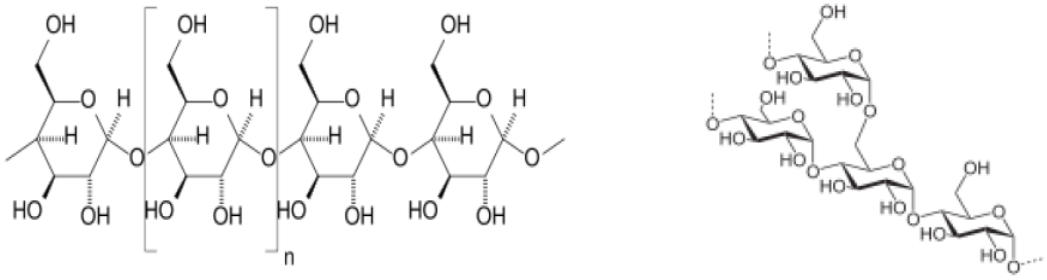
BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi Sampel dan Proses Hidrolisis

Sebelum melakukan proses hidrolisis oleh air, bahan dasar pada penelitian ini yaitu ubi karet diolah terlebih dahulu dengan membersihkan ubi karet yang telah dikupas dan dilakukan proses pengeringan menggunakan sinar matahari. Pengeringan ini dilakukan untuk menghilangkan kadar air yang terdapat di dalam ubi agar bahan dasar ini nantinya lebih tahan lama sehingga bahan ini dapat disimpan sebagai cadangan. Dikarenakan nantinya proses penyimpanan bahan dasar dalam bentuk basah akan cepat rusak akibat reaksi-reaksi kimia dan aktifitas mikroba, misalnya pembusukan oleh mikroba pengurai. Setelah kering, sampel ubi karet ini dilakukan tahapan pengecilan ukuran menjadi bentuk butiran halus yang lebih homogen menggunakan blender dan ayakan. Tujuan dari membuat ukuran sampel menjadi butiran halus ini adalah agar mudah dalam proses hidrolisis nantinya sebelum dilakukan fermentasi, serta dengan bentuk butiran halus ini akan didapat luas permukaan sampel yang lebih luas sehingga aktivitas mikroba akan menyentuh disemua sisi sampel dan hasil dari aktivitas mikroba tersebut akan semakin optimal.

Proses hidrolisis pada penelitian ini menggunakan air dimana prosesnya dilakukan secara bersamaan dengan proses gelatinasi yang terlebih dahulu dilakukan dengan cara memasak serbuk pati tersebut dengan menggunakan air dan pemanasan. Proses hidrolisis pati dalam penelitian ini melibatkan pengionan, sementara proses gelatinisasi, itu sendiri merupakan proses memecah pati singkong karet yang berbentuk granular menjadi suspensi yang viscous. Granular pati dibuat membengkak akibat peningkatan volume oleh air dan tidak dapat kembali lagi ke kondisi semula. Perubahan inilah yang disebut gelatinisasi, di mana gelatinasi ini hanya dapat dilakukan dengan adanya panas (Rahmayanti, 2010).

Proses pemecahan pati dalam penelitian ini dapat dilakukan karena di dalam pati tersusun atas dua macam karbohidrat, amilosa dan amilopektin, dalam komposisi yang berbeda-beda. Dua fraksi ini dapat dipisahkan dengan air panas, oleh sebab itu peneliti menggunakan proses pemanasan menggunakan water bath. Secara struktur amilosa pada pati mempunyai struktur lurus namun sebenarnya amilosa ini bersifat helix dan mengandung atom hidrogen dan oleh karenanya bersifat hidrofobik dan larut dalam air mengandung ikatan α-(1,4)-D-glukosa, sedangkan amilopektin memiliki banyak cabang sehingga memiliki sifat retrogradasi yaitu mampu mempertahankan sifat gel yang terbentuk dengan ikatan α-(1,6)-D-glukosa (Bastian, 2011).

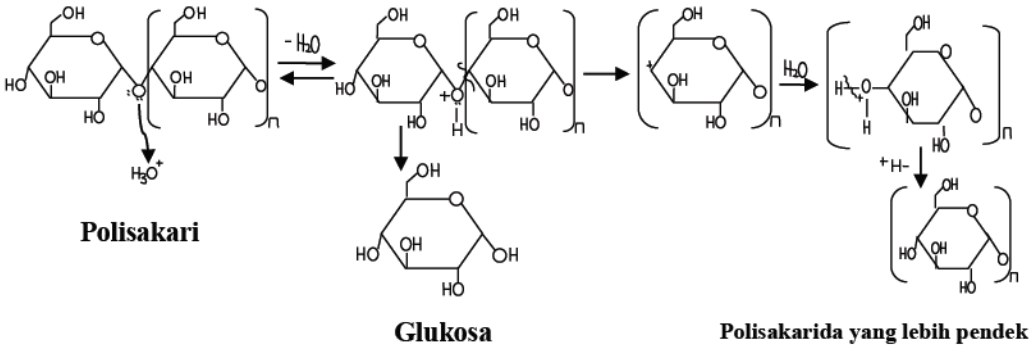


Gambar 7. Struktur Amilosa dan Amilopektin (Rahmayanti, 2010)

Amilosa dan amilopektin yang terkandung di dalam granula pati pada sampel dihubungkan dengan ikatan hidrogen. Oleh karena itu ikatan hidrogen tersebut dapat diputus dengan dilakukannya proses pemanasan. Energi panas tersebut akan memutuskan ikatan hidrogen tersebut dan menyebabkan air masuk kedalam granula pati tersebut. Air yang masuk tersebut akan membentuk ikatan hidrogen antara amilosa dan amilopektin. Meresapnya air akan menyebabkan pembengkakan pada granula pati dan granula pati tersebut akan pecah. Pecahnya granula pati ini akan menyebabkan amilosa dan amilopektin terdifusi keluar (Bastian, 2011). Keluarnya amilosa dan amilopektin ini akan memecah pati kebentuk yang lebih sederhana atau dengan adanya air dan panas akan memutuskan ikatan antar molekul oligosakarida manjadi di atau mono sakarida sehingga tujuan dari proses hidrolisis ini adalah mengubah pati kebentuk gula yang lebih sederhana. Seperti yang dikemukakan oleh Agra dkk, (1973) dalam

jurnal Retno (2011) pembuatan bioetanol dari kulit pisang mengungkapkan bahwa reaksi hidrolisis pati menggunakan air berlangsung pada reaksi berikut :

$$C_6H_{10}O_5)n + nH_2O \longrightarrow n(C_6H_{12}O_6)$$



Gambar 8. Mekanisme Reaksi Hidrolisis Karohidrat (Minarni, 2013)

Ketika proses fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dilakukan, sebenarnya juga terjadi proses hidrolisis oleh enzim alfa amilase yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* itu sendiri. Hal ini selaras dengan yang dikemukakan oleh Gupta (2003) bahwa alfa amilase dapat ditemukan dari berbagai sumber diantaranya, tumbuhan, hewan dan mikroorganisme. Salah satu jenis mikroorganisme yang mampu menghasilkan alfa amilase adalah *Saccharomyces cerevisiae.* Enzim amilase ini digunakan secara luas dalam bidang industri bioetanol, tekstil, kertas dan industri makanan (Bernfeld, 1955).

Enzim alfa amilase yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* ini merupakan enzim yang mampu mengkatalisis reaksi hidrolisis ikatan 1,4 glikosida pada amilosa secara acak dan menghasilkan campuran dekstrin, maltosa dan glukosa (Reddy, 2003). Hal ini juga selaras dengan pernyataan Sabreira (2011) di dalam jurnal Sari (2013) yang berjudul isolasi, purifikasi dan karakterisasi alfa amilase dari *Saccharomyces cerevisiae* FNCC 3012 yang mengemukakan bahwa alfa amilase tidak memberikan efek pemutusan pada ikatan alfa, 1,6 glikosida yang terdapat pada struktur amilopektin. Sehingga

dalam proses fermentasi dalam penelitian ini, juga terjadi proses hidrolisis oleh enzim alfa amilase yang dihasilkan oleh yeast itu sendiri.

4.2 Proses Fermentasi Oleh Khamir *Saccharomyces cerevisiae*

Proses fermentasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan yeast *Saccharomyces cerevisiae* secara anaerob. Penggunaan yeast *Saccharomyces cerevisiae* dikarenakan pada jenis yeast ini memiliki dua enzim yang dapat membantu proses terbentuknya etanol. Jika gula yang tersedia dalam substrat merupakan gula disakarida, maka enzim Invertase akan bekerja menghidrolisis disakarida menjadi monosakarida. Setelah itu, enzim zymase akan mengubah monosakarida tersebut menjadi alkohol dan CO_2 (Azizah, 2012).

Jenis fermentasi yang dilakukan pada perlakuan kali ini adalah fermentasi tidak spontan karena dalam proses pembuatannya sengaja ditambahkan suatu mikroorganisme dalam bentuk starter dan akan tumbuh serta berkembang biak secara aktif untuk merubah bahan yang di fermentasi menjadi produk yang diinginkan.

Peneliti menggunakan khamir *Saccharomyces cerevisiae* dalam bentuk media tepung agar menyesuaikan dengan media fermentasinya yaitu tepung pati singkong karet. Dikarenakan dengan bentuk media yang sama maka fase adaptasi dari khamir itu sendiri akan berlangsung cepat dan akan memproduksi etanol secara optimal. Proses fermentasi ini pun pada awalnya berlangsung secara aerob. Menurut (Prescott dan Dunn, 1981). Pada permulaan proses fermentasi, khamir memerlukan oksigen untuk pertumbuhannya, setelah terjadi akumulasi CO_2 dan reaksi berubah menjadi anaerob dengan reaksi

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{Saccharomyces\ cerevisiae} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

Pada proses fermentasi ini pula pH sangat berpengaruh pada pertumbuhan khamir. Disini pH awal dari substrat tepung singkong karet yang telah dilakukan proses hidrolisis pH nya adalah 6 sehingga peneliti tidak perlu melakukan perubahan pH dengan penambahan HCl atau NaOH dikarenakan khamir

Saccharomyces cerevisiae dapat tumbuh pada kondisi pH 5-6. Selanjutnya dari hasil fermentasi tersebut akan menghasilkan campuran etanol dan air serta beberapa produk sampingan lainnya seperti asam lemah. Untuk itu perlu dilakukan proses destilasi untuk menghilangkan kadar pengotor dari hasil yang diperoleh dan juga dihitung berapa kadar alkohol yang terkandung di dalam sampel hasil fermentasi tersebut.

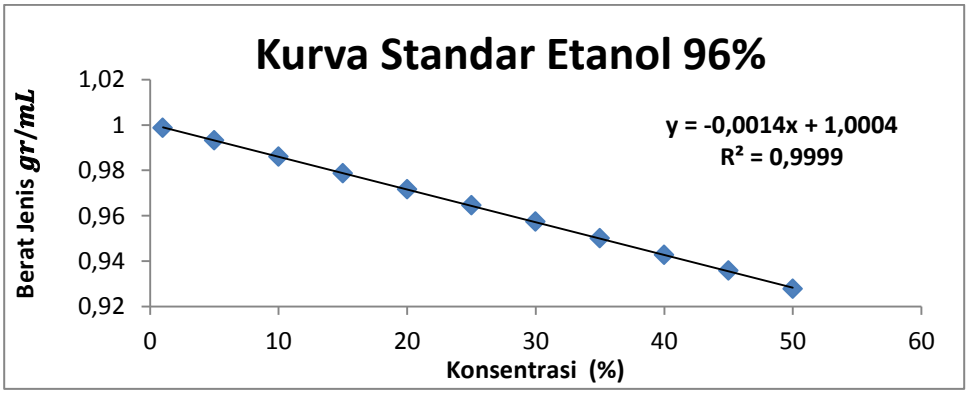
4.3 Pengukuran Kadar Etanol

Pengukuran kadar etanol pada penelitian ini adalah menggunakan metode berat jenis. Pengukuran dilakukan melalui penimbangan dengan berat larutan etanol dalam piknometer menggunakan neraca analitik pada suhu kamar. Piknometer yang digunakan di dalam penelitian ini adalah piknometer yang berukuran 25 mL. Untuk itu, hal yang pertama kali dilakukan dalam pengukuran berat jenis ini adalah pembuatan kurva standar etanol sebagai kurva acuan untuk memperoleh persamaan regresi linearnya yang akan dipergunakan dalam pengukuran kadar etanol dalam sampel nantinya.

Berat jenis larutan standar etanol dapat diukur dengan rumus berikut :

$$\text{Berat jenis sampel} = \frac{Berat\ Larutan\ Baku\ Etanol - Berat\ Piknometer\ Kosong}{25}$$

Dari hasil pengukuran berat jenis larutan standar etanol tersebut maka dapat dibuat dalam bentuk grafik kurva standar sebagai acuan untuk memplotkan data hasil pengukuran berat jenis larutan sampel etanol hasil fermentasi nantinya.



Gambar 9. Grafik Kurva Standar Etanol

Berdasarkan kurva grafik di atas, diperoleh garis linear antara konsentrasi VS berat jenis dengan persamaan garis lurusnya adalah y = -0,0014x+1,0004. Dari grafik dapat kita tarik kesimpulan bahwa semakin besar kadar etanol maka berat jenisnya akan semakin kecil. Hal ini berarti hubungan berat jenis dan etanol berbanding terbalik dengan konsentrasinya. Hal ini dikarenakan berat jenis etanol lebih kecil dari berat jenis air, dimana berat jenis air adalah 1 g/mL. Jika berat jenis nya mendekati 1 maka dapat ditarik kesimpulan etanol yang terkandung didalam larutan tersebut kadarnya sangat sedikit.

Pengukuran berat jenis larutan sampel dilakukan dengan prosedur yang sama dengan pengukuran larutan standar etanol. Pengukuran berat sampel dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan agar diperoleh hasil yang akurat. Kadar etanol dalam larutan sampel dicari dengan cara memplotkan pada kurva standar menggunakan persamaan garis lurus yang didapat, yaitu y= -0,0014x+1,0004. Hasil pengukuran kadar etanol hasil fermentasi dalam penelitian ini disajikan pada tabel 4. Dimana didalam tabel ini juga disajikan nilai simpangan baku (deviasi standar) dan nilai koefesien varian nya.

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Kadar Etanol, Standar Deviasi dan Koefesien Varian

No	Treatment (Perlakuan)	Rata-Rata Kadar Etanol dan Standar Deviasi	Koefesien Varian (%)
1	A (Kontrol)	16,50±0,1060	0,64
2	B (Vit B_1 20mg)	18,27±0,4666	2,55
3	C (Vit B_1 20mg + 5 g Bekatul)	20,34±0,4454	2,18
4	D (Vit B_1 20mg + 7,5 g Bekatul)	21,96±0,1555	0,70
5	E (Vit B_1 20mg + 10 g Bekatul)	24,86±0,2050	0,82
6	F (Vit B_1 20mg + 12,5 g Bekatul)	31,50±0,5020	1,59
7	G (Vit B_1 20mg + 15 g Bekatul)	28,21±0,0989	0,35

Dari data kadar etanol yang diperoleh, peneliti melihat adanya perbedaan yang sangat nyata dari hasil kadar pada setiap masing-masing perlakuan. Hal ini telah dibuktikan dengan uji analisis data menggunakan ANOVA One Way Direction dimana diperoleh F hitung > dari F tabel yang menandakan bahwa jelas ada perbedaan dari ketujuh perlakuan sehingga dapat diketahui bahwa setiap perlakuan memiliki perbedaan kadar yang signifikan dan hal ini juga menjelaskan bahwa penambahan bekatul dapat memberikan pengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan.

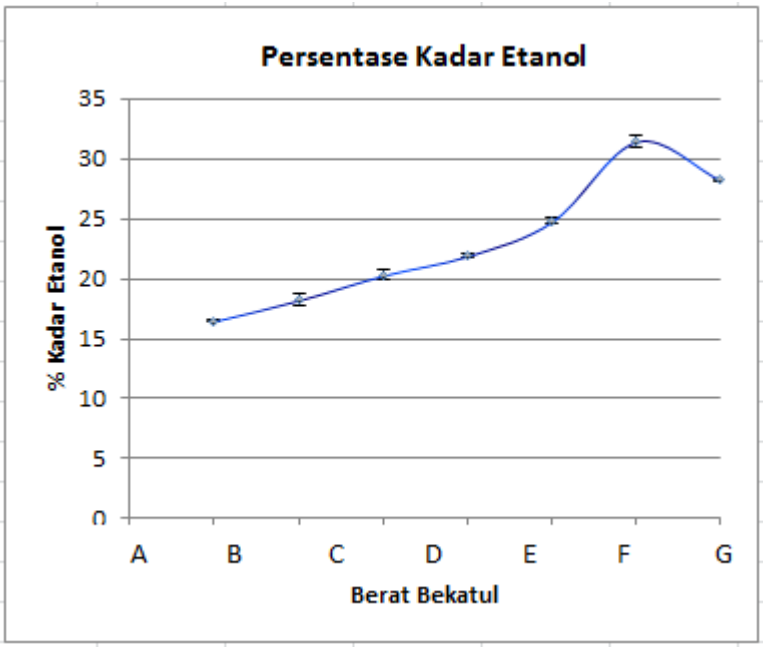
Dalam penelitian ini memperlihatkan bahwa pengukuran kadar etanol itu sendiri menggunakan metode berat jenis dapat diterapkan. Pengukuran menggunakan metode ini dipilih dengan alasan sederhana, mudah dan tidak membutuhkan biaya yang relatif mahal. Namun dalam penerapannya dalam menggunakan metode ini harus diperhatikan kondisi dan pengaruh lingkungan sekitar terutama suhu ruangan, karena dapat menyebabkan pengukuran kadar sampel yang tidak tepat atau kurang teliti.

4.4 Perbandingan Kadar Etanol Hasil Fermentasi Menggunakan Bekatul dan Kadar Etanol Tanpa Menggunakan Bekatul

Jika dilihat dari hasil fermentasi yang diperoleh yaitu kadar etanol yang dihasilkan, maka terjadi perubahan kadar etanol yang diperoleh di mana penambahan vitamin B_1 dan bekatul berbanding lurus dengan bertambahnya jumlah kadar etanol yang diperoleh hingga titik optimumnya. Dengan kata lain semakin banyak bekatul yang ditambahkan dalam proses fermentasi maka kadar etanol yang diperoleh akan semakin besar pula

Tabel 5. Tabel Kadar Etanol Yang Diperoleh Dari Hasil Fermentasi

No	Berat Bekatul	Kadar Etanol (%)
1	A (Kontrol)	16,5
2	B (Vit B_1 20mg)	18,27
3	C (Vit B_1 20mg + 5 g Bekatul)	20,34
4	D (Vit B_1 20mg + 7,5 g Bekatul)	21,96
5	E (Vit B_1 20mg + 10 g Bekatul)	24,86
6	F (Vit B_1 20mg + 12,5 g Bekatul)	31,5
7	G (Vit B_1 20mg + 15 g Bekatul)	28,21



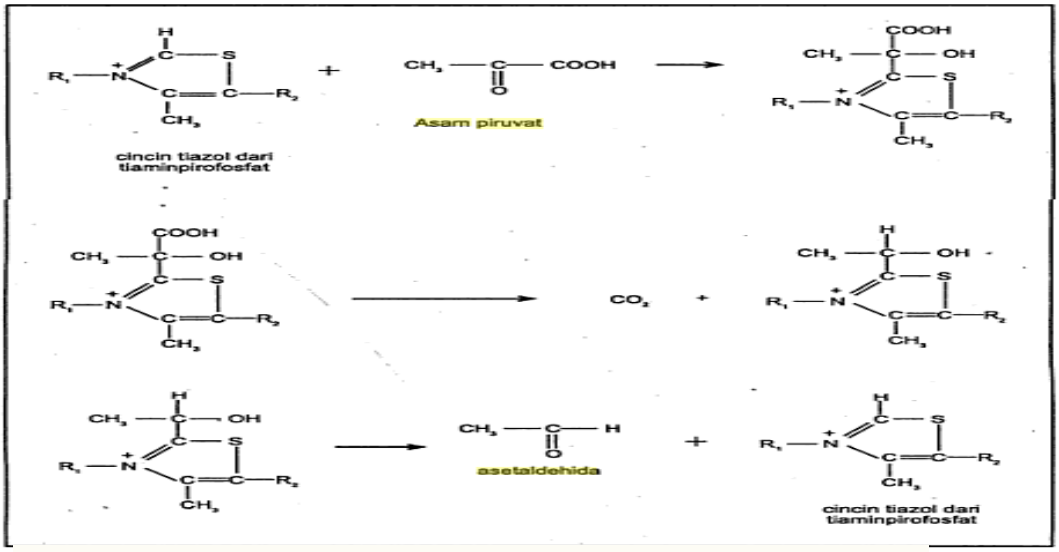
Berat Bekatul	
A	(Kontrol)
B	(Vit B_1 20mg)
C	(Vit B_1 20mg + 5 g Bekatul)
D	(Vit B_1 20mg + 7,5 g Bekatul)
E	(Vit B_1 20mg + 10 g Bekatul)
F	(Vit B_1 20mg + 12,5 g Bekatul)
G	(Vit B_1 20mg + 15 g Bekatul)

Gambar 10. Grafik Perbandingan Kadar Etanol Dan Standar Deviasi Hasil Fermentasi Dengan Penambahan Bekatul

Dari data penelitian di atas didapatkan hasil bahwa kadar etanol yang diperoleh semakin meningkat dari penambahan vitamin B_1 dan bekatul. Dari grafik diketahui bahwa pada perlakuan A yaitu kontrol diperoleh kadar alkohol sebesar 16,5%. Kadar ini lebih kecil dari pada kadar etanol yang diperoleh pada perlakuan B yaitu dengan penambahan vitamin B_1 sebanyak 20 mg yaitu sebesar 18,27%. Hal ini menandakan adanya pengaruh penambahan vitamin B_1 dalam proses fermentasi. Penambahan vitamin B_1 disini berfungsi sebagai koenzim

dalam pembentukan asetaldehid pada proses metabolisme karbohidrat menjadi etanol. Hal ini selaras dengan pernyataan Rahayu (2010) yang mengemukakan bahwa peran utama tiamin adalah sebagai koenzim dalam dekarboksilasi oksidatif asam alfa-keto. Beberapa enzim yang menggunakan TPP sebagai koenzim adalah piruvate decarboxilase, piruvate dehidrogenase, dan transketolase. Tiamin penting sebagai koenzim piruvate dan α-ketoglutarate dehidrogenase dan juga diperlukan untuk reaksi fermentasi glukosa menjadi etanol, di dalam yeast.

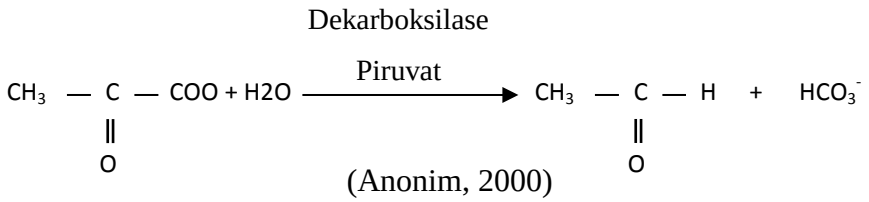
Proses adanya penambahan tiamin sebagai koenzim dapat dijelaskan dalam gambar berikut



Gambar 11. Tingkat Reaksi Perubahan Asam Piruvat Menjadi Asetaldehida (Sumardjo, 2009)

Hal ini dapat menjelaskan bahwa adanya penambahan vitamin selaku koenzim dapat membantu meningkatkan produktifitas kadar etanol karena biasanya seperti yang dikemukakan oleh (Paturau, 1969) dalam Subekti (2006) pada proses fermentasi sering terjadi penumpukan asam piruvat yang tidak mampu dikonversi secara optimal oleh enzim zymase dikarenakan kerja dari enzim tersebut sangat berat. Asam piruvat yang terbentuk kemudian diubah menjadi asetaldehid dan CO_2 oleh enzim piruvat dekarboksilase. Gugus korboksil dari piruvat dikeluarkan sebagai CO_2 dan sisa molekul piruvat yang kadang-kadang disebut sebagai asetaldehida aktif, secara bersamaan dipindahkan

ke posisi C-2 dari cincin taizol (tempat reaktif TPP) yang terikat kuat dengan TPP untuk menghasilkan turunan hidroksietil. Senyawa antara ini hanya sementara, karena gugus hidroksielil dilepaskan dengan cepat dari koenzim untuk menghasilkan asetaldehida bebas.



(Anonim, 2000)

Dengan demikian penumpukan asam piruvat yang selama ini terjadi akan diminimalisir dengan kerja enzim yang lebih aktiv lagi dan menghasilkan asetaldehid yang lebih banyak untuk diubah menjadi etanol oleh enzim zymase dari *S.cerevisiae* itu sendiri. Semakin banyak asetaldehid yang tersedia maka akan semakin banyak pula asetaldehid yang dapat dikonversikan menjadi etanol dan kadar etanol yang diperoleh pun akan meningkat. Hal ini lah yang menyebabkan adanya penambahan vitamin B_1 dapat meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan.

Dari grafik tersebut juga dapat dilihat bahwa terdapat kondisi optimum dari ke tujuh perlakuan yang ada. Kondisi optimum tersebut ada pada perlakuan F yaitu pada saat penambahan vitamin B_1 sebesar 20 mg dan 12,5 g bekatul dengan kadar etanol sebesar 31,50%. Selanjutnya untuk perlakuan G yaitu untuk penambahan vitamin B1 sebesar 20 mg dan 15 g bekatul dihasilkan kadar etanol sebesar 28,21%. Hal ini menandakan bahwa kondisi optimum penambahan bekatul dalam proses fermentasi pada penelitian ini adalah sebanyak 12,5 g. Bekatul itu sendiri menurut Luh (1991) Dalam Jurnal Janathan (2007) mengandung 12-24 µg tiamin, dan seng sebesar 43-258 µg artinya dalam aplikasi proses fermentasi disini bekatul dapat berperan menggantikan vitamin B_1 sebagai koenzim karena apabila ingin memproduksi etanol dalam jumlah yang sangat besar dan menginginkan hasil yang optimal, bekatul dapat dijadikan sebagai pengganti vitamin B_1 tersebut.

Pada proses fermentasi dengan penambahan bekatul, peran bekatul tidak hanya sebagai koenzim enzim piruvat dekarboksilase yang berperan dalam mengubah asam piruvat menjadi asetaldehid. Bekatul disini juga memiliki peran sebagai kofaktor, di mana kita ketahui bahwa proses perubahan asetaldehid menjadi etanol merupakan hasil dari peran enzim alkohol dehidrogenase. Enzim ini memiliki kofaktor berupa ion Zn^{2+} (Suhara, 2010), ion ini juga dapat diperoleh dari kandungan seng yang terdapat di dalam bekatul itu sendiri. Sehingga dapat disimpulkan bahwa peran bekatul dalam proses fermentasi dipenelitian ini adalah sebagai koenzim enzim piruvat dekarboksilase dan juga sebagai kofaktor enzim alkohol dehidrogenase.

$$2\ CH_3CHO + 2\ NADH_2 \xrightarrow[\textit{Alcohol dehidrogenase enzim}]{} 2C_2H_5OH + 2\ NAD$$

(Retnowati, 2009)

Dari grafik kadar etanol yang dihasilkan dari proses penelitian ini dapat kita lihat bahwa terdapat penurunan kadar etanol pada perlakuan G. Hal ini dimungkinkan disebabkan oleh kandungan bekatul itu sendiri. Bekatul mengandung beberapa komponen zat kimia diantaranya serat kasar dan lemak Luh (1991) dalam jurnal Janathan (2007). Sehingga peneliti menduga bahwa adanya serat kasar dan lemak dapat menghambat pertumbuhan yeast.

Dengan banyaknya kandungan serat kasar maka akan menghalangi proses tumbukan enzim dan substrat sehingga intensitas tumbukan enzim dan substrat akan berkurang dan menyebabkan menurunnya kadar etanol. Sementara untuk lemak yang terkandung di dalam bekatul belum dapat diketahui secara spesifik jenis lemak yang terkandung di dalam bekatul tersebut. Namun menurut Wilkins (2007) minyak juga dapat menghambat pertumbuhan ragi, seperti misalnya minyak D-limonene yang terdapat di dalam jeruk. Sehingga diduga memungkinkan adanya lemak dan serat kasar yang terkandung di dalam bekatul juga mempengaruhi pertumbuhan yeast.

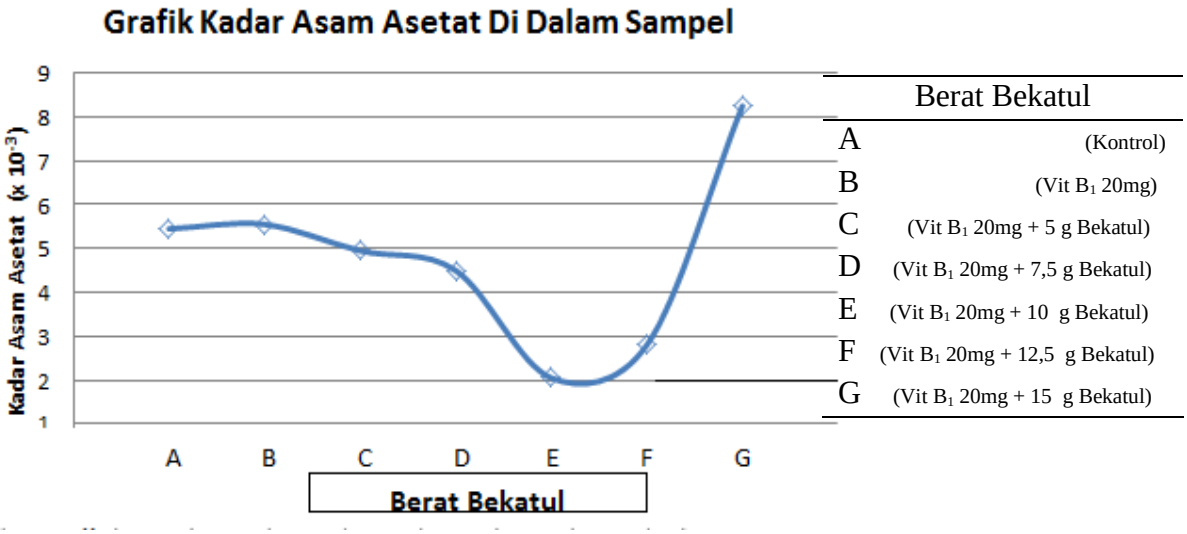
4.5 Pengukuran Kadar Asam Asetat Di Dalam Hasil Fermentasi

Dari hasil fermentasi pada penelitian ini, dilakukan pengukuran nilai pH terhadap kadar etanol yang diperoleh. Hal ini disebabkan hasil etanol yang diperoleh dari hasil destilasi diduga tidak murni hanya terdiri dari etanol dan air, melainkan ada sejumlah asam lemah yang terkandung di dalamnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suprihatin (2010) bahwa produk akhir fermentasi hanya menghasilkan sejumlah kecil energi, karbondioksida, air dan produk akhir metabolik organik lain yang dihasilkan. Zat produk akhir ini termasuk sejumlah besar asam laktat, asam asetat dan etanol, serta sejumlah kecil asam organik volatil lainnya.

Dari pengukuran pH menggunakan pH meter dari sampel etanol diketahui bahwa kondisi dari hasil fermentasi tersebut bersifat asam, dengan hasil pengukuran sebagai berikut :

Tabel 6. pH dan Kadar Asam Asetat Yang Terkandung di Dalam Sampel

No	Berat Bekatul	pH Akhir Yang Dihasilkan	Kadar Asam Asetat (CH_3COOH)	Rata-Rata Kadar Asam Asetat (CH_3COOH)
1	A (Kontrol)	3,49	$\pm 5{,}6 \times 10^{-3}$	$\pm 5{,}45 \times 10^{-3}$
	A' (Kontrol)	3,51	$\pm 5{,}3 \times 10^{-3}$	
2	B (Vit B_1 20mg)	3,46	$\pm 6{,}8 \times 10^{-3}$	$\pm 5{,}55 \times 10^{-3}$
	B' (Vit B_1 20mg)	3,55	$\pm 4{,}3 \times 10^{-3}$	
3	C (Vit B_1 20mg + 5 g Bekatul)	3,49	$\pm 5{,}6 \times 10^{-3}$	$\pm 4{,}95 \times 10^{-3}$
	C' (Vit B_1 20mg + 5 g Bekatul)	3,56	$\pm 4{,}3 \times 10^{-3}$	
4	D (Vit B_1 20mg + 7,5 g Bekatul)	3,52	$\pm 5{,}0 \times 10^{-3}$	$\pm 4{,}5 \times 10^{-3}$
	D' (Vit B_1 20mg + 7,5 g Bekatul)	3,57	$\pm 4{,}0 \times 10^{-3}$	
5	E (Vit B_1 20mg + 10 g Bekatul)	3,73	$\pm 2{,}0 \times 10^{-3}$	$\pm 2{,}05 \times 10^{-3}$
	E' (Vit B_1 20mg + 10 g Bekatul)	3,71	$\pm 2{,}1 \times 10^{-3}$	
6	F (Vit B_1 20mg + 12,5 g Bekatul)	3,67	$\pm 2{,}4 \times 10^{-3}$	$\pm 2{,}8 \times 10^{-3}$
	F' (Vit B_1 20mg + 12,5 g Bekatul)	3,62	$\pm 3{,}2 \times 10^{-3}$	
7	G (Vit B_1 20mg + 15 g Bekatul)	3,44	$\pm 7{,}2 \times 10^{-3}$	$\pm 8{,}25 \times 10^{-3}$
	G' (Vit B_1 20mg + 15 g Bekatul)	3,39	$\pm 9{,}3 \times 10^{-3}$	



Gambar 12. Grafik Kadar Asam Asetat

Dari tabel diatas, diketahui bahwa masing-masing hasil fermentasi menunjukkan adanya kandungan asam di dalam sampel tersebut. Semua sampel memiliki pH dikisaran 3 yang menunjukkan etanol hasil dari fermentasi tersebut bersifat asam, karena pada dasarnya jika campuran itu air dan etanol murni maka pH nya adalah 7. Hal ini diduga adanya kandungan asam lemah baik itu asam asetat maupun asam laktat sebagai produk samping dari proses fermentasi di dalam hasil fermentasi tersebut.

Dari grafik diatas, dengan pengukuran pH maka kita akan mengetahui perkiraan seberapa besar konsentrasi asam yang terkandung di dalam larutan sampel tersebut. Semakin asam kadar pH dari hasil fermentasi tersebut maka konsentrasi asam asetat yang terkandung semakin besar pula dan begitu pula sebaliknya. Dari grafik dapat dilihat bahwa kadar asam asetat terendah terjadi pada perlakuan E yaitu sebesar ±2,05 x 10^{-3} dengan kadar etanol sebesar 24,86%, hal ini menandakan bahwa pada perlakuan E oksidasi yang terjadi sedikit. Sementara kadar asam asetat tertinggi terjadi di perlakuan G yaitu sebesar ±8,25 x 10^{-3} dengan kadar etanol yang dihasilkan 28,21% hal ini menandakan pada perlakuan G banyak terjadi proses oksidasi yang menyebabkan banyak nya asam asetat yang terbentuk.

Peneliti disini memfokuskan penghitungan kadar asam asetat saja, dikarenakan asam ini diduga paling berpengaruh terhadap perubahan pH tersebut dibandingkan dengan jenis asam lemah lainnya seperti asam laktat dan jenis asam organik volatil lainnya.

Hal ini disebabkan pembentukan asam laktat pada proses fermentasi alkohol terjadi pada proses metabolisme karbohidratnya yaitu glikolisis yang menghasilkan asam piruvat di mana untuk selanjutnya dilanjutkan dengan perubahan asam piruvat menjadi asam laktat. Asam piruvat bereaksi secara langsung dengan NADH menjadi asam laktat (Karmana, 2008), disamping itu agar terbentuknya asam laktat juga diperlukan bakteri khusus agar asam laktat ini terbentuk secara akumulasi seperti bakteri dari jenis Pediococcus, Streptococcus dan Lactobacillus (Suprihatin, 2010). Untuk itu kemungkinan terjadinya pembentukan asam laktat dalam proses fermentasi ini dengan jumlah yang banyak adalah sedikit dikarenakan tidak ada bakteri yang mendukung untuk perubahan tersebut, selain itu juga asam piruvat yang ada telah termaksimalkan proses perubahannya menjadi asetaldehid oleh kerja dari S.cerevisiae dibantu dengan adanya penambahan koenzim.

Peneliti menduga bahwa asam yang paling memungkinkan berpengaruh dan dapat menyebabkan penurunan pH pada kadar etanol tersebut disebakan adanya akumulasi sejumlah asam asetat di dalam hasil fermentasi tersebut. Dimana asam asetat dapat dihasilkan dari senyawa C_2H_5OH (etanol) yang terbentuk. Etanol tersebut akan dioksidasikan menjadi acetaldehid dan air. Asetaldehid dihidrasi yang kemudian dioksidasi menjadi asam asetat dan air. Dengan reaksi pembentukan sebagai berikut :

$$CH_3CH_2OH + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{oksidasi} CH_3CHO + H_2O$$

$$CH_3CHO + H_2O \xrightarrow{hidrasi} CH_3CH(OH)_2$$

$$CH_3CH(OH)_2 + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{oksidasi} CH_3COOH + H_2O$$

(Anonim, 2000)

Dengan adanya mekanisme diatas peneliti menduga terbentuknya asam asetat dalam hasil fermentasi ini disebabkan etanol yang terbentuk teroksidasi dengan oksigen yang berada di udara. Oksigen ini bisa saja di dapat ketika etanol yang di dapat mengalami kontak langsung dengan udara ketika mengalami proses pemindahan dari labu destilasi ke tempat penyimpanan. Selain itu juga rongga tempat penyimpanan juga bisa berpengaruh dalam proses oksidasi ini, hal ini dikarenakan pada wadah penyimpanan tidak sepenuhnya terpenuhi oleh sampel hasil destilasi melainkan masih ada rongga atau celah udara disana yang dimungkinkan terdapat oksigen yang menyebakan terjadinya oksidasi.

BAB V
PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Pemberian bekatul dalam proses fermentasi memberikan pengaruh peningkatan terhadap kadar etanol yang dihasilkan dimana kadar etanol yang dihasilkan untuk perlakuan A selaku perlakuan kontrol menghasilkan kadar etanol sebesar 16,5% sementara perlakuan B (20 mg Vit B_1) sebesar 18,27%, C (20 mg Vit B_1 + 5 g bekatul) sebesar 20,34%, D (20 mg Vit B_1 + 7,5 g bekatul) sebesar 21,96%, E 20 mg Vit B_1 + 10 g bekatul sebesar 24,86%, F 20 mg Vit B_1 + 12,5 g bekatul sebesar 31,5%, dan G 20 mg Vit B_1 + 15 g bekatul sebesar 28,21%.
2. Konsentrasi optimum pemberian Bekatul dalam proses fermentasi di sini yaitu pada perlakuan F dengan penambahan vitamin B_1 20 mg dan Bekatul 12,5 g dengan kadar etanol yang dihasilkan paling tinggi sebesar 31,5%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disarankan bahwa :

1. Dalam proses hidrolisis amilum sebaiknya dilakukan dengan proses hidrolisis menggunakan asam atau hidrolisis enzimatik, agar diperoleh hasil hidrolisis yang lebih optimal berupa pecahan disakarida maupun monosakarida sehingga dapat meningkatkan kadar etanol sebagai produk akhir yang diinginkan.
2. Sebaiknya ketika hasil dari fermentasi diperoleh maka hasil destilat disimpan di dalam wadah yang benar-benar rapat dan tidak memiliki rongga udara untuk menghindari proses terjadinya oksidasi lanjutan yang akan

mengakibatkan terbentuknya sejumlah asam seperti asam asetat di dalam hasil fermentasi tersebut.

3. Dalam pengukuran kadar etanol menggunakan kurva standar sebaiknya menggunakan metode adisi standar dimana larutan standar yang digunakan disamakan kondisinya dengan sampel yang akan diukur agar hasil kadar etanol yang diperoleh lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim.2013.*Lembar Data Keselamatan Bahan Menurut Peraturan (UE) No.1907/2006*. www.merck-chemicals.com Diakses tanggal 25 November 2013

Anonim.2013. *Manihot glaziovii (caera rubbertree)*. United States Department Of Agriculture. Natural Resources Conversation Services. http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=MAGL5. Diakses tanggal 25 November 2013

Anonim.2013. Vitamin B1 (Thiamine). University of Maryland Medical Centre. http://umm.edu/health/medical/altmed/supplement/vitamin-b1-thiamine Diakses tanggal 25 November 2013

Anonim.2012.*Pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) Guna Penghematan Bahan Baku Fosil Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional*. Jurnal Kajian LEMHANNAS RI Edisi ke-14.Jakarta

Anonim.2000.*Vitamin Dan Koenzim*. staff.unud.ac.id/~ari.../vitamin-dan-koenzim.doc Diakses Tanggal 6 Februari 2014

Anonim.2000. *Asam Asetat*. Laboraturium Mikrobiologi Industri. www.lab.tekim.undip.ac.id/.../ASAM-ASETAT1.pdf Diakses Tanggal 7 Februari 2014

Ardiansyah.2011. *Mengenal Bekatul Lebih Jauh*. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, FTIK, Universitas Bakrie. Dimuat di Majalah 1000guru Edisi ke-11 Oktober 2011 (www.1000guru.net)

Arnata, I Wayan.2009. *Pengembangan Alternatif Teknologi Bioproses Pembuatan Bioetanol Dari Ubi Kayu Menggunakan Trichoderma viride, Aspergilus niger Dan Saccharomyces cerevisiae*. Skripsi Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor

Arnata, I Wayan, Dwi Setyaningsih dan Nur Richana.2007. *Produksi Bioetanol Dari Ubi Kayu Melalui Proses Sakarifikasi Fermentasi Simultan Menggunakan Kultur Campuran Trichoderma viride, Aspergillus niger Dan Saccharomyces cerevisiae.* www.*staff.unud.ac.id. Diakses Tanggal 21 November 2013*

Askar. Surayah.1996. *Daun Singkong Dan Pemanfaatannya Terutama Sebagai Pakan Tambahan.* Balai Penelitian Ternak. Jurnal WARTAZOA vol : 5. No :1. Bogor

Auliana, Rizqie. 2011. *Manfaat Bekatul dan Kandungannya*. Makalah Dalam Kegiatan Dharma Wanita FT UNY.Jogjakarta

Azizah, N. A.N Al.Baari dan S.Mulyani.2012. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, Dan Produksi Gas Pada Proses Fermentasi Bioetanol Dari Whey Dengan Substitusi Kulit Nanas*. Vol :1, No : 2. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan

Bastian, Februadi.2011.*Tekhnologi Pati Dan Tepat Guna*. Hibah Penulisan Buku Ajar Bagi Tenaga Akademik Universitas Hassanudin. Makassar

Bernfeld.1986. *Amylases α and β. Meth.Enzymologi*.Tufts University School of Medicine Boston, MA

Caraka, Theo Aji.2011. *Vitamin B1-Thiamine*. http://blog.ub.ac.id/vandeglank/2011/05/15/vitamin-b1-%E2%80%93-thiamine/ Diakses tanggal 25 November 2013

Gupta, Rani.dkk.2003. *Microbial a-amylases : a biotechnological perspective*. Department of Microbiology, University of Delhi South Campus, New Delhi : India

Hapsari, Amalia M dan Alice Pramasinta.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 Hal : 240-245. Jurusan Tekhnik Kimia Universitas Dipanegoro

Ilmi, Miftahul.2013. *Ragi Tidak Sama Dengan Khamir*. http://milmi.staff.ugm.ac.id/?p=106 .Diakses tanggal 24 November 2013

Janathan.2007.*Karakteristik Fisikokimia Tepung Bekatul Serta Optimasi Formula Dan Pendugaan Umur Simpan Minuman Campuran Susu Skim Dan Tepung Bekatul.* Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor

Jay, James. 2006. *Modern Food Microbiology 6th Edition.* Aspen Publisher. Maryland

Karmana, Oman.2008.*Biologi*. Grafindo Media Pratama : Jakarta

Kavanagh, Kevin, 2005, *Fungi Biology and Applications*, John Willey & Sons Ltd, England.

Mardoni. Dan M.M Yetty Tjandrawati.2007. *Perbandingan Metode Kromatografi Gas dan Berat Jenis pada Penetapan Kadar Etanol dalam Minuman Anggur*.. Fakultas Farmasi, Universitas Sanata Dharma :Yogyakarta

Melliawati, Ruth. Rohmatus Solihat dan Ferra Octavina.2006. *Seleksi Mikroorganisme Potensial Untuk Fermentasi Pati Sagu*. Pusat Penelitian Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Vol : 7. No 2. Hal: 101-104. ISSN : 1412-003x. Bogor

Minarni, Neni dkk. 2013. P*embuatan Bioetanol Dengan Bantuan Saccharomyces cerevisiae Dari Glukosa Hasil Hidrolisis Biji Durian (Durio zhibetinus).* Kimia Student Journal Vol.1 No.1 PP.36-42 Universitas Brawijaya. Malang

Nugraha, Arman W.2012. *Pemanfaatan Limbah Sagu Sebagai Bahan Baku Bioetanol*. Skripsi Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.Surabaya

Nurdyastuti,Indyah. Nurdyastuti,I. 2006. *Prospek Pengembangan Bio-fuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak: Teknologi Proses Produksi Bio-Ethanol*. *http://*xa.yimg.com/kq/groups/3468476/658705552/name/Bio_Ethanol.pdf. Diakses tanggal 25 November 2013

Pardosi, Jasmier L.2009. *Perbandingan Metode Kromatografi Gas dan Berat Jenis pada Penetapan Kadar Etanol*. Skripsi. Jurusan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sumatera Utara

Puspitasari, Ninis dan Mohammad Sidik.2009.*Pengaruh Jenis Vitamin B Dan Sumber Nitrogen Dalam Peningkatan Kandungan Protein Kulit Ubi Kayu Melalui Proses Fermentasi*. Seminar Tugas Akhir S1 Teknik Kimia Universitas Diponegoro.Semarang

Putri, Lily SE dan Dede Sukandar.2008. *Konversi Pati Ganyong (Canna Edulis Ker) Menjadi Bioetanol Melalui Hidrolisis Asam Dan Fermentasi*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah. Jurnal Biodiversitas Vol :9. No : 2 . Tanggerang

Rahayu, Dwi I.2010. *Vitamin B1 (Tiamin).* Staf Pengajar Jurusan Perternakan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Malang. imbang.staff.umm.ac.id/files/2010/.../VITAMIN-B-1.d... Diakses tanggal 24 November 2013

Rahim, Dicka A.2009. *Produksi Etanol Oleh Saccharomyces cerevisiae var.ellipsoideus Dari Sirup Dekstrin Pati Sagu (Metroxylon sp.) Menggunakan Metode Aerasi Penuh Dan Aerasi Dihentikan*. Skripsi Fakultan Teknologi Pertanian IPB.Bogor

Rahmayanti, Dian.2010. *Pemodelan Dan Optimasi Hidrolisa Pati Menjadi Glukosa Dengan Metode Artificial Neural Network-Genetic Algorithm (ANN-GA)*. Skripsi Fakultas Tekhnik Kimia Fakultas Tekhnik Universitas Dipanegoro. Semarang

Reddy,S.N.dkk.2003. *An Overview Of The Microbial α-Amylase Family*. Centre for Biotechnology, Nagarjuna University.India

Retno, Endah.Enny Kriswiyanti dan Adrian Nur.2009. *Bioetanol Fuel Grade Dari Talas (Colocasia Esculenta)*. Jurnal EKUILIBRIUM Vol 8 No 1. Hal : 1-6

Retnowati, Dwi.Rini Susanti.2009. *Pemanfaatan Limbah Padat Ampas Singkong dan Lindur Sebagai Bahan Baku Pembuatan Etanol*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Retno, Tri Dyah dan Wasir Nuri.2011. *Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Yogyakarta

Rikana, Heppy dan Risky Adam.2009. *Pembuatan Bioetanol Dari Singkong Secara Fermentasi Menggunakan Ragi Tape.* Skripsi Jurusan Teknik Kimia Universitas Dipanegoro.Semarang

Saputra, Indira. 2008. *Evaluasi Mutu Gizi Dan Indeks Glikemik Cookies Dan Donat Tepung Terigu Yang Disubstitusi Parsial Dengan Tepung Bekatul*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Bogor

Sari, Dewi Permata.dkk.2013. *Isolasi, Purifikasi Dan Karakterisasi Alfa Amilase Dari Saccharomyces cerevisiae FNCC 3012*. Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Diponegoro

Satria, Agus.2013. *Fermentasi Alkohol*. http://pbio.uad.ac.id/agus/web/agus/?cat=15. Diakses tanggal 24 November 2013

Shakhashiri.2009.Etanol. www.scifun.org. Diakses tanggal 25 November 2013

Singleton, Paul dan Sainsbury, Diana. 2006. *Dictionary of Microbiology and Molecular Biology 3rd Edition.* John Wiley and Sons. Sussex, England.

Subekti,Hendro.2006. *Produksi Etanol Dari Hidrolisat Fraksi Selulosa Tongkol Jangung Oleh Saccharomyces cerevisiae*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian ITB.Bogor

Suhara.2010.*Pengantar Tentang Enzim*. file.upi.edu/.../9._BAB-9__**Enzim**__ppt_UPI.pdf .Diakses Tanggal 12 Februari 2014

Sumardjo, Damin.2009.Pengantar Kimia : *Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran Dan Program Strata 1 Fakultas Biosekta*. Jakarta :Penerbit Buku Kedokteran EGC

Suprihatin.2010.*Teknologi Fermentasi*. Surabaya : UNESA Press

http://www.africamuseum.be/collections/external/prelude/view_plant?pi%3D08450 Diakses tanggal 25 November 2013

Wilkins,Mark R.et all. 2007. *Simultaneous Saccharification And Fermentation Of Citrus Peel Waste By Saccharomyces Cerevisiae To Produce Ethanols*. Department of Biosystems and Agricultural Engineering, Oklahoma State University.USA

Lampiran 1. Pembuatan Kurva Standar Etanol

Tabel Perhitungan Volume Etanol dan Aquadest (Volume Total 48 mL)

No	Larutan Standar Yang Akan Dibuat (%)	Volume Etanol 96% Yang Dibutuhkan (mL)	Volume Aquadest (mL)
1	1	0,5	47,5
2	5	2,5	45,5
3	10	5	43
4	15	7,5	40,5
5	20	10	38
6	25	12,5	35,5
7	30	15	33
8	35	17,5	30,5
9	40	20	28
10	45	22,5	25,5
11	50	25	23

Tabel Pengukuran Berat Piknometer (25 mL)

No	Nama Yang Ditimbang	Berat Piknometer (g)			Rata-Rata
		Pengulangan 1	Pengulangan 2	Pengulangan 3	
1	Piknometer Kosong (*)	15,864	15,867	15,867	15,866
2	Piknometer Kosong (**)	16,2243	16,2245	16,2241	16,2243

(*) Piknometer Kosong Yang digunakan untuk mengukur kadar etanol dalam sampel

(**)Piknometer Kosong Yang Digunakan Untuk Mengukur Berat Jenis (ρ) Larutan Standar Etanol 96 %

Tabel Pengukuran Berat Piknometer (25mL) Berisi Larutan Standar Etanol

No	Kadar Larutan Standar Yang Akan Dibuat (%)	Pengulangan (g)			Rata-Rata
		1	2	3	
1	1	41,19370	41,19300	41,19320	41,19330
2	5	41,05552	41,05556	41,05557	41,05555
3	10	40,87456	40,87454	40,87455	40,87455
4	15	40,69207	40,69204	40,69204	40,69205
5	20	40,51670	40,51690	40,51680	40,51680
6	25	40,33905	40,33905	40,33905	40,33905
7	30	40,15880	40,15880	40,15880	40,15880
8	35	39,97803	39,97806	39,97806	39,97805
9	40	39,79455	39,79455	39,79455	39,79455
10	45	39,62058	39,62054	39,62053	39,62055
11	50	39,41990	39,41960	39,41990	39,41980

Tabel Perhitungan Berat Jenis Larutan Standar Etanol

Rumus :

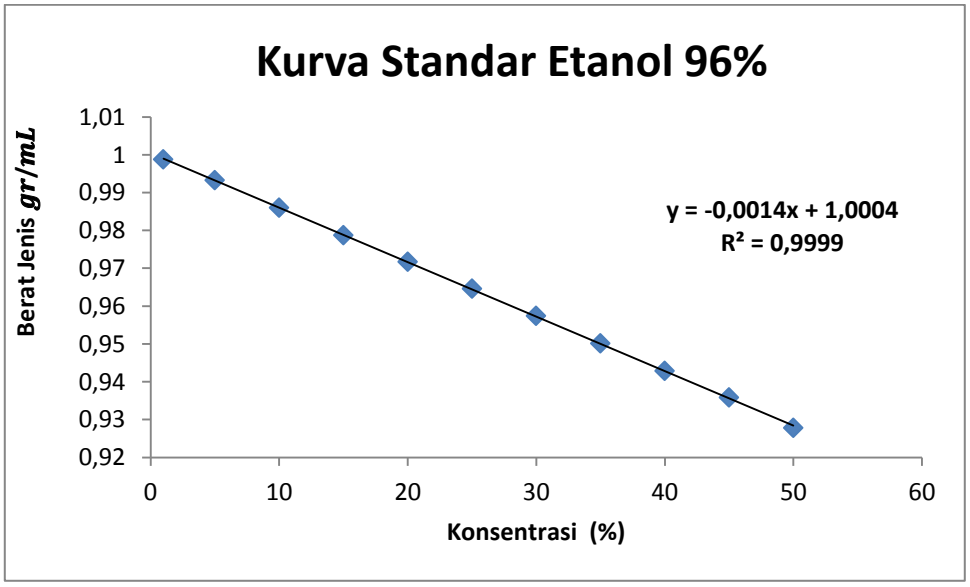
$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$\rho = \frac{Berat\ Piknometer\ Berisi\ Larutan\ Standar\ Etanol - Berat\ Piknometer\ Kosong}{25}$$

Keterangan : ρ : Berat Jenis Larutan Standar Etanol ($\frac{g}{mL}$)
m : Massa (g)
v : Volume Piknometer (mL)

No	Kadar Larutan Standar (%)	Berat Piknometer Berisi Larutan Standar Etanol (g)	Berat Piknometer Kosong (g)	Berat Jenis Yang Dihasilkan ($\frac{g}{mL}$)
1	1	41,19330	16,2243	0,99876
2	5	41,05555	16,2243	0,99325
3	10	40,87455	16,2243	0,98601
4	15	40,69205	16,2243	0,97871
5	20	40,51680	16,2243	0,97170
6	25	40,33905	16,2243	0,96459
7	30	40,15880	16,2243	0,95738
8	35	39,97805	16,2243	0,95015
9	40	39,79455	16,2243	0,94281
10	45	39,62055	16,2243	0,93585
11	50	39,41980	16,2243	0,92782

Kurva Standar Etanol 96% Yang Dihasilkan



Lampiran 2. Pengukuran Kadar Etanol Dalam Sampel

Tabel Hasil Pengukuran Berat Sampel Dalam Piknometer (25 mL)

No	Treatment (Perlakuan)	Pengulangan (g)			Rata-Rata
		1	2	3	
1	A (Kontrol)	40,292	40,299	40,297	40,296
	A' (Kontrol)	40,301	40,306	40,304	40,303
2	B (Vit B_1 20mg)	40,223	40,231	40,223	40,225
	B' (Vit B_1 20mg)	40,251	40,246	40,248	40,248
3	C (Vit B_1 20mg + 5 g Bekatul)	40,172	40,175	40,180	40,175
	C' (Vit B_1 20mg + 5 g Bekatul)	40,150	40,188	40,152	40,153
4	D (Vit B_1 20mg + 7,5 g Bekatul)	40,112	40,110	40,115	40,112
	D' (Vit B_1 20mg + 7,5 g Bekatul)	40,104	40,108	40,103	40,105
5	E (Vit B_1 20mg + 10 g Bekatul)	40,004	40,000	40,003	40,002
	E' (Vit B_1 20mg + 10 g Bekatul)	40,010	40,012	40,015	40,012
6	F (Vit B_1 20mg + 12,5 g Bekatul)	39,782	39,791	39,786	39,786
	F' (Vit B_1 20mg + 12,5 g Bekatul)	39,760	39,762	39,768	39,763
7	G (Vit B_1 20mg + 15 g Bekatul)	39,889	39,885	39,886	39,886
	G' (Vit B_1 20mg + 15 g Bekatul)	39,890	39,895	39,893	39,892

Tabel Perhitungan Berat Jenis Larutan Sampel

Rumus :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$\rho = \frac{Berat\ Piknometer\ Berisi\ Larutan\ Sampel - Berat\ Piknometer\ Kosong}{25}$$

Keterangan : ρ : Berat Jenis Larutan Standar Etanol ($\frac{g}{mL}$)
m : Massa (g)
v : Volume Piknometer (mL)

No	Treatment (Perlakuan)	Berat Piknometer Berisi Larutan Sampel (g)	Berat Piknometer Kosong (g)	Berat Jenis Yang Dihasilkan ($\frac{g}{mL}$)
1	A (Kontrol)	40,296	16,2243	0,9772
	A' (Kontrol)	40,303	16,2243	0,9774
2	B (Vit B_1 20mg)	40,225	16,2243	0,97436
	B' (Vit B_1 20mg)	40,248	16,2243	0,97528
3	C (Vit B_1 20mg + 5 g Bekatul)	40,175	16,2243	0,97236
	C' (Vit B_1 20mg + 5 g Bekatul)	40,153	16,2243	0,97148
4	D (Vit B_1 20mg + 7,5 g Bekatul)	40,112	16,2243	0,9698
	D' (Vit B_1 20mg + 7,5 g Bekatul)	40,105	16,2243	0,9695
5	E (Vit B_1 20mg + 10 g Bekatul)	40,002	16,2243	0,9654
	E' (Vit B_1 20mg + 10 g Bekatul)	40,012	16,2243	0,9658
6	F (Vit B_1 20mg + 12,5 g Bekatul)	39,786	16,2243	0,9568
	F' (Vit B_1 20mg + 12,5 g Bekatul)	39,763	16,2243	0,9558
7	G (Vit B_1 20mg + 15 g Bekatul)	39,886	16,2243	0,9608
	G' (Vit B_1 20mg + 15 g Bekatul)	39,892	16,2243	0,9610

Tabel Hasil Pengukuran Kadar Etanol Dalam Sampel

Rumus :

Diperoleh Persamaan Regresi Linear Dari Kurva Standar :

$y = -0{,}0014x + 1{,}0004$

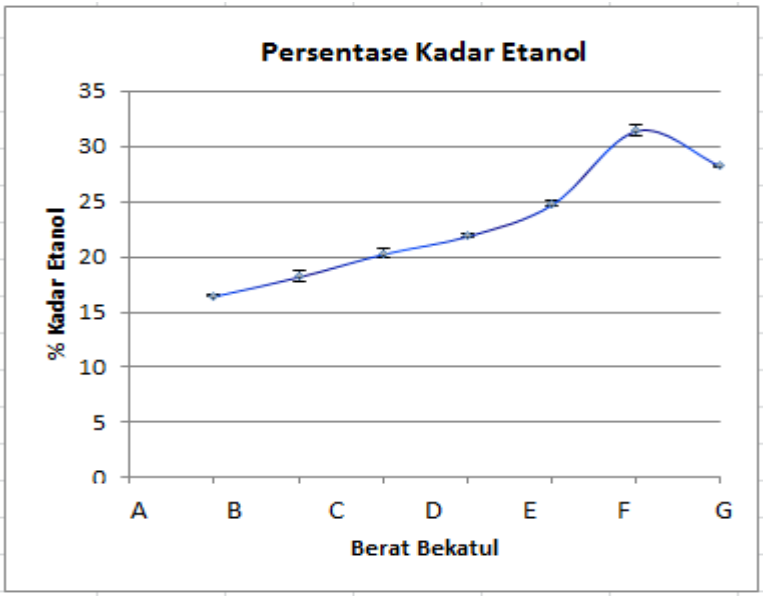
$x = \frac{y - 1{,}0004}{-0{,}0014}$

Keterangan : y : Berat Jenis Sampel ($\frac{gr}{mL}$)

x : Konsentrasi Sampel Yng Dicari (%)

No	Treatment (Perlakuan)	Berat Jenis Yang Dihasilkan ($\frac{g}{mL}$)	Kadar Etanol Yang Dihasilkan (%)	Rata-Rata Kadar Etanol Yang Dihasilkan (%)
1	A (Kontrol)	0,9772	16,57 %	16,50 %
	A' (Kontrol)	0,9774	16,42 %	
2	B (Vit B_1 20mg)	0,97436	18,6%	18,27 %
	B' (Vit B_1 20mg)	0,97528	17,94%	
3	C (Vit B_1 20mg + 5 g Bekatul)	0,97236	20,02 %	20,34 %
	C' (Vit B_1 20mg + 5 g Bekatul)	0,97148	20,65 %	
4	D (Vit B_1 20mg + 7,5 g Bekatul)	0,9698	21,85 %	21,96 %
	D' (Vit B_1 20mg + 7,5 g Bekatul)	0,9695	22,07 %	
5	E (Vit B_1 20mg + 10 g Bekatul)	0,9654	25 %	24,86 %
	E' (Vit B_1 20mg + 10 g Bekatul)	0,9658	24,71 %	
6	F (Vit B_1 20mg + 12,5 g Bekatul)	0,9568	31,14 %	31,50 %
	F' (Vit B_1 20mg + 12,5 g Bekatul)	0,9558	31,85 %	
7	G (Vit B_1 20mg + 15 g Bekatul)	0,9608	28,28 %	28,21 %
	G' (Vit B_1 20mg + 15 g Bekatul)	0,9610	28,14 %	

Grafik Hasil Kadar Etanol Yang Dihasilkan



Berat Bekatul	
A	(Kontrol)
B	(Vit B_1 20mg)
C	(Vit B_1 20mg + 5 g Bekatul)
D	(Vit B_1 20mg + 7,5 g Bekatul)
E	(Vit B_1 20mg + 10 g Bekatul)
F	(Vit B_1 20mg + 12,5 g Bekatul)
G	(Vit B_1 20mg + 15 g Bekatul)

Lampiran 3. Tabel Standar Deviasi (SD) dan Koevesien Varian (KV) Perhitungan Kadar Etanol

Rumus :

Standar Deviasi : $SD = \frac{\sqrt{\Sigma x^2 - (\Sigma \frac{x}{n})^2}}{n-1}$

Koevesien Varian : $KV = \frac{Standar\ Deviasi\ (SD)}{Rata-Rata\ Kadar\ Etanol}$ x 100 %

No	Treatment (Perlakuan)	Kadar Etanol	Rata-Rata Kadar Etanol	Standar Deviasi	Koefesien Varian (%)
1	A	16,57 %	16,50 %	16,50±0,1060	0,64
	A’	16,42 %			
2	B	18,6%	18,27 %	18,27±0,4666	2,55
	B’	17,94%			
3	C	20,02 %	20,34 %	20,34±0,4454	2,18
	C’	20,65 %			
4	D	21,85 %	21,96 %	21,96±0,1555	0,70
	D’	22,07 %			
5	E	25 %	24,86 %	24,86±0,2050	0,82
	E’	24,71 %			
6	F	31,14 %	31,50 %	31,50±0,5020	1,59
	F’	31,85 %			
7	G	28,28 %	28,21 %	2821±0,0989	0,35
	G’	2814 %			

Lampiran 4. Pengukuran Kadar Asam Asetat Di Dalam Sampel

Tabel pH Dan Kadar Asam Asetat (CH_3COOH) Yang Terdapat Di Dalam Sampel

Rumus :

$pH = - \log [H]^+$

$[H]^+ = \sqrt{Ka.M}$

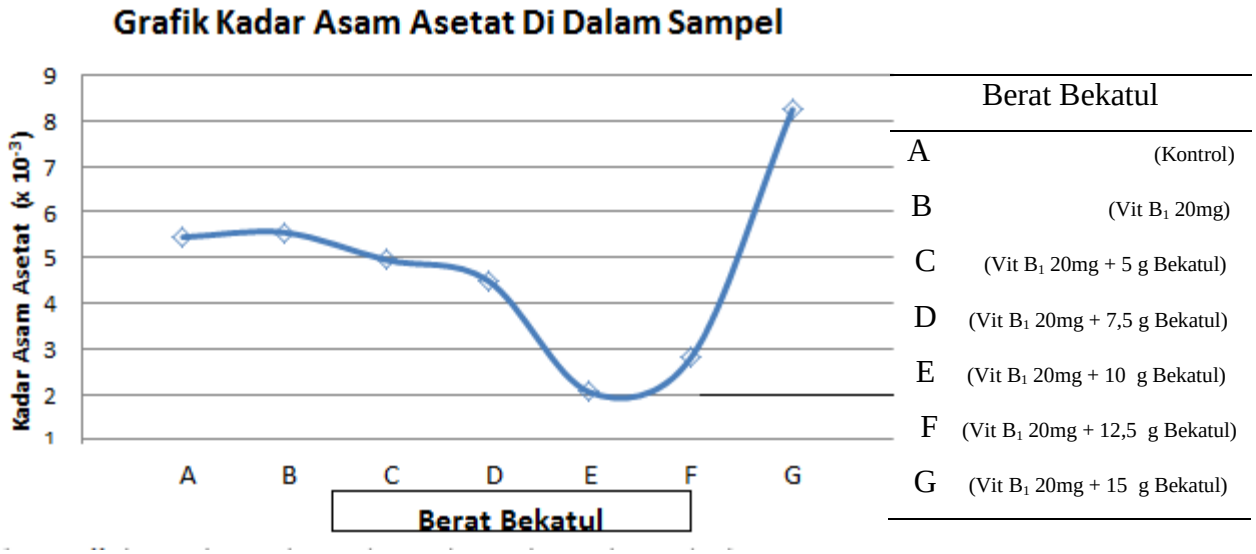
Keterangan : $[H]^+$: Konsentrasi Ion H^+

Ka Asam Asetat : $1,8 \times 10^{-5}$

M : Molaritas

No	Treatment (Perlakuan)	pH Akhir Yang Dihasilkan	Kadar Asam Asetat (CH_3COOH)	Rata-Rata Kadar Asam Asetat (CH_3COOH)
1	A (Kontrol)	3,49	$5,6 \times 10^{-3}$	$5,45 \times 10^{-3}$
	A' (Kontrol)	3,51	$5,3 \times 10^{-3}$	
2	B (Vit B_1 20mg)	3,46	$6,8 \times 10^{-3}$	$5,55 \times 10^{-3}$
	B' (Vit B_1 20mg)	3,55	$4,3 \times 10^{-3}$	
3	C (Vit B_1 20mg + 5 g Bekatul)	3,49	$5,6 \times 10^{-3}$	$4,95 \times 10^{-3}$
	C' (Vit B_1 20mg + 5 g Bekatul)	3,56	$4,3 \times 10^{-3}$	
4	D (Vit B_1 20mg + 7,5 g Bekatul)	3,52	$5,0 \times 10^{-3}$	$4,5 \times 10^{-3}$
	D' (Vit B_1 20mg + 7,5 g Bekatul)	3,57	$4,0 \times 10^{-3}$	
5	E (Vit B_1 20mg + 10 g Bekatul)	3,73	$2,0 \times 10^{-3}$	$2,05 \times 10^{-3}$
	E' (Vit B_1 20mg + 10 g Bekatul)	3,71	$2,1 \times 10^{-3}$	
6	F (Vit B_1 20mg + 12,5 g Bekatul)	3,67	$2,4 \times 10^{-3}$	$2,8 \times 10^{-3}$
	F' (Vit B_1 20mg + 12,5 g Bekatul)	3,62	$3,2 \times 10^{-3}$	
7	G (Vit B_1 20mg + 15 g Bekatul)	3,44	$7,2 \times 10^{-3}$	$8,25 \times 10^{-3}$
	G' (Vit B_1 20mg + 15 g Bekatul)	3,39	$9,3 \times 10^{-3}$	

Grafik Kadar Asam Asetat Yang Terdapat Dip Dalam Sampel



Lampiran 5. Perhitungan Uji Statistik Anova One Way, Pengaruh Konsentrasi Bekatul Terhadap Kadar Etanol Yang Dihasilkan

1. HIPOTESIS DALAM BENTUK KALIMAT

Ho : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi tanpa bekatul, dengan penambahan vitamin B_1 20 mg, 5 g bekatul + 20 mg Vit B_1, 7,5 g bekatul + 20 mg Vit B_1, 10 g bekatul + 20 mg Vit B_1, 12,5 g bekatul + 20 mg Vit B_1, 15 g bekatul + 20 mg Vit B_1

Ha : terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi tanpa bekatul, dengan penambahan vitamin B_1 20 mg, 5 g bekatul + 20 mg Vit B_1, 7,5 g bekatul + 20 mg Vit B_1, 10 g bekatul + 20 mg Vit B_1, 12,5 g berkatul + 20 mg Vit B_1, 15 mg bekatul + 20 mg Vit B_1

HIPOTESIS DALAM BENTUK STATISTIK

Ho : A1=A2=A3=A4=A5=A6=A7

Ha : A1≠A2≠A3≠A4≠A5≠A6≠A7

2. JUMLAH KUADRAT ANTAR GROUP

$$JK_A = \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$$

$$JK_A = \left(\frac{(32{,}99)^2}{2} + \frac{(36{,}54)^2}{2} + \frac{(40{,}67)^2}{2} + \frac{(43{,}92)^2}{2} + \frac{(49{,}71)^2}{2} + \frac{(62{,}99)^2}{2} + \frac{(56{,}42)^2}{2}\right) - \frac{(323{,}24)^2}{14}$$

$$JK_A = 7814{,}28 - 7463{,}14$$

$$JK_A = 351{,}13$$

3. JUMLAH KUADRAT RATA – RATA ANTAR GROUP

$$JKR_A = \frac{JK_A}{db_A}$$

$$JKR_A = \frac{351{,}13}{A-1}$$

$$JKR_A = \frac{351{,}13}{7-1}$$

$$JKR_A = 58{,}52$$

4. **JUMLAH KUADRAT RATA – RATA DALAM GROUP**

$$JK_D = \left(\sum X_T\right)^2 - \sum \frac{\left(\sum X_{Ai}\right)^2}{n_{Ai}}$$

$$JK_D = 544{,}18 + 667{,}80 + 827{,}22 + 964{,}50 + 1235{,}58 + 1984{,}12 + 1591{,}61 - \left(\frac{(32{,}99)^2}{2} + \frac{(36{,}54)^2}{2} + \frac{(40{,}67)^2}{2} + \frac{(43{,}92)^2}{2} + \frac{(49{,}71)^2}{2} + \frac{(62{,}99)^2}{2} + \frac{(56{,}42)^2}{2}\right)$$

$$JK_D = 7815{,}03 - 7814{,}28$$

$$JK_D = 0{,}7556$$

5. JUMLAH KUADRAT RATA – RATA DALAM GROUP

$$JKR_D = \frac{JK_D}{db_D}$$

$$JKR_D = \frac{0{,}7556}{N-A}$$

$$JKR_D = \frac{0{,}7556}{14-7}$$

$$JKR_D = \frac{0{,}7556}{7}$$

$$JKR_D = 0{,}1079$$

6. F HITUNG

$$F\ hitung = \frac{JKR_A}{JKR_D}$$

$$F\ hitung = \frac{351{,}13}{0{,}1079}$$

$$F\ hitung = 542{,}16$$

7. F TABEL (taraf signifikansi 0,05)

Ftabel = F(1-α)(dbA, dbD)

Ftabel =F(1- 0,05)(6,7)

Ftabel = F(0,95)(6,7)

Ftabel = 6,36

8. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan table distribusi F dengan taraf signifikansi 0,05 diperoleh hasil sebagai berikut:

F hitung ≥ F table

542,16 ≥ 6,36

Maka Ho ditolak, dan Ha diterima. Sehingga dapat dikatakan terdapat perbedaan yang signifikan antara setiap perlakuan pada penelitian ini.

Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian

Preparasi Sampel

Pohon Ubi Karet

Ubi Karet Yang Diperoleh

Proses Pencucian

Proses Pengupasan Kulit Singkong Karet

Proses Penjemuran Singkong Karet

Hasil Penjemuran Singkong Karet

Pemotongan Hasil Penjemuran

Sampel Diblender

Pengayakan Sampel Untuk Memperoleh Ukuran Yang Homogen

Serbuk Pati Yang Dihasilkan

Bekatul Yang Diperoleh Dari Penggilingan Padi

Pengemasan Bekatul Sebagai Stok

Fermentasi Dan Pengukuran Kadar Etanol

Proses Pemanasan Serbuk Pati Menggunakan Water Bath

Proses Pengukuran pH Awal Menggunakan pH Indikator

Proses Shaker Setelah Penambahan Yeast, Vitamin dan Bekatul Agar Tersebar Merata

Proses Fermentasi Yang Didiamkan Selama 6 Hari

Hasil Fermentasi Setelah Dilakukan Penyaringan

Proses Penyaringan Lanjutan

Proses Destilasi

Hasil Destilasi

Pengukuran Berat Jenis Menggunakan Neraca Analitik

Proses Pengukuran Berat Jenis

Pembuatan Kurva Standar dan Pengukuran pH

Proses Pengukuran Berat Jenis Larutan Standar Etanol

pH Meter Yang Digunakan Dalam Pengukuran pH

Pengukuran pH Menggunakan pH Meter

Lampiran 7. Daftar Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP

I. Identitas Diri

1	Nama	Ronald Muhammad
2	Jenis Kelamin	Laki-Laki
3	NPM	A1F010015
4	Tempat, Tanggal Lahir	Bandar Lampung, 20 Maret 1992
5	Alamat	Jl. Tanah Hitam Desa Margasakti BU
6	Nomor HP	085382463265
7	E-Mail	ronaldmuhammad01@gmail.com
8	Alamat asal (Orang tua)	Jl. Tanah Hitam Desa Margasakti BU

II. Riwayat Pendidikan

NO	Jenjang Pendidikan	Spesialisasi	Tahun Lulus	Tempat
1	TK	-	1998	TK Kuncup Mekar
2	SD	-	2004	SDN 20 Margasakti
3	SMP	-	2007	SMPN 03 Padang Jaya
4	SMA	IPA	2010	SMAN 01 Argamakmur
5	Perguruan Tinggi	Pendidikan Kimia	2014	Universitas Bengkulu

III. Pengalaman Berorganisasi

No	Tahun	Nama Organisasi	Kedudukan Dalam Organisasi
1	2010-2011	HIMAMIA	Anggota HUMAS
2	2010-2012	Lembaga Pendidikan Islam	Bendahara
3	2011-2012	BEM FKIP UNIB	Staf Advokesma
4	2012-2013	Forum GenRe	Ketua Harian
5	2012-2013	UKM Jurnalistik	Staf MEDIKOM
6	2013-2014	Bengkulu Moeda Community	Co. Kajian dan Gerak
7	2013-2014	LMND	Co. Devisi Internal

IV. Prestasi Yang Pernah Diraih

No	Tahun	Jenis Prestasi	Tingkat
1	2013	Beasiswa XL Future Leader Program	Nasional
2	2013	Student Exchange Program to UBB Cambodia	Universitas
3	2012	Delegate of Indonesia As Observer in international conferece on population and development Global Youth Forum held by UNFPA PBB (United nation)	International
4	2012	Peringkat 7 Duta Mahasiswa GenRe	Nasional
5	2012	Juara 1 Duta Mahasiswa GenRe	Provinsi
6	2012	Juara 1 Lomba Debat Kritis Mahasiswa	Universitas
7	2012	Juara 2 Lomba Debat Pendidikan	Fakultas
8	2011	Juara 2 LKTI FOSSEI	Regional Sumbagsel