PROSES HIDROLISA SAMPAH SAYURAN DAN KULIT ARI KEDELAI TERHADAP KADAR GLUKOSA MENGGUNAKAN ASAM KLORIDA DENGAN VARIASI KONSENTRASI ASAM KLORIDA DAN WAKTU HIDROLISIS

HYDROLYSIS PROCESS OF VEGETABLE WASTE AND SOYBEAN SKIN AGAINST GLUCOSE LEVELS USING HYDROCHLORIC ACID WITH VARIATIONS IN THE CONCENTRATION OF HYDROCHLORIC ACID AND TIME OF HYDROLYSIS

Dwi Angga Pratomo*, Vina Khoirotul Afifah, Rini Kartika Dewi
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, ITN Malang
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang 65145
*dwiangga.pratomo@gmail.com

Abstrak
Selama ini kulit ari kedelai dan sampah sayuran masih belum dimanfaatkan secara optimal. Umumnya hanya menjadi tambahan untuk makanan ternak atau dibuang begitu saja. Melihat dari komposisi kulit ari kedelai dan sampah sayuran yang memiliki kandungan selulosa 21,24% dan karbohidrat 27,14% maka sangat berpotensi untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif, salah satu diantaranya menghasilkan produk bioetanol. Pada penelitian ini kami menfokuskan untuk mendapatkan kadar glukosa dari kulit ari kedelai dan sampah sayuran dengan proses hidrolisis menggunakan asam klorida konsentrasi 37%. Variasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu konsentrasi asam (0,25; 0,5; 0,75; 1; 1,25)% dan waktu hidrolisis (15, 30, 60, 90, 120) menit. Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah kulit ari kedelai dan sampah sayuran serta mengkaji pengaruh konsentrasi asam dan waktu hidrolisis terhadap kadar glukosa yang dihasilkan. Dari hasil penelitian didapatkan kadar glukosa tertinggi terjadi pada konsentrasi asam 1,25% dan waktu hidrolisis 120 menit sebesar 3,67% atau 36,7 mg/mL.

Kata kunci: Asam klorida, Hidrolisis, Kulit Ari Kedelai, Sampah Sayuran

Abstract
So far, soybean husks and vegetable waste have not been used optimally. Generally, it is only an addition to animal feed or is thrown away. Judging from the composition of soybean bran and vegetable waste, which contains 21.24% cellulose and 27.14% carbohydrates, it can be used as an alternative fuel, one of which is to produce bioethanol products. This study focused on obtaining glucose levels from soybean husks and vegetable waste by hydrolysis using hydrochloric acid with a concentration of 37%. The variations used in this study were acid concentration (0.25; 0.5; 0.75; 1; 1.25)% and hydrolysis time (15, 30, 60, 90, 120) minutes. This study aimed to utilize soybean bran waste and vegetable waste and examine the effect of acid concentration and hydrolysis time on the resulting glucose levels. The research results found that the highest glucose levels occurred at an acid concentration of 1.25% and a hydrolysis time of 120 minutes at 3.67% or 36.7 mg / mL.

Keywords** : **hydrochloric acid, hydrolysis, soybean peel, vegetable waste

Pendahuluan

Indonesia sebagai negara agraris yang memproduksi berbagai hasil pertanian untuk kebutuhan komersial maupun kebutuhan industri. Kegiatan ini menghasilkan berbagai macam limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal sehingga mengakibatkan berbagai masalah lingkungan (Harianja, 2015). Di kota Malang berdasarkan data statistika menyatakan bahwa setiap harinya mampu menghasilkan sampah ±660 ton/hari dimana persentasenya 35% sampah anorganik dan 65% sampah organik (Wachid, 2011).

Selain limbah rumah tangga terdapat limbah industri yang dalamhal ini industri rumahan tempe yang menghasilkan limbah padat berupa kulit ari kedelai. Di daerah Sanan, kota Malang terdapat ±400 keluarga

pengrajin tempe yang dimana setiap harinya menghasilkan sekitar 7,5 kg/hari untuk setiap keluarganya. Limbah kulit ari sendiri mengandug 48% selulosa dan 20,96 hemiselulosa serta lignin yang rendah. Sedangkan untuk sampah sayuran mengandung 13,11% serat kasar 2,39%, kadar air 81,52%.

Dengan besarnya kandungan limbah organik yang dihasilkan setiap harinya banyak muncl berbagai masalah pada daerah sekitar yang diakibatkan kurang optimalnya pemanfaatan limbah organik tadi. Oleh karena itu, sebagai salah satu cara alternatif untuk mengurangi banyaknya sampah organik yaitu dengan cara mengolah menjadi glukosa. Dimana glukosa sendiri merupakan salah satu bahan untuk pembuatan bahan bakar alternatif. Metode untuk menghasilkan bahan bakar dari bahan baku karbohidrat atau selulosa yaitu proses hidrolisis, fermentasi dan pemurnian.

Hidrolisis adalah suatu proses pemecahan atau penguraian molekul menjadi beberapa bagian dengan bantuan penambahan molekul air. Terbentuknya sejumlah besar monosakarida merupakan hasil dari proses hidrolisis terhadap polisakarida. Hidrolisis asam sendiri yang dilakukan pada penelitian ini yaitu suatu proses hidrolisa yang dilakukan dengan bantuan asam yang berfungsi sebangai katalis (Osvaldo, 2012).

Peneliti sebelumnya mengenai hidrolisis selulosa dan karbohidrat seperti Zulkifliani, dkk (2017) dengan judul Seleksi Senyawa Penghidrolisis Untuk Menghasilkan Gula Reduksi Dari Limbah Kulit Ari Kedelai Sebagai Bahan Fermentasi Bioetanol dengan variabel tetap suhu hidrolisis 121 °C selama 30 menit. Dengan variabel berubah senyawa penghidrolisis H_2SO_4, HCl, NaOH, dan NH_3 dengan konsentrasi 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% dan 1% (v/v). Hasil terbaik didapat pada hidrolisis dengan HCl 0,4% sebanyak 64,88%. Irawan, dkk (2012) dengan judul Sintesa Gula Dari Sampah Organik Dengan Proses Hidrolisis Menggunakan Katalis Asam dengan variabel tetap waktu hidrolisis 30 menit dan bahan baku 100 gram (perbandingan 1:6 b/v) dengan variabel berubah yaitu konsentrasi katalis HCl dan suhu hidrolisis. Hasil terbaik didapat konsentrasi HCl 0,75% dengan suhu 120 °C dengan hasil gula reduksi sebanyak 27,3 mg/mL dan yield didapatkan 15,07%.

Nantinya hasil dari proses hidrolisis ini akan diaplikasikan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dengan proses lebih lanjut seperti fermentasi dan pemurnian yang selanjutnya dapat diaplikasikan langsung di lingkungan masyarakat.

Penelitian ini melihat limbah dari dari kulit ari kedelai dan sampah sayuran maka perlu dilakukan pemrosesan untuk menjadi produk bahan bakar alternatif. Adapun untuk memproses limbah kulit ari kedelai dan sampah sayuran menjadi bahan bakar alternatif. Ada beberapa faktor yang berpengaruh dalam proses pembuatan bahan bakar alternatif tersebut seperti, proses hidrolisa, jenis katalis, suhu, waktu hidrolisis, pH, dll. Sehingga rumusan masalah pada penelitian ini kami batasi pada konsentrasi katalis asam klorida (HCl) optimal untuk melakukan hidrolisis kulit ari kedelai dan sampah organik menjadi glukosa dan lama waktu hidrolisis yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil glukosa yang optimal dari proses hidrolisis kulit ari kedelai dan sampah sayuran. Tujuan penelitian emanfaatkan limbah kulit ari kedelai dan sampah sayuran untuk menjadi bahan baku bahan bakar alternatif dan mengetahui pengaruh konsentrasi optimum katalis asam klorida (HCl) didalam proses hidrolisis sampah sayuran dan kulit ari kedelai pada kadar glukosa serta lama waktu hidrolisis yang dibutuhkan untuk menghasilkan glukosa yang optimal.

Teori

Sampah merupakan suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari hasil aktivitas manusia maupun proses alam yang belum memiliki nilai ekonomis.Sampah dapat berada pada setiap fase material seperti fase padar, cair dan gas. Bila sampah masuk ke dalam lingkungan (ke air, ke udara dan ke tanah) maka kualitas lingkungan akan menurun. Peristiwa masuknya sampah ke lingkungan yang dikenal sebagai peristiwa pencemaran lingkungan (Indrawati, 2018).

Kulit ari biji kedelai merupakan limbah industri pembuatan tempe yang didapat setelah melalui proses perebusan dan perendaman kacang kedelai. Setelah melalui kedua proses ini maka kulit ari akan terpisah dan biasanya akan dibuang begitu saja. Kulit ari ini masih potensial dimanfaatkan sebagai pakan ternak mengingat kandungan protein dan energinya yang cukup tinggi (Iriyani, 2001). Kulit ari kedelai adalah limbah padat dari pengupasan biji kedelai. Potensi kulit ari kedelai atau kleci sangat besar karena pada proses pembuatan tempe selalu dihasilkan limbah kulit ari kedelai. Kandungan yang terdapat dalam kulit ari kedelai yaitu protein kasar 14,45%, lemak kasar 3,04%, abu 3,15%, serat kasar 47,01%.

Tabel 1. Kandungan Kulit Ari Kedelai

Kandungan Nutrisi	Jumlah
Protein kasar (%)	14,45
Lemak kasar (%)	3,04
Abu (%)	3,15
Serat kasar (%)	47,01
Energimetabolis (Kkal/kg)	3.060,48

(Rohmawati, 2015).

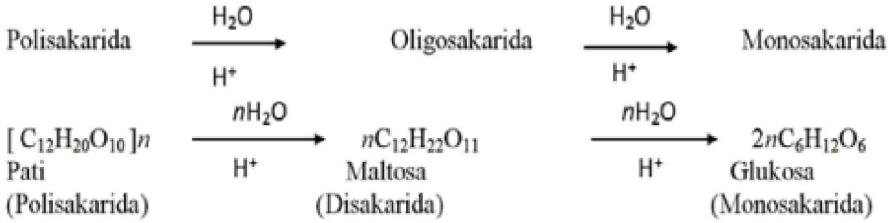
Glukosa

Glukosa merupakan salah satu jsnis monomer-monomer dari gila sedehana (monosakararida). Penentuan kadar glukosa bisa dilakukan dengan berbagai macam metode seperti *Nelson-simolgy* ataupun dengan menggunakan *Luff schoorl.* Selulosa merupakan sumber daya alam yang banyak ditemukan di alam, serta memiliki potensi dalam menghasilkan produk yang bermanfaat seperti glukosa, etanol, dan juga bahan bakar.

Adapun faktor yang sangat berpengaruh terhadap kadar glukosa yaitu penambahan konsentrasi senyawa penghidrolisis yang menyebabkan gugus radikal bebas yang terbentuk akan lebih banyak. Hal tersebut menyebabkan semakin rendahnya proporsi air sebagai penyedia kebutuhan OH^- (dari ionisasi H_2O) sebagai pengikat radikal bebas yang akibatnya glukosa yang dihasilkan akan semakin sedikit (Zulkifliani, 2017).

Hidrolisis

Hidrolisis adalah pemecahan kimiawi suatu molekul karena pengikatan air, menghasilkan molekul-molekul yang lebih kecil. Proses ini dinyatakan dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



Proses hidrolisis dapat dilakukan secara kimia maupun enzimatik. Beberapa asam yang umum digunakan untuk hidrolisis asam antara lain adalah asam sulfat (H_2SO_4), asam perklorat ($HClO_4$) , dan HCl. Secara umum hidrolisis asam encer terdiri dari dua tahap. Pada tahap pertama sebagian besar pati akan terhidrolisis menjadi maltosa. Tahap kedua dioptimasi untuk menghidrolisis maltosa sehingga menghasilkan glukosa. Jenis asam encer yang biasanya digunakan untuk hidrolisis ini adalah HCl encer

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses hidrolisis, yaitu:

1. Suhu

Suhu mempengaruhi jalanya reaksi hidrolisis, terutama pada kecepatan reaksinya. Hidrolisis dari pati mengikuti persamaan reaksi orde satu dengan kecepatan reaksi yang berbeda-beda untuk setiap jenis pati. Semakin tinggi suhu maka kecepatan reaksi dan konversi semakin meningkat dan juga bisa terjadi reaksi lebih lanjut yang membentuk senyawa lain yaitu senyawa asam karboksilat, senyawa furan, dan senyawa fenol (Irawan, 2012). Pada hidrolisis dengan asam, gugus H+ dari asam dapat memecah ikatan glikosodik pada selulosa maupun hemiselulosa, sehingga terbentuk monomer-monomer gula sederhana. Monomer-monomer gula yang dihasilkan masih mengandung gugus radikal bebas. Gugus radikal bebas kemudian akan berikatan dengan gugus OH- dari air dan bereaksi pada suhu 100 – 160 °C menghasilkan gula reduksi (Zilkifliani, 2017).

2. Katalisator

Katalisator yang biasa di gunakan berupa asam, yaitu asam klorida, asam sulfat, asam sulfit, asam nitrat, atau yang lainnya. Makin banyak asam yang di pakai sebagai katalisator, makin cepat jalannya reaksi hidrolisa. Penggunaan katalisator dengan konsentrasi kecil (larutan encer) lebih disukai karena akan memudahkan pencampuran sehingga reaksi dapat berjalan merata dan efektif. Konsentrasi katalis yang digunakan yait HCl yang berkisar antara 0,5 – 1%. Meningkatnya konsentrasi asam dalam proses hidrolisis mengakibatkan gula dan senyawa gula lainnya akan lebih banyak terdegradasi membentuk hydroxymethylfurfural dan furfural yang akhirnya keduanya membentuk asam formiat.

3. Waktu

Waktu reaksi mempengaruhi konversi yang dihasilkan. Semakin lama wakt reaksi maka semakin tinggi pula konversi yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan oleh kesempatan zat reaktan untuk saling bertumbkan dan bereaksi semakin besar. Semakin lama waktu pemanasan juga dapat mempengaruhi perubaha warna yaitu dimana emakin lama waktu pemanasan warna akan cenderung semakin keruh sehingga konveri reaksi semakin besar yang dihasislkan. Waktu yang diperlukan untuk proses hidrolisis asam yaitu antara 1 hingga 3 jam. Waktu yang efektif untuk memperoleh kadar glukosa yait berkisar antara 30 – 60 menit (Irawan, 2012).

4. Kandungan bahan baku

Kandungan karbohidrat pada bahan baku sangat berpengaruh terhadap hasil hidrolisis asam. Apabila kandungan karbohidratnya sedikit, maka jumlah gula yang terjadi juga sedikit, dan sebaliknya, apabila kandungan karbohidrat terlalu tinggi mengakibatkan kekentalan campuran akan meningkat, sehingga frekuensi tumbukan antara molekul karbohidrat dan molekul air semakin berkurang, dengan demikian kecepatan reaksi pembentukan glukosa semakin berkurang pula. Bahan yang hendak dihidrolisa diaduk dengan air panas dan jumlah bahan keringnya berkisar antara 18% hingga 22%.

5. pH

pH berpengaruh terhadap jumlah produk hidrolisa. pH berkaitan erat dengan konsentrasi asam yang digunakan. Pada umumnya, pH yang terbaik (optimum) adalah 2,3 (Osvaldo, 2012).

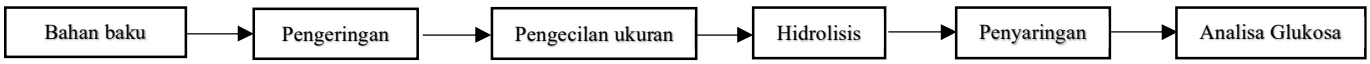
Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini dimana konsentrasi HCl yang digunakan yait 0,24; 0,5; 0,75; 1; 1,25 % (v/v) dan akt reaksi yang divariasikan dari 15, 30, 60, 90, 120 menit. Dimana suhu hidrolisis digunakan 100 °C. Adapun peralatan yang digunakan yaitu, blender, *beakerglass*, corong kaca, hotplate, labu ukur, gelas ukur, timbangan analitik, termometer, pipet volume, *hotplate* Sampah sayuran yang digunakan terdiri dari sampah kubis 70%, Bayam dan kangkung masing-masing 15%.

Variabel Penelitian

- Berat kulit ari kedelai : 130 gram
- Berat sampah sayuran : 70 gram
- Jenis katalis : HCl (p.a 37%)
- Perbandingan bahan : katalis : 1 : 6
- Suhu hidrolisis : 100 °C
- Suhu pengeringan : ± 40 °C
- Ukuran bahan : serbuk (40 *mesh*)

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir

Hasil

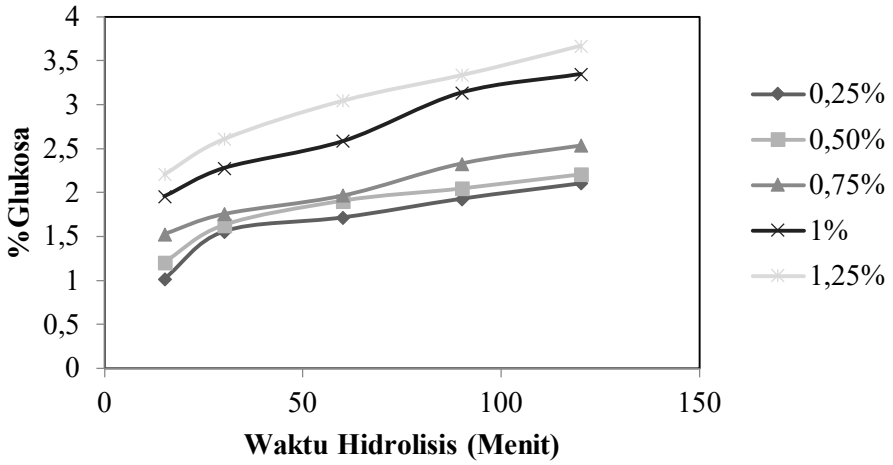
Kandungan bahan baku

Tabel 2. Analisa awal bahan baku

Bahan baku	Konsentrasi	
	Selulosa (%)	Karbohidrat (%)
Sampah sayuran + kulit ari kedelai	21,24	27,14

Pengaruh Konsentrasi Asam Klorida Terhadap Kadar Glukosa

Pada penelitian ini dapat ditunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi asam terhadap kadar glukosa yaitu berbanding lurus seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 dimana semakin tingginya konsentrasi asam klorida 9HCl) maka kadar glukosa yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan dikarenakan rasio gugus H^+ pada asam dan ion OH^- pada air yang berfungsi untuk memecah selulosa masih belum mencapai titik optimum dan masih bisa merombak selulosa dan karbohidrat menjadi glukosa. penambahan asam kuat dengan konsentrasi rendah dapat meningkatkan kuantitas gula pada proses hidrolisis selulosa dan lignoselulosa karena ion H+ pada asam kuat dapat memutuskan ikatan glikosidik yang terdapat pada selulosa. Konsentrasi optimum pada penelitian ini yaitu terjadi pada konsentrasi 1,25% HCl.

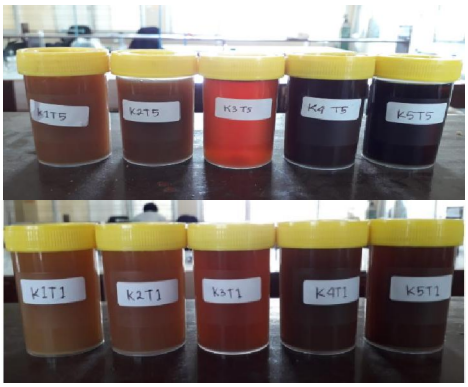


Gambar 2. Grafik Hubungan antara Waktu Hidrolisis dan Kadar Glukosa

Peningkatan konsentrasi asam menyebabkan selulosa dan hemiselulosa lebih mudah terdegradasi menjadi glukosa dan senyawa gula lainnya. Semakin tinggi konsentrasi asam yang digunakan dalam proses hidrolisis dapat juga meningkatkan *yield* yang dapatkan (Irawan, 2012).

Pengaruh Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa

Pada penelitian ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 dimana semakin lama waktu hidrolisis maka kadar glukosa juga akan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan apabila semakin lama waktu hidrolisis maka tumbukan antar reaktan akan semakin besar sehingga dapat menaikkan konversi reaksi. Dengan waktu yang lama maka akan menyebabkan selulosa dan hemiselulosa lebih mudah terdegradasi menjadi glukosa dan senyawa gula lainnya. Waktu hidrolisis terbaik pada penelitian ini yaitu 120 menit. Semakin lamanya waktu hidrolisis tidak hanya berpengaruh terhadap kadar glukosa yang dihasilkan tetapi terjadi perubahan warna juga yang seperti ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Perubahan warna pada filtrat sampah sayuran dan kulit ari kedelai

Apabila alat yang dipakai tidak menggunakan kondensor maka semakin lamanya waktu maka filtrat yang dihasilkan semakin sedikit yang dikarenakan semakin banyaknya filtrat yang teruapkan. Selain itu juga HCl yang berfungsi sebagai zat penghidrolisis akan mudah menguap apabila dipanaskan dengan suhu tinggi. Monosakarida yang terbentuk pada suhu tinggi akan mudah terdegradasi menjadi senyawa furfural, 5-hydroxymethylfurufural, asam asetat, dan asam formiat yang sekaligus menjadi inhibitor untuk proses hidrolisis lanjutan (Irawan, 2012).

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3 diatas dimana semakin lama waktu hidrolisis yang dimana semakin lama terjadinya proses pemanasan yang mengakibatkan perubahan warna menjadi keruh. Hal ini juga dapat terjadi akibat penambahan konsentrasi katalis sehingga terjadinya perubahan warna. Semakin keruh warna filtrat maka semakin besar konversi yang dihasilkan (Roiz, 2001).

Analisa Kadar Glukosa Sampah Sayuran Dan Kulit Ari Kedelai Pada Kondisi Optimum

Setelah dilakukan analisa kadar glukosa secara keseluruhan maka berdasarkan pada kondisi optimum dilakukan hidrolisis untuk masing-masing komponen kulit ari kedelai dan sampah sayuran sehingga didapatkan hasil seperti dibawah ini.

Tabel 3. Hasil analisa pada kondisi optimum untuk masing-masing bahan baku

Sampel	Kadar glukosa	
	Persen (%)	mg/mL
Sampah sayuran	2,17	21,7
Kulit ari kedelai	0,93	9,3

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa kadar glukosa tertinggi dikasihkan oleh sampah sayuran sebanyak 2,17% sedangkakn kulit ari kedelai 0,93%. Tingginya kadar glukosa yang dihasilkan pada sampah sayuran ini dikarenakan campuran dari komposisi sampah sehingga menyebabkan kandungan selulosa dan karbohidratnya akan semakin tinggi sehingga kadar glukosa yang dihasilkan juga akan semakin tinggi.

Kadar glukosa yang dihasilkan pada kulit ari kedelai lebih rendah dari pada sampah sayuran dikarenakan pada bahan baku kulit ari kedelai yang dihidrolisis dengan konsentrasi HCl 1,25% selama 120 menit telah melewati titik optimum untk menghasilkan kadar glukosa sehingga kadar dihaislkan semakin sedikit. Hal ini diperkuat oleh penelitian Zulkifliani (2017) yang dimana konsentrasi optimum hidrolisis kulit air yaitu pada konsentrasi 0,4% HCl apabila melebihi konsentrasi tersebut maka kadar gula yang dihasilkan cenderung menurun. Sebaliknya, hidrolisis sampah sayuran menurut Irawan (2012) yang dimana hidrolisis HCl optimum pada konsentrasi lebih dari 0,75% yang dimana titik optimumnya masih lebih tinggi daripada kulit ari kedelai. Hal ini juga disebabkan oleh komposisi yang terkandung dalam sampah sayuran. Sampah sayuran yang digunakan terdiri dari kubis, daun kubis, bayam, kangkung dan berbagai macam sayuran lainnya. Dari berbagai campuran sampah sayuran tersebut komposisi terbesarnya adalah kubis yang dimana mengandung selulosa 18,08% (Natsir, 2017).

Terdapat perbedaan warna yang dimana pada filtrat sampah sayuran lebih gelap daripada filtrat kulit ari kedelai. Hal ini dipengaruhi oleh bahan baku sampah sayuran yang dimana terkandung seperti kubis, bayam dan sawi yang dimana dapat menghasilkan filtrat yang lebih gelap.

Kesimpulan

Konsentrasi katalis yang optimum untuk menghasilkan kadar glukosa tertinggi yaitu 1,25% HCl dengan waktu optimum yang dibutuhkan untuk menghasilkan kadar glukosa tertinggi dalam proses hidrolisis adalah 120 menit. Kadar glukosa tertinggi didapatkan pada kondisi konsentrasi katalis 1,25% HCl dan waktu 120 menit dengan kadar glukosa dihasilkan sebesar 3,67% atau 36,7 mg/mL

Daftar Pustaka

Indrawati, R., dan Ratnawati, G.J. 2018. *Pemanfaatan Sampah Organik Rumah Tangga Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bio-Etanol dengan Metode Hidrolisis Fisik Menggunakan Panas dan Tekanan Tinggi*. Vol 2. No. 2 hlm. 119 – 124.

Irawan, Dedy., dan Zainal, A. 2012. *Sintesa Gula dari Sampah Organik dengan Proses Hidrolisis Menggunakan Katalis Asam*. Vol. 14 No. 2, Hal. 118-122.

Osvaldo,. Putra P., Faizal M,. 2012. *Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu pada Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-alang.* Jurnal Teknik Kimia No 2, Vol 18

Wachid, Mochammad. 2011. *Potensi Bioethanol dari Limbah Kulit Ari Kedelai Limbah Produksi Tempe*. Volume 6, Nomor 2, Hal. 113 – 122.

Zulkifliani, Handayani, S., Adisyahputra., Sakarani, S. 2017. *Seleksi Senyawa Penghidrolisis Untuk Menghasilkan Gula Reduksi dari Limbah Kulit Ari Kedelai Sebagai Bahan Fermentasi Bioetanol.* BIOMA 13(1) E-ISSN: 2580-9040