

PENGARUH KONSENTRASI RAGI DAN DEHIDRASI ZEOLIT TERHADAP PEMBUATAN BIOETANOL SINGKONG (*MANIHOT UTILISSIMA*)

THE EFFECT OF YEAST CONCENTRATION AND ZEOLITE DEHYDRATION ON THE PRODUCTION OF CASSAVA BIOETANOL (*MANIHOT UTILISSIMA*)

Sigit Mujiarto¹, Joko Priyanto¹, Sigit Joko Purnomo¹

¹Universitas Tidar, Kota Magelang, Indonesia

email: sigitmujiarto@untidar.ac.id*, jokodwi771@gmail.com, sigitjoko@untidar.ac.id

Abstract

Received:
29 Mei 2024

Accepted:
23 Juli 2024

Published:
24 Juli 2024

*Indonesia's current energy needs are still largely based on fossil fuels, the supply of these fuels is decreasing over time. This dependence on fossil fuels is a big problem and needs an urgent solution. One step that needs to be taken is to use bioethanol made from cassava as an alternative. Indonesia, as one of the largest cassava producing countries in the world, is still unable to utilize this resource as a form of renewable energy. In this research, bioethanol was produced using cassava as raw material (*Manihot Utilissima*). This research uses experimental methods on the influence of yeast concentration (1.5%, 2%, 2.5%) and the zeolite dehydration process in making cassava bioethanol to determine the characteristics of bioethanol. From the research results, it was found that the best bioethanol characteristics were the 2.5% yeast variation with a water content value of 84%, a density value of 0.8136 g/ml, and a viscosity value of 0.07973 dPa.s. This result has a value similar to pertalite fuel but the water content and density are still higher. It is hoped that in the future it will become a database for further bioethanol fuel research.*

Keywords: Bioethanol, Cassava, Yeast, Zeolite Dehydration

Abstrak

Kebutuhan energi Indonesia saat ini sebagian besar masih bertumpu pada bahan bakar fosil, persediaan bahan bakar tersebut semakin berkurang seiring berjalannya waktu. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil ini menjadi masalah besar dan perlu solusi yang mendesak. Salah satu langkah yang perlu diambil adalah memanfaatkan bioetanol berbahan dasar singkong sebagai alternatif penggantinya. Indonesia sebagai salah satu negara penghasil singkong terbanyak didunia, masih belum bisa memanfaatkan sumber daya tersebut sebagai salah satu energi terbarukan. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan bioetanol dengan bahan baku singkong (*Manihot Utilissima*). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen pengaruh konsentrasi ragi (1,5%, 2%, 2,5%) dan proses dehidrasi zeolite dalam pembuatan bioetanol singkong untuk mengetahui karakteristik bioetanol. Dari hasil penelitian didapatkan karakteristik bioetanol terbaik pada variasi ragi 2,5% dengan nilai kadar air sebesar 84%, nilai densitas sebesar 0,8136 g/ml, dan nilai Viskositas sebesar 0,07973 dPa.s. Hasil ini mempunyai nilai mirip bahan bakar pertalite namun kadar air dan densitasnya masih lebih tinggi. Diharapkan kedepannya menjadi database untuk penelitian bahan bakar bioethanol berikutnya.

Kata Kunci : Bioetanol, Singkong, Ragi, Dehidrasi Zeolit

DOI: 10.20527/jtamrotary.v7i1.216

How to cite: Mujiarto, S., Priyanto, J., & Purnomo, S. J., "Pengaruh Konsentrasi Ragi Dan Dehidrasi Zeolit Terhadap Pembuatan Bioetanol Singkong (*Manihot Utilissima*)". *JTAM ROTARY*, 6(2), 171-182, 2024.

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi Indonesia saat ini Sebagian besar masih bertumpu pada bahan bakar fosil. Kebutuhan energi nasional ditopang minyak bumi berkisar 51,66%, gas alam 28,57%, dan batu bara 15,34%, persediaan bahan bakar tersebut semakin berkurang seiring berjalannya waktu. Cadangan minyak bumi akan habis sekitar 12 tahun lagi, gas hanya tinggal 30 tahun dan batu bara masih bisa dimanfaatkan hingga 70 tahun ke depan. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil ini menjadi masalah besar dan perlu solusi yang mendesak. Salah satu langkah yang perlu diambil adalah memanfaatkan bioetanol sebagai alternatif penggantinya (Huda, 2017).

Dalam rangka mewujudkan ketahanan energi dan pelaksanaan energi bersih melalui penggunaan bahan bakar nabati (biofuel), pemerintah mengeluarkan Peraturan Presiden No. 40 Tahun 2023 tentang percepatan swasembada gula nasional dan penyediaan bioetanol sebagai bahan bakar nabati/biofuel (Presiden Republik Indonesia, 2023). Semakin hari jumlah kendaraan bermotor baik mobil maupun motor yang ada di Indonesia semakin banyak. Tentu saja hal tersebut akan mempengaruhi kebutuhan bahan bakarnya (terutama bahan bakar bensin) juga karena kendaraan bermotor pasti membutuhkan bahan bakar. Sedangkan seperti yang kita ketahui sekarang jumlah produksi minyak mentah kita semakin tahun jumlahnya semakin menurun. Untuk itu, diperlukan sumber bahan bakar alternatif untuk mengurangi kecenderungan pemakaian bahan bakar minyak (Huda, 2017). Untuk itu bahan bakar berbasis nabati diharapkan dapat mengurangi terjadinya kelangkaan BBM, sehingga kebutuhan akan bahan bakar dapat terpenuhi. Bahan bakar berbasis nabati atau biasa disebut bioetanol juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan, sehingga lebih ramah lingkungan (Fajariah *et al.*, 2020).

Singkong berasal dari Benua Amerika Selatan, tepatnya di negara Brazil. Setelah itu tanaman ini tersebar di penjuru dunia mulai dari Afrika dan masuk ke Indonesia pada abad ke 18. Butuh waktu lama singkong menyebar ke daerah lain, terutama ke pulau Jawa. Diperkirakan singkong pertama kali diperkenalkan di Jawa Timur pada 1852 (Utama and Rukismono, 2018). Indonesia sebagai negara penghasil ubi kayu atau singkong. Tanaman singkong terbanyak keempat di dunia setelah Nigeria, Thailand dan Brazil. Jumlah yang dihasilkan per tahun oleh Nigeria yaitu berkisar 57 juta ton. Diikuti oleh Thailand dengan kisaran 30 juta ton, lalu Brazil dengan kisaran 23 juta ton. Indonesia memproduksi ubi kayu sekitar 20-21 juta ton singkong. Meskipun dalam tiga tahun terakhir ini Indonesia berada di posisi ke empat terbanyak penghasil singkong akan tetapi pemanfaatan singkong sebagai salah satu bahan baku pembuatan bioetanol masih belum maksimal (Wahyurini & Sugandini, 2021).

Bioetanol mempunyai berbagai keunggulan yang bersumber pada hayati dalam bentuk jagung, ubi jalar, biji durian, kelapa dan komposisi lain yang didalamnya terdapat gula sederhana, amilum serta selulosa. Bioetanol bisa dibentuk menggunakan amilum yang dapat terpecah menjadi gula melalui pemberian kalor, didorong adanya katalis serta mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*. Berikutnya glukosa didiamkan sehingga berubah etanol (Coniwanti *et al.*, 2016). Pada penelitian sebelumnya, lama waktu fermentasi menunjukkan penurunan kadar etanol. Berdasarkan data hasil penelitian, kadar etanol tertinggi didapatkan pada fermentasi hari ke-3 untuk konsentrasi 3% sebesar 29,0497 %, dan terendah pada fermentasi hari ke-6 untuk konsentrasi 5% sebesar 1,7297 (Miskah *et al.*, 2016). Pada penambahan ragi sebesar 0,0624 g menghasilkan kadar alkohol sebesar 13,54 % dan turun menjadi 12,4325 %. Pada penambahan ragi sebanyak 0,1248 g pada penambahan ragi selanjutnya hasilnya tetap. Sedangkan pada penambahan ragi sebanyak 0,0936 g, 0,1248 g dan 0,1560 g, kadar etanol yang dihasilkan semakin turun (Retno & Nuri, 2011). Bioetanol dapat diperoleh dari tetes tebu (*molasses*) dengan proses

pengenceran tebu, penambahan urea dan NPK, penambahan ragi, fermentasi, distilasi dan dehidrasi. Bioetanol memiliki angka oktan atau RON (*Research Octane Number*) yang lebih tinggi dibandingkan dengan bensin, sehingga pembakaran lebih sempurna yang berdampak pada semakin meningkatnya daya yang dihasilkan oleh engine. Pada penelitian ini nilai oktan yang didapatkan tiap masing-masing pengujian adalah 114, 115, 116, dan 117 (Purba & Saragi, 2021). Berdasarkan jumlah produksi singkong yang melimpah tersebut, saat ini pemanfaatan singkong di Indonesia hanya sebatas untuk konsumsi makanan dan ekspor keluar negeri. Sedangkan pemanfaatan singkong sebagai salah satu bahan bakar alternatif belum banyak dikembangkan secara maksimal (Fajariah et al., 2020). Serta beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan terkait pemanfaatan singkong sebagai bahan bakar alternatif, maka penelitian ini akan dilakukan percobaan pengaruh konsentrasi ragi dan dehidrasi zeolite terhadap pembuatan bioetanol singkong (*manihot utilisima*), untuk mendapatkan bioetanol dengan kadar 99,6% dan diuji komposisi untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

Bioetanol

Bahan bakar etanol adalah etanol (etil alkohol) dengan jenis yang sama dengan yang ditemukan pada minuman beralkohol dengan penggunaan sebagai bahan bakar. Etanol sering kali dijadikan bahan tambahan bensin sehingga menjadi biofuel. Bioetanol adalah komponen yang mempunyai berbagai keunggulan yang bersumber pada hayati dalam bentuk jagung, ubi jalar, biji durian, kelapa dan komposisi lain yang didalamnya terdapat gula sederhana, amilum serta selulosa. Bioetanol dapat dibentuk menggunakan amilum C_2H_5OH yang dapat terpecah menjadi gula melalui pemberian kalor, didorong adanya katalis serta mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*. Berikutnya glukosa dididamkan sehingga berubah menjadi etanol. Bertambahnya transportasi yang ada serta kegiatan industri menyebabkan kenaikan pemakaian bahan bakar minyak (BBM). Maka, dibutuhkan sumber energi pengganti yang baru guna menurunkan pemakaian energi yang bersumber dari fosil. Dan salah satu alternatif untuk menggantikan bahan bakar minyak yakni bioetanol (Coniwanti et al., 2016).

Hidrolisis

Hidrolisis merupakan reaksi kimia yang memecah molekul menjadi dua bagian dengan penambahan molekul air (H_2O), dengan tujuan untuk mengkonversi polisakarida menjadi monomer-monomer sederhana. Kandungan karbohidrat berupa tepung atau pati pada bahan baku singkong dikonversi menjadi gula kompleks melalui proses pemanasan/pemasakan pada suhu 90 derajat celcius selama 30 menit (Proses hidrolisis), ditunjukkan pada gambar 2.5 (Huda, 2017). Pada proses ini tepung akan mengalami gelatinasi (mengental seperti Jelly).

Fermentasi

Fermentasi merupakan proses perubahan glukosa menjadi bioetanol dengan bantuan mikroorganisme. Reaksi pada fermentasi dipengaruhi oleh jenis gula yang digunakan. Proses fermentasi akan merubah glukosa ($C_6H_{12}O_6$) sehingga menghasilkan etanol ($2C_2H_5OH$). Ragi membantu proses fermentasi, dan digunakan pada produksi makanan. Pada tahap ini, tepung telah berubah menjadi gula sederhana (glukosa dan sebagian fruktosa) dengan kadar gula berkisar antara 5 hingga 12 %. Tahapan selanjutnya proses pendinginan sampai suhu $\pm 37^\circ C$, kemudian ditambahkan pupuk urea(ZA) sebanyak 0.14% dan pupuk NPK 0.02% (dari jumlah total bahan baku) sebagai bahan tambahan penyubur pertumbuhan sel ragi (Huda, 2017). Proses pencampuran suspensi ragi 0.065% (dari

jumlah total bahan baku) pada cairan bahan baku yang sudah dihidrolisis dan mendingkannya dalam wadah tertutup pada kisaran suhu optimum 27 - 32°C selama 6x24 jam (fermentasi secara anaerob) (Huda, 2017).

Destilasi

Destilasi atau lebih umum dikenal dengan istilah penyulingan dilakukan untuk memisahkan alkohol dalam cairan beer hasil fermentasi. Dalam proses destilasi pada suhu 78°C (setara dengan titik didih alkohol) etanol akan menguap lebih dulu ketimbang air yang bertitik didih 95°C. Uap etanol didalam destillator akan dialirkan kebagian kondensator sehingga terkondensasi menjadi cairan etanol (Huda, 2017).

Dehidrasi

Dehidrasi adalah suatu proses peningkatan kadar etanol melalui penggunaan hidrat (zeolit) yang mempunyai kemampuan untuk menyerap air yang terkandung bioetanol dalam proses tertutup. Proses dehidrasi dengan menggunakan zeolite dapat membantu proses pemurnian bioetanol dengan meningkatkan kadar etanol. Pada kasus dehidrasi bioetanol, luas permukaan dan volume pori berpengaruh terhadap kemampuan adsorpsi zeolit terhadap molekul-molekul air yang terkandung dalam campuran etanol-air (Lay et al., 2018).

Ragi

Ragi tape merupakan populasi campuran yang terdiri dari spesies-spesies genus *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Hanssenulla*, dan bakteri *acetobacter*. Ragi tape digunakan untuk pembuatan produk fermentasi seperti misal tape ketan dan tape singkong, ragi tape berasal dari tepung beras yang dicampurkan dengan bahan-bahan lain sehingga dapat membantu dalam proses fermentasi. Di dalam ragi ini terdapat mikroorganisme yang dapat mengubah karbohidrat (pati) menjadi gula sederhana (glukosa) yang selanjutnya diubah lagi menjadi etanol (Oktaviana et al., 2015).

Zeolit

Zeolit terbagi menjadi dua, pertama yaitu zeolit yang berasal dari alam selanjutnya disebut zeolit alam, kedua adalah zeolit buatan yaitu zeolit yang dibuat oleh manusia. Zeolit alam ditemukan dalam bentuk sedimentasi yang terjadi akibat proses alterasi debu-debu vulkanik oleh air. Pada kenyataannya sedimentasi zeolit berlangsung secara berkesinambungan pada dasar lautan. Dari studi kelautan diketahui bahwa zeolit tipe Philipsit adalah mineral yang terbanyak di alam. Zeolit buatan dibuat dengan cara meniru proses hidrotermal yang terjadi pada mineral zeolit alam (Marsidi, 2001).

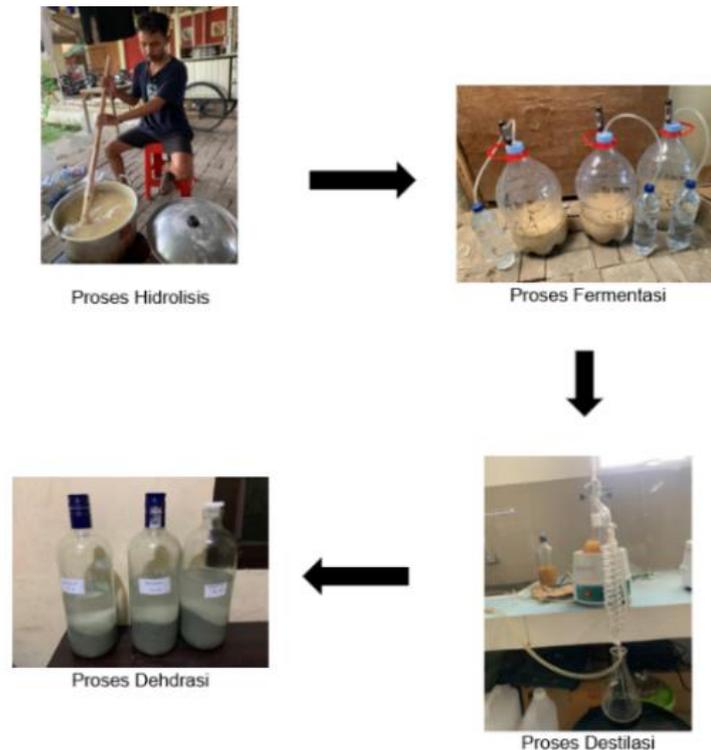
Singkong

Singkong (*Manihot utilissima*) yang juga dikenal dengan nama Ketela Pohon atau Ubi Kayu adalah pohon tahunan tropika dan subtropika dari keluarga Euphorbiaceae. Kandungan kimia dan zat gizi pada singkong adalah karbohidrat, lemak, protein, serat makanan, vitamin (B1, C), mineral (Fe, F, Ca), dan zat non gizi, air. Selain itu, umbi singkong mengandung senyawa non gizi tannin (Soehardi, S., 2004).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen pengaruh konsentrasi ragi dan proses dehidrasi zeolite dalam pembuatan bioetanol singkong untuk mengetahui karakteristik bioetanol dengan variasi masa ragi dan penambahan proses

dehidrasi zeolit yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif. Berikut merupakan urutan proses pembuatan bioetanol, yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Proses Pembuatan Bioetanol

Adapun peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu: Parutan, kompor dan gas, panci, termometer, pH meter, alat ukur waktu, timbangan digital, fermentor, alat suntik (sprit), destilator, labu erlenmeyer, gelas beaker, oven, nampan, dehidrator, viskometer, piknometer, gelas ukur, corong kaca, timbangan analitik, dan alkoholmeter. Sedangkan untuk bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu singkong, enzim α -amylase & glukoamilase, ragi tape, pupuk NPK, urea dan zeolit, aquades, NaOH. Tahapan Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu tahap pembuatan bioetanol yang meliputi proses hidrolisis, proses fermentasi, proses destilasi, dan proses dehidrasi. Kemudian pengujian bioetanol yang meliputi pengujian kadar air, uji densitas, dan uji viskositas. Yang terakhir menganalisa karakteristik bioetanol apakah hasilnya sudah sesuai standar sebagai bahan bakar atau belum. Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Terpadu, Universitas Tidar untuk proses pembuatan dan Pengujian densitas dan kadar air. Sedangkan pengujian viskositas dilakukan di Laboratorium Energi dan Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Noverber.

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah komponen yang memberi dampak sebuah gejala, pada pengamatan ini variabel bebasnya yakni pemakaian variasi ragi sebanyak 1.5%, 2% dan 2.5% dari jumlah total cairan fermentasi yang didapatkan dari bahan baku singkong 5,2 liter dan dehidrasi menggunakan zeolite yang teraktivasi terhadap bioetanol yang dihasilkan.

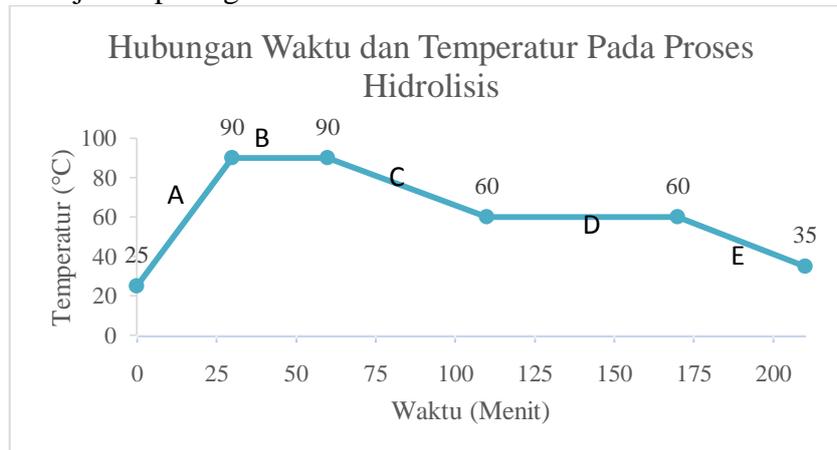
2. Variabel terikat

Variabel terikat yakni komponen yang didampaki sebuah gejala, pada pengamatan ini yakni nilai kadar air, nilai densitas dan nilai viskositas bioetanol yang dihasilkan pada setiap variasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hidrolisis

Berikut merupakan grafik hubungan waktu dan temperatur pada proses hidrolisis, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



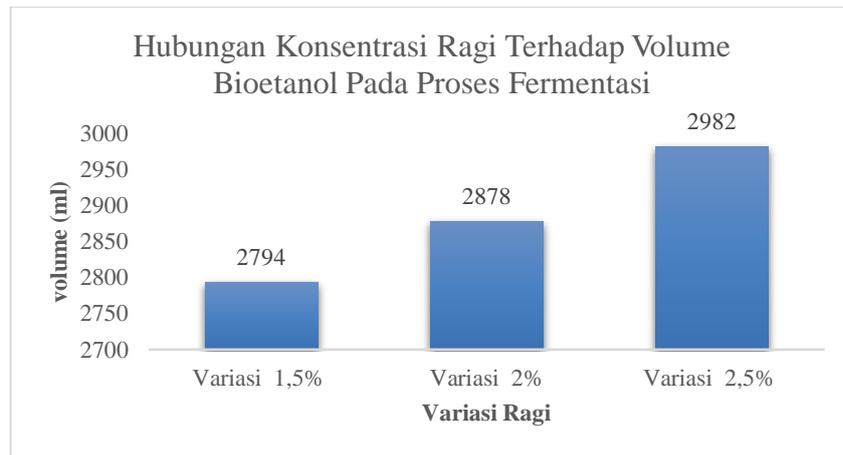
Gambar 2. Hubungan Waktu dan Temperatur Pada Proses Hidrolisis

Berdasarkan pada proses hidrolisis ini total cairan yang digunakan sebanyak 16 liter yang kemudian dipanaskan menggunakan panci dan kompor sampai suhu 90°C dengan waktu 30 menit. Setelah cairan berubah mengental kemudian tambahkan *enzim alfa-amylase* sebanyak 0,03 g pada suhu 90°C dengan waktu 30 menit. Pada proses ini cairan yang sebelumnya mengental berubah kembali kedalam bentuk cair karena adanya penambahan enzim yang membantu konversi pati menjadi gula kompleks (*liquifikasi*), selanjutnya atur suhu menjadi 60°C dan tambahkan *enzim glukoamylase* sebanyak 0,1%. Proses ini berlangsung selama 60 menit, proses ini merupakan konversi gula kompleks menjadi gula sederhana (*sakarifikasi*). Setelah proses sakarifikasi selesai, selanjutnya mendinginkan cairan hidrolisis sampai suhu 35°C untuk selanjutnya dapat dipindahkan kedalam *fermentor* untuk proses fermentasi. Hasil akhir cairan yang didapatkan pada proses hidrolisis sebanyak 15,6 liter.

Berdasarkan analisis hasil proses hidrolisis pengaruh penggunaan enzim untuk proses *liquifikasi* dan *sakarifikasi* diketahui dapat membantu meningkatkan konversi pati menjadi gula secara signifikan, hal ini dilakukan karena pada proses fermentasi bioetanol dibutuhkan kandungan gula yang banyak untuk selanjutnya diubah menjadi bioetanol. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh (Nugraheni et al., 2013) bahwa pada proses hidrolisis, penambahan volume enzim alfa-amylase dan glukoamylase berpengaruh terhadap kadar glukosa yang dihasilkan. Dari 16 liter saripati singkong yang dihidrolisis didapatkan 15,6 liter cairan hidrolisis yang siap untuk proses fermentasi.

Fermentasi

Pada proses fermentasi hasil cairan hidrolisis sebanyak 15,6 liter dibagi menjadi 3 bagian dengan masing-masing sebanyak 5,2 liter untuk dimasukkan ke dalam *fermentor*. Kemudian menambahkan ragi tape dengan variasi yang berbeda yaitu 78 g, 104 g, dan 130 g, penentuan jumlah ragi pada proses ini didapatkan dari perhitungan 1,5 % dari 5,2 liter yaitu 78 g, 2% dari 5,2 liter yaitu 104 g dan 2,5 % dari 5,2 liter sebanyak 130 g. Selanjutnya tambahkan pupuk NPK sebanyak 12 g dan Urea sebanyak 24 g. Proses fermentasi yang berjalan selama enam hari ini dilakukan secara *anaerob* (tanpa udara). Berikut merupakan grafik hubungan konsentrasi ragi terhadap volume bioetanol pada proses fermentasi, yang ditunjukkan pada gambar 3.



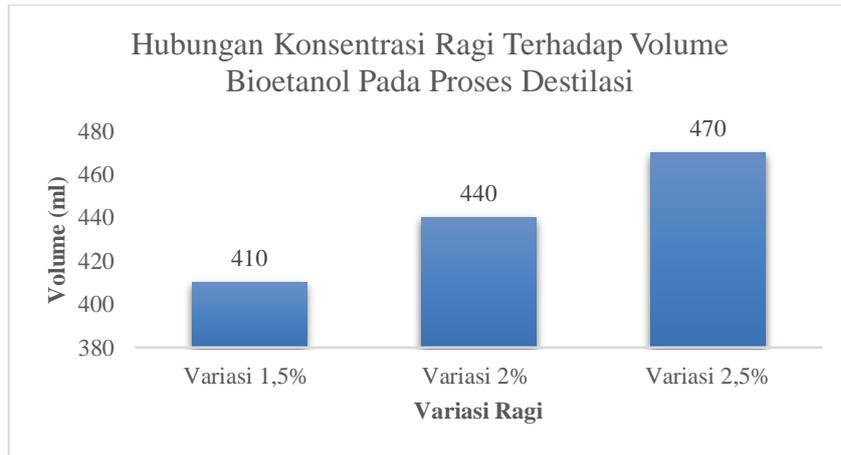
Gambar 3. Hubungan Konsentrasi Ragi Terhadap Volume Bioetanol Pada Proses Fermentasi

Setelah proses fermentasi selama enam hari menghasilkan cairan sebanyak 2794 ml untuk sampel 1, 2878 ml untuk sampel 2 dan 2964 ml untuk sampel 3, sedangkan endapan yang didapat sebanyak 2200 g untuk sampel 1, endapan 2100 g untuk sampel 2 dan endapan 2000 g untuk sampel 3. Yang selanjutnya cairan hasil fermentasi didestilasi untuk memisahkan bioetanol dan air yang ada.

Berdasarkan analisis hasil proses fermentasi pengaruh suhu dapat mempengaruhi proses konversi glukosa menjadi bioetanol, hal ini dikarenakan suhu 30°C merupakan suhu optimal membantu mikroorganisme bekerja. Sehingga pada saat suhu tidak dalam keadaan suhu optimal terjadi perlambatan konversi gula menjadi bioetanol. Hasil cairan proses fermentasi juga mengalami perbedaan pada volume cairan dan endapan yang dihasilkan dimana volume cairan terbanyak didapatkan pada variasi 2,5% ragi dan volume cairan paling sedikit didapatkan pada variasi 1,5%. Sebaliknya jumlah endapan paling banyak dihasilkan oleh variasi 1,5% ragi dan endapan paling sedikit didapatkan oleh variasi 2,5% ragi.

Destilasi

Pada proses destilasi ini cairan yang didapat dari proses fermentasi didestilasi menggunakan destilator untuk memisahkan bioetanol dan air pada suhu 78°C yang merupakan titik didih bioetanol. Pada proses ini, labu didih ukuran 500 ml yang merupakan wadah cairan fermentasi dipanaskan sampai suhu 78°C, pada proses ini bioetanol menguap kemudian mengalir kedalam kondensor untuk selanjutnya dikembalikan lagi kedalam bentuk cair dan mengalir kedalam wadah penampung. Berikut merupakan grafik hubungan konsentrasi ragi terhadap volume bioetanol pada proses destilasi, yang ditunjukkan pada gambar 4.

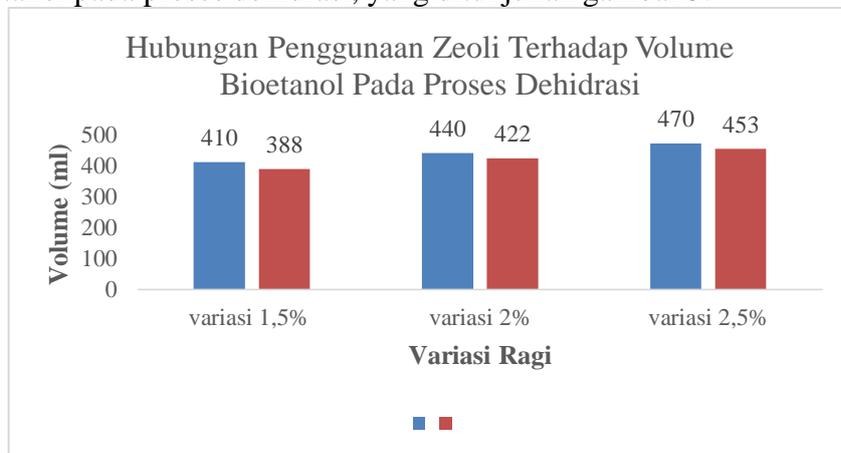


Gambar 4. Hubungan Ragi Terhadap Volume Bioetanol Pada Proses Destilasi

Berdasarkan proses destilasi untuk setiap sampel memerlukan proses 6 kali destilasi tahap pertama dan 2 kali destilasi tahap kedua. Proses destilasi berakhir pada saat tetesan bioetanol yang keluar sudah melambat dan berhenti tidak menetes. Pada proses destilasi ini hasil bioetanol yang didapatkan masing-masing sebanyak 410 ml pada variasi 1,5% ragi, 440 ml pada variasi 2% ragi, dan 470 ml pada variasi 2,5% ragi. Hal ini membuktikan bahwa semakin banyak ragi yang diberikan maka semakin banyak etanol yang terbentuk, karena fungsi utama ragi adalah mengubah gula menjadi etanol dan karbon dioksida (Firdausi et al., 2013).

Dehidrasi

Pada proses dehidrasi variasi ragi 1,5% yang menghasilkan bioetanol sebanyak 410 ml membutuhkan 205 g zeolit, sedangkan pada variasi 2% ragi dengan hasil bioetanol sebanyak 440 ml membutuhkan 220 g zeolit, dan pada variasi 2,5% ragi dengan hasil bioetanol sebanyak 470 ml membutuhkan 235 g zeolit untuk proses dehidrasi. Setelah proses dehidrasi selesai bioetanol yang dihasilkan sebanyak 388 ml untuk variasi ragi 1,5%, 422 ml pada variasi ragi 2%, dan 453 ml pada variasi ragi 2,5% ragi yang kemudian dipindahkan pada wadah penampung untuk selanjutnya diuji nilai kadar air, nilai densitas dan nilai viskositas. Berikut merupakan grafik hubungan penggunaan zeolit terhadap volume bioetanol pada proses dehidrasi, yang ditunjukkan gambar 5.

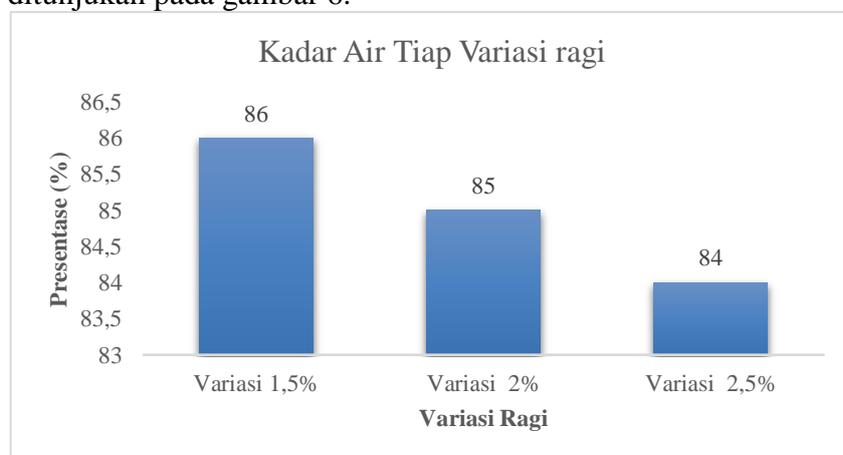


Gambar 5. Hubungan Penggunaan Zeolit Terhadap Volume Bioetanol Pada Proses Dehidrasi

Berdasarkan analisis hasil proses dehidrasi setiap sampel mengalami penurunan volume bioetanol dari sebelum dan sesudah didehidrasikan. Didapatkan dari 410 ml pada sampel satu yang didehidrasikan menghasilkan sebanyak 388 ml, kemudian dari 440 ml pada sampel dua dihasilkan sebanyak 422 ml. Dan dari 470 ml pada sampel tiga dihasilkan sebanyak 453 ml. Hal ini disebabkan karena terjadinya proses penyerapan kandungan air yang ada di dalam bioetanol oleh batuan zeolit yang sudah diaktivasi sebelumnya. Aktivasi yang dilakukan pada zeolit sendiri bertujuan untuk membersihkan pori-pori zeolit dan memperlebar diameter pori-pori zeolit guna meningkatkan fungsinya sebagai media penyerap. Pada proses dehidrasi dilakukan dengan waktu 240 menit atau selama 4 jam, yang bertujuan memaksimalkan fungsi zeolit pada saat proses dehidrasi berlangsung. Hal tersebut disebabkan zeolit merupakan adsorben yang berpori. Selain itu, molekul air memiliki ukuran partikel sebesar $2,8 \text{ \AA}$, partikel etanol berukuran $4,4 \text{ \AA}$, sedangkan ukuran pori zeolit adalah 3 \AA , sehingga yang akan terjerap oleh adsorben zeolit adalah molekul air, karena memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan ukuran pori zeolit. Sedangkan etanol akan sulit terjerap oleh adsorben zeolit, karena memiliki ukuran partikel yang lebih besar dibandingkan ukuran pori zeolit (Firdausi et al., 2013).

Kadar Air

Berdasarkan hasil analisis nilai kadar air yang telah dilakukan didapatkan nilai kadar air terendah pada variasi 2,5% ragi yaitu sebesar 84%, diikuti nilai kadar air pada variasi 2% ragi yaitu sebesar 85%, dan yang tertinggi pada variasi 1,5% ragi sebesar 86%. Hal ini disebabkan pada variasi 1,5 % ragi pada proses produksi bioetanol masih belum maksimal untuk mengkonversi gula menjadi etanol sehingga menghasilkan kadar air yang lebih tinggi daripada kadar etanol yang dihasilkan. Kadar air yang didapatkan masih belum baik jika dibandingkan dengan kadar air maksimum yang ada pada bahan bakar pertalite yaitu sebesar 0,005%. Hal ini dikarenakan sifat air yang tidak baik jika tercampur dengan bahan bakar karena dapat menyebabkan korosif pada mesin kendaraan, dan juga tingkat pembakaran menjadi tidak sempurna. Selain itu kandungan air yang terdapat dalam bahan bakar sangat dihindari karena dapat mengurangi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran (Dwipayana, 2017). Berikut merupakan grafik kadar air tiap variasi ragi, seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.

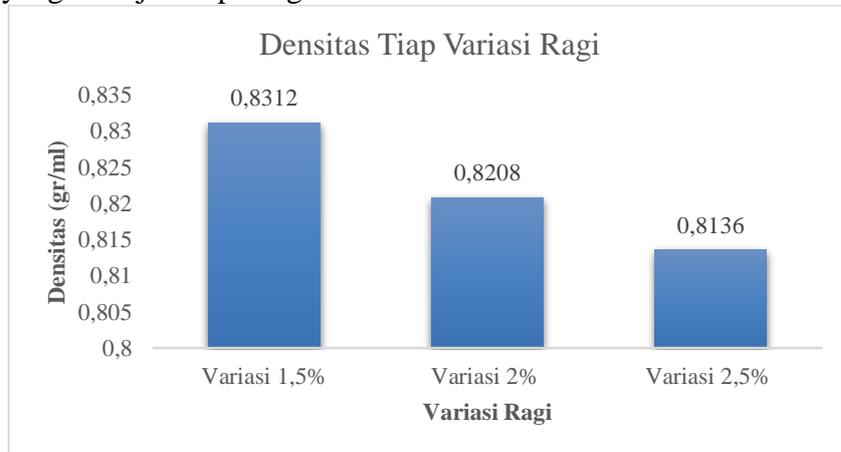


Gambar 6. Kadar Air Tiap Variasi Ragi

Densitas

Berdasarkan analisis nilai densitas yang telah dilakukan didapatkan nilai densitas terendah dihasilkan oleh variasi ragi 2,5% dengan nilai 0,8136 g/ml, kemudian diikuti variasi ragi 2% dengan nilai 0,8208 g/ml dan nilai densitas tertinggi dihasilkan oleh variasi

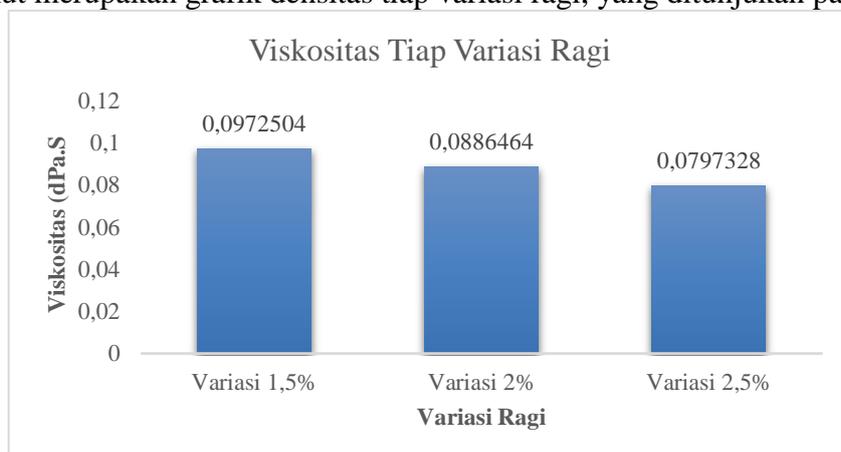
ragi 1,5% dengan nilai 0,8312 g/ml. Hal tersebut dikarenakan pada variasi 2,5% ragi kadar etanol yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan pada variasi 2% ragi dan 1,5% ragi. Sehingga nilai densitasnya akan semakin kecil dibandingkan dengan pada variasi yang menghasilkan kadar air rendah. Hal tersebut dibuktikan pada penelitian (Nasrun et al., 2017) yang menyatakan semakin banyak jumlah ragi yang diberikan dan semakin lama waktu fermentasi maka densitas bioetanol yang diperoleh juga semakin besar. Akan tetapi nilai densitas yang dihasilkan dari ketiga variasi masih lebih tinggi nilainya dengan nilai densitas maksimum pertalite sebesar 0,77 g/ml. Berikut merupakan grafik densitas tiap variasi ragi, yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Densitas Tiap Variasi Ragi

Viskositas

Berdasarkan analisis nilai viskositas yang telah dilakukan didapatkan nilai viskositas terendah pada variasi ragi 2,5% dengan nilai 0,0797328 dPa.S, kemudian diikuti oleh variasi ragi 2% dengan nilai 0,0886464 dPa.S dan nilai viskositas tertinggi diperoleh variasi 1,5% dengan nilai 0,0972504 dPa.S. Hal ini disebabkan pada variasi 2,5% ragi menghasilkan kadar bioetanol yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi 2% ragi dan 1,5% ragi, sehingga viskositas bioetanol akan semakin rendah jika kadar etanol yang dihasilkan semakin tinggi. Hal tersebut juga menunjukkan nilai viskositas yang didapatkan masih lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai maksimum viskositas pertalite sebesar 0,2 dPa.S, dan sudah bisa dikatakan memenuhi syarat nilai viskositas untuk bahan bakar. Berikut merupakan grafik densitas tiap variasi ragi, yang ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Viskositas Tiap Variasi Ragi

Perbandingan Bioetanol Singkong Dengan Peralite

Berikut merupakan tabel data perbandingan karakteristik bioetanol singkong dengan pentalite yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Perbandingan Karakteristik Bioetanol Singkong Dengan Pentalite

| No | Karakteristik | Var Ragi 1,5% | Var Ragi 2% | Var Ragi 2,5% | Pentalite |
|----|--------------------|---------------|-------------|---------------|--------------|
| 1. | Kadar Air (%) | 86 | 85 | 84 | 0,05 |
| 2. | Densitas (g/ml) | 0,8312 | 0,8208 | 0,8136 | 0,770 |
| 3. | Viskositas (dPa.s) | 0,0972504 | 0,0886464 | 0,0797328 | 0,065 – 0,20 |

Berdasarkan tabel 8 menunjukkan nilai kadar air terbaik yang dihasilkan dari bioetanol sebesar 84%, akan tetapi nilai ini masih lebih tinggi dibandingkan kadar air maksimum pentalite sebesar 0,05%, kemudian nilai densitas terbaik bioetanol singkong sebesar 0,8136 g/ml, akan tetapi nilainya masih lebih tinggi dibandingkan dengan densitas pentalite sebesar 0,77 g/ml, nilai viskositas terbaik bioetanol singkong sebesar 0,07973 dPa.s, nilai tersebut sudah memenuhi syarat viskositas bahan bakar karena nilainya masih lebih kecil dari syarat maksimum viskositas pentalite yaitu 0,20 dPa.s.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari proses penelitian yang sudah dilakukan pengaruh konsentrasi ragi pada proses fermentasi membuktikan bahwa perbedaan variasi ragi menyebabkan perbedaan volume cairan yang dihasilkan. Hal tersebut dapat dilihat dari cairan fermentasi yang didapat pada variasi 2,5% mendapatkan hasil cairan fermentasi sebanyak 2965 ml. Pada variasi ragi 2% mendapatkan hasil cairan fermentasi sebanyak 2878 ml, dan pada variasi ragi 1,5% mendapatkan hasil cairan fermentasi sebanyak 2794 ml. Hal ini disebabkan semakin banyak ragi yang digunakan pada proses fermentasi akan semakin banyak pula mikroorganisme yang bekerja mengkonversi gula menjadi bioetanol, sehingga hasilnya akan berbeda dengan jumlah ragi yang lebih sedikit.
2. Pada proses dehidrasi zeolit terjadi penurunan volume bioetanol dikarenakan kadar air yang terkandung pada bioetanol terserap oleh zeolit yang sudah teraktivasi. Penurunan yang terjadi pada variasi ragi 1,5% (78 g ragi) sebanyak 22 ml, kemudian pada variasi ragi 2% (104 g ragi) sebanyak 18 ml, dan yang terakhir pada variasi ragi 2,5% (130 g ragi) sebanyak 17 ml. Hal ini disebabkan kadar air pada variasi ragi 1,5% masih lebih tinggi sehingga penurunan volume yang terjadi lebih signifikan.
3. Perbandingan hasil bioetanol singkong dan pentalite menunjukkan nilai kadar air terbaik yang dihasilkan dari bioetanol sebesar 84%, akan tetapi nilai ini masih lebih tinggi dibandingkan kadar air maksimum pentalite sebesar 0,05%, kemudian nilai densitas terbaik bioetanol singkong sebesar 0,8136 g/ml, akan tetapi nilainya masih lebih tinggi dibandingkan dengan densitas pentalite sebesar 0,77 g/ml, nilai viskositas terbaik bioetanol singkong sebesar 0,07973 dPa.s, nilai tersebut sudah memenuhi syarat viskositas bahan bakar karena nilainya masih lebih rendah dari syarat maksimum viskositas pentalite yaitu 0,20 dPa.s.

REFERENSI

- Coniwanti, F., Siagian, F., & Prasetyo, Y. (2016). Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Dan Variasi Masa Ragi Terhadap Pembuatan Bioetanol Dari Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia*, 22(4), 45–53. <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/96>
- Dwipayana, H. (2017). Studi Analisa Pengaruh Sifat Fisik Biodiesel (Viskositas, Kadar Air Dan Angka Setana) Terhadap Proses Pembakaran Bahan Bakar Di Boiler Fire Tube.

- TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.35449/teknika.v3i1.35>
- Fajariah, Kartika, R., & Gunawan, R. (2020). Pembuatan Bioetanol Dari Buah Sukun (*Artocarpus Altilis*) Secara Fermentasi Dengan Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* dan Penambahan Ampas Tahu Sebagai Sumber Nutrisi Bagi Mikroba. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Berwawasan Lingkungan Jurusan Kimia FMIPA UNMUL*, 24–30.
- Firdausi, N. Z., Samodra, N. B., & Hargono. (2013). PEMANFAATAN PATI SINGKONG KARET (*Manihot Glaziovii*) UNTUK PROSUKSI BIOETANOL FUEL GRADE MELALUI PROSES DISTILASI-DEHIDRASI MENGGUNAKAN BATU ZEOLIT ALAM. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 2(3), 76–81.
- Huda, N. (2017). Proses Pembuatan Bioethanol. In *Kemendikbud*.
- Lay, A., Pasang, P. M., & Iqbal, T. A. (2018). Destilation-Dehidration of Bioethanol from Sugar Palm Sap and its Characteristics. *Buletin Palma*, 39(39), 197–205.
- Marsidi, R. (2001). Zeolit untuk mengurangi kesadahan air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3476-13.2014>
- Miskah, S., Istiqomah, N., & Malami, S. (2016). Pengaruh Konsentrasi Asam Pada Proses Hidrolisis Dan Waktu Fermentasi Pembuatan Bioetanol Dari Buah Sukun (*Artocarpus Altilis*). *Jurnal Teknik Kimia*, 22(3), 45–57.
- Nasrun, N., Jalaluddin, J., & Mahfuddhah, M. (2017). Pengaruh Jumlah Ragi dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Fermentasi Kulit Pepaya. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 1. <https://doi.org/10.29103/jtku.v4i2.68>
- Nugraheni, A. K., Zakaria, L. R., & Hargono. (2013). PEMBUATAN BIOETANOL GRADE BAHAN BAKAR DARI BAHAN BAKU UMBI GADUNG MELALUI PROSES FERMENTASI DAN DISTILASI-DEHIDRASI. 2(3), 163–169.
- Oktaviana, A. Y., Suherman, D., & Sulistyowati, E. (2015). Pengaruh Ragi Tape terhadap pH, Bakteri Asam Laktat dan Laktosa Yogurt. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 10(1), 22–31. <https://doi.org/10.31186/jspi.id.10.1.22-31>
- Presiden Republik Indonesia. (2023). Peraturan Presiden No 40 Tahun 2023. *Peraturan Presiden No 40 Tahun 2023*, 167440.
- Purba, J. S., & Saragi, J. F. H. (2021). Pembuatan Bioetanol Dari Tebu. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 11(2), 410–416. <https://doi.org/10.24176/simet.v11i2.5349>
- Retno, D. T., & Nuri, W. (2011). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, E11-1-E11-7.
- Utama, Y. A. K., & Rukismono, M. (2018). Singkong-man VS Gadung-man. In *Buku*. http://repository.widyakartika.ac.id/676/1/SINGKONG-MAN_VS_GADUNG-MAN.pdf
- Wahyurini, E., & Sugandini, D. (2021). Budidaya dan Aneka Olahan Singkong. In *Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UPN “Veteran” Yogyakarta*. (Issue Juli).