi Teknik Top Down Dan Bottom Up Dalam Pembuatan Nanokristalin Hidroksiapatit Dari Batu Gamping*. Bogor: Departemen Fisika IPB.
8. Hapsari, M. A. dan Pramashinta, A. 2013. Pembuatan Bioetanol dari Singkong Karet (*Manihot glaziovii*) untuk Bahan Bakar Kompor Rumah Tangga Sebagai Upaya Mempercepat Konversi Minyak Tanah Ke Bahan Bakar Nabati. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, vol. 2, no. 2, 240-245.
9. Arnata, I. W. Dan Anggraeni, A. D. 2013. Rekayasa Bioproses Produksi Bioetanol Dari Ubi Kayu dengan Teknik Ko-Kultur Ragi Tape dan *Saccharomyces Cerevisiae*. *AGROINTEK*, vol. 7, no. 1.

10. Arifwan, Erwin dan Kartika, R. 2016. Pembuatan Bioetanol dari Singkong Karet (*Manihot glaziovii muell*) dengan Hidrolisis Enzimatis dan Difermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*. *Jurnal atomik*, vol. 1, no. 1, 10-12.
11. Sari, D. P. dan Tjahjani, Siti. 2018. Pemanfaatan Kulit Durian (*Durio zibethinus*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol Menggunakan *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Surabaya. 22 September 2018.
12. Susilo, S., Sumarian, S. H. dan Nurirenia, D. F. 2017. Pemurnian Bioetanol Menggunakan Proses Distilasi dan Adsorpsi dengan Penambahan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) Pada Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Adsorben. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, vol. 5, no. 1, 19-26.

