

**Optimasi Pembentukan Gula Cair Dari Limbah Kulit Singkong (*Manihot utilisima Pohl*)
Oleh *Bacillus Licheniformis* dalam Usaha Menumbuhkan Jiwa Kewirausahaan.**

**The Optimal Concentration of *Bacillus licheniformis* Required in the Formation of Liquid
Sugar from Cassava (*Manihot utilisima Pohl*) Waste to Nurture Entrepreneurial Skills**

Retni S. Budiarti¹⁾, Harlis²⁾, Hari kapli³⁾

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jambi

Email: ¹⁾rsb_nugraha@yahoo.co.id, ²⁾harlisbahar@gmail.com, ³⁾harikapli9@gmail.com

Abstract, This study aims to determine the optimal concentration of *Bacillus licheniformis* required in the formation of liquid sugar from cassava waste, the value of sugar and value starch contained in degraded cassava skin waste. The design used in this study was Completely Randomized Design (RAL) with 4 treatment concentration of cassava leaf extract (*Manihot utilisima Pohl.*), ie 0 concentration, 1.5 ml concentration, 2.5 ml concentration and 3.5 ml of concentration *B. licheniformis*. Data were analyzed using analysis (ANOVA) followed by Duncan's range test (DMRT) with a 5% confidence level. The results of the study showed that all treatments had a significant effect on the administration of *B. licheniformis* concentrations. Treatment using 1.5 ml *B. licheniformis* concentration on cassava skin substrate weighing 1 gram after Duncan's test range (DMRT) with 5% confidence level resulted Reduction sugar value of 6.07%.

Keywords: *Bacillus licheniformis*, liquid sugar, cassava waste, sugar content, starch

Abstrak, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi *Bacillus licheniformis* optimal yang dibutuhkan dalam pembentukan gula cair dari limbah singkong, nilai kadar gula serta nilai amilum yang terkandung dalam limbah kulit singkong yang terdegradasi. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan konsentrasi ekstrak daun singkong (*Manihot utilisima Pohl.*), yaitu 0 konsentrasi, 1,5 ml konsentrasi, 2,5 ml konsentrasi dan 3,5 ml konsentrasi *B. Licheneformis*. Data dianalisis dengan menggunakan analisis (ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji duncan's range test (DMRT) dengan taraf kepercayaan 5%. Hasil Penelitian memperlihatkan bahwa seluruh perlakuan pengaruh nyata terhadap pemberian konsentrasi *B.licheniformis*. Perlakuan dengan menggunakan konsentrasi 1,5 ml *B. licheniformis* pada substrak kulit singkong seberat 1 gram setelah uji Duncan's range test (DMRT) dengan taraf kepercayaan 5% menghasilkan nilai gula reduksi sebesar 6.07 % .

Kata kunci: *Bacillus licheniformis*, gula cair, limbah singkong, kadar gula, amilum

PENDAHULUAN

Paradigma bahwa lulusan program studi pendidikan biologi hanya dapat bekerja sebagai pendidik saatnya kini harus dirubah, karena tidak sesuai dengan profil lulusan yang diharapkan pada Visi dan Misi Kurikulum KKNI yang dipakai pada Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UNJA . Selain sebagai pendidik, mahasiswa diharapkan menjadi calon pengelola pendidikan yang handal, calon peneliti pendidikan dan keilmuan biologi serta menjadi lulusan yang mampu menciptakan lapangan kerja dimasyarakat sebagai wirausahawan yang kompeten dalam menerapkan keilmuan yang telah didapatkan semasa kuliah (Anonim, 2016)

Sejalan dengan hal tersebut dipandang perlu menumbuhkan jiwa kewirausahaan pada mahasiswa di prodi Pendidikan biologi. Diantaranya dengan mengeksplere kegiatan pembelajaran pada berbagai mata kuliah program studi yang dapat dijadikan sarana latihan atau uji coba pembuktian teori . Pentingnya pembuktian teori saat perkuliahan ditujukan agar mahasiwa memiliki kemampuan untuk menghasilkan produk baru yang bernilai tinggi karena sudah melalui pengujian secara ilmiah yang berkelanjutan yang berdampak pada nilai jual yang tinggi .

Satu dari beberapa mata kuliah pilihan yang dapat menumbuhkan jiwa kewirausahaan adalah Mikrobiologi Terapan. Mikrobiologi Terapan merupakan cabang ilmu mikrobiologi yang menggunakan mikroorganismen mencakup bermacam-macam kelompok organisme mikroskopik baik sel tunggal maupun kelompok sel, termasuk kajian virus yang dapat diterapkan demi kelangsungan hajat hidup manusia (Pelzar, 2012). Beberapa mikroorganismen yang dipelajari pada Mikrobiologi terapan dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan manusia dalam mengubah

bahan tidak terpakai atau sisa dari kegiatan manusia (Limbah) menjadi produk yang bermanfaat dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Satu diantaranya adalah *Bacillus licheniformis*. Bakteri ini memiliki kemampuan mengubah senyawa amilum menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu glukosa. *B. licheniformis* merupakan mikroorganismen yang sangat berpotensi menghasilkan enzim. Bakteri ini bersifat termofilik yang dapat hidup pada suhu tinggi 50-65°C (Soeka, dkk.2011:90). Kemampuannya untuk menghasilkan enzim pendegradasi senyawa ini dapat dikaitkan dengan perubahan bahan-bahan terbuang menjadi bahan yang dapat dimanfaatkan.

Limbah merupakan satu kata yang kini menjadi keawatiran baik tingkat local, nasional dan internasional. Dengan semakin kompleksnya kebutuhan dan teknologi manusia dapat dibayangkan seandainya limbah yang terbuang tersebut tidak dimanfaatkan tentunya dapat mengganggu lingkungan baik dari segi estetika maupun segi kesehatan. Salah satu produksi masyarakat Jambi yang meninggalkan limbah adalah produksi singkong. Berdasarkan sumber informasi bahwa Provinsi Jambi merupakan salah satu pusat produksi singkong terbesar di Indonesia setelah provinsi Jawa. Dua kabupaten yang merupakan sentra perkebunan singkong yaitu Kabupaten Musi Bayuasin telapuh mam berproduksi seluas 10.000 Ha, dikabupaten Muaro Jambi seluas 10.000 Ha, dan kini ada rencana untuk membuka dikabupaten yang lainnya yaitu kabupaten Tebo, Damasraya, dan lain-lain .

Menurut data terakhir Badan Pusat Statistik (2016:1) produksi singkong di Provinsi Jambi pada tahun 2015 mencapai 43.433 ton. Artinya limbah yang dihasilkan juga cukup banyak. Mastuti, dkk (2013:5) mengatakan bahwa persentase jumlah limbah kulit singkong bagian luar sebesar 0,5-2% dari berat total singkong segar dan

limbah kulit bagian dalam sebesar 8-15%. Oleh karena itu, untuk meminimalisir besarnya limbah kulit singkong di Provinsi Jambi, perlu dilakukan pemanfaatan dalam bentuk lain, salah satunya adalah memanfaatkan menjadi gula cair dengan bantuan jasa bakteri.

Pemanfaatan kulit singkong menjadi gula cair didasarkan dari penemuan Arrahman, Galih Nugraha, Putri Vionita dan Abdul Aziz kelompok mahasiswa fakultas pertanian dari kampus IPB (Institut Pertanian Bogor) yang menginovasikan kulit singkong menjadi gula dalam bentuk cair yang disebut dengan GUCAKUSI (Gula Cair Kulit Singkong) dengan menggunakan enzim amilase. Studi lanjut telah dilakukan pula pada praktikum mikrobiologi terapan di program studi pendidikan biologi FKIP UNJA semester ganjil 2016-2017 yang memperlihatkan kemampuan terbentuknya gula cair dengan menggunakan bakteri *B. licheniformis*. Hasil tersebut merupakan landasan perlunya dilakukan penelitian dengan judul **Optimasi Pembentukan Gula Cair Dari Limbah Kulit Singkong (*Manihot utilisima* Pohl.) Oleh *Bacillus licheniformis* Dalam Usaha Menumbuhkan Jiwa Kewirausahaan.**

METODE

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan konsentrasi ekstrak daun singkong (*Manihot utilisima* Pohl.), yaitu:

P0 = 1 g limbah singkong + 0 konsentrasi *B. licheniformis* (kontrol)

P1 = 1 g limbah singkong + 1,5 ml konsentrasi *B. licheniformis*

P2 = 1 g limbah singkong + 2,5 ml konsentrasi *B. licheniformis*

P3 = 1 g limbah singkong + 3,5 ml konsentrasi *B. licheniformis*

Setiap perlakuan diulang sebanyak 6 kali, sehingga didapatkan unit satuan percobaan sebanyak 24 unit satuan percobaan.

Setiap perlakuan diulang sebanyak 6 kali, sehingga di dapat $6 \times 4 = 24$ satuan unit percobaan. Menurut Mattjik dan Sumertajaya (2002:64), model linier dari percobaan tersebut adalah:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} : Pengamatan pada perlakuan ke-I dan ulangan ke-j

μ : Rataan umum

T_i : Pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} : Pengaruh acak pada perlakuan ke-i ulangan ke-j

Alat yang digunakan antara lain autoclave, sentrifugasi, vortex, rotary shaker, evaporator, oven, spektrofotometer, kalorimeter, timbangan analitik, erlenmeyer, gelas beker, tabung reaksi, cawan petri, pipet tetes, tabung ukur, bunsen api, batang pengaduk, jarum ose, ember, baskom/wadah, blender, pisau/cutter, botol kaca, saringan, thermometer, lemari pendingin, inkubator, incase, kompor listrik, kalorimeter, mikroskop dan kaca objek.

Bahan yang digunakan antara lain pati kulit singkong (*Manihot utilisima* Pohl.), air bersih, isolat *B.licheniformis*, NA (*Natrium Agar*), kristal violet, air kapur, H_2SO_4 , NaCl 0,85 %, pereaksi seliwanoof, pereaksi benedict, larutan glukosa, fruktosa, sukrosa dan laktosa, sarung tangan, masker, kapas kesehatan, aluminium foil, kertas label, dan aquades.

Alat dan bahan yang akan digunakan harus disterilkan terlebih dahulu untuk meminimalisir kontaminasi oleh mikroba yang tidak diinginkan. Alat dan bahan yang disterilisasi dengan menggunakan autoclave adalah erlenmeyer, tabung reaksi, kapas kesehatan, gelas beker, pipet tetes, alat

pengaduk dan jarum ose. Sterilisasi dengan autoclave menggunakan suhu 121°C dengan tekanan 15 lbs atau 1 atm. Sementara untuk baskom/wadah, pisau/cutter, botol kaca, saringan, dan sendok pengaduk disterilkan dengan cara *Boilling*, yaitu perebusan atau pemanasan pada suhu 100°C selama 10-15 menit (Hajoeningtjas, 2012:112).

Pembuatan Media Nutrient Agar (NA)

Pembuatan media NA dengan cara melarutkan 10 g NA sintetis ke dalam 500 ml akuades kemudian dipanaskan dan diaduk hingga homogen lalu disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C tekanan 15 lbs selama 15 menit.

Pembuatan Kurva Pertumbuhan *B. licheniformis*

Pembuatan kurva pertumbuhan

Pembuatan kurva pertumbuhan *B. licheniformis* diawali dengan pembuatan suspensi bakteri *B. licheniformis*. Pembuatan suspensi dilakukan dengan menyiapkan NaCl 0,85 % sebanyak 9 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian diambil sampel bakteri *B. licheniformis* yang telah dibiakkan dengan menggunakan jarum ose. Setelah itu dihomogenkan dengan menggunakan vortex atau dapat dilakukan dengan cara manual menggunakan pipet tetes.. Diambil 1 ml dari tabung 1 dan dimasukkan ke tabung 2, dan seterusnya sampai tabung ke-7 pengenceran dihentikan. Diambil 1 ml suspensi bakteri dari tabung ke-7 dan dimasukkan dalam cawan petri dan disebar di atas media NA sampai merata dengan cara *distreak*. Media NA diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam. Kemudian diamati jumlah koloni yang tampak pada cawan petri. Selanjutnya dapat dibuat kurva pertumbuhan bakteri *B. licheniformis*. Pembuatan kurva pertumbuhan *B. Licheniformis* bertujuan untuk mengetahui tahap pertumbuhan beserta waktu yang dibutuhkan bakteri

B. licheniformis dalam mencapai fase stasioner. Fase stasioner merupakan fase maksimal bakteri mengalami pertumbuhan (Cappuccino dan Sherman, 2013:135).

Pengamatan Morfologi *B. licheniformis*

Morfologi bakteri *B. licheniformis* dapat dilihat melalui pengamatan menggunakan mikroskop. *B. licheniformis* merupakan bakteri jenis gram positif. Sehingga dalam pembuatan apusan digunakan zat pewarna *kristal violet*. Bakteri gram positif dapat mempertahankan warna *kristal violet* karena lapisan peptidoglikan dan dinding selnya lebih tebal dibandingkan bakteri gram negatif.

Pembuatan apusan bakteri *B. licheniformis* dilakukan dengan menyiapkan olesan tipis bakteri menggunakan jarum ose. Kemudian dilakukan fiksasi. Setelah itu objek ditetesi dengan *kristal violet* dan dibiarkan selama 60 detik. Kemudian dibilas dengan aquades secara perlahan dan diamati dimikroskop dengan beberapa perbesaran.

Pembuatan Ekstrak Pati Kulit Singkong

Membersihkan Kulit singkong bagian mesokarp sebanyak 500 gram dengan air mengalir, kemudian direndam selama \pm 3 hari. Perendaman dilakukan dengan ditambahkan air kapur 1 gr untuk mencegah kerusakan pada kulit singkong. Selanjutnya dengan perbandingan 1:1 kulit singkong ditambahkan dengan air diblender sampai halus yang dinamakan bubur pati . Kemudian bubur pati disaring dan sisanya diperas kemudian dimasukkan dalam wadah dan diendapkan hingga pati berada didasar wadah. Endapan pati yang terbentuk dipisahkan dan ditambahkan air bersih secukupnya, lalu diendapkan kembali. Hal ini bertujuan untuk membilas pati agar lebih bersih. Menurut Arnata, dkk (2011:3) pati

yang sudah mengendap dipisahkan pada wadah lainnya lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C agar kandungan airnya berkurang. Kemudian dipindahkan kedalam erlenmeyer, ditutup dengan kapas kesehatan dan aluminium foil.

Fermentasi Pati Kulit Singkong oleh Bakteri *B. licheniformis*

Fermentasi pati kulit singkong dilakukan dengan mencampurkan pati kulit singkong dengan aquades dan ditambahkan biakan bakteri *B.licheniformis*. Banyaknya biakan yang dimasukkan adalah 1 % dengan perbandingan antara pati dan aquades sebesar 1:2 Sebelum ditambahkan biakan, dilakukan pengukuran kadar glukosa pati sebanyak 1 gr dengan aquades sebanyak 2 ml (1:2) untuk mengetahui kadar glukosa sebelum difermentasi oleh *B.licheniformis*. Setelah itu dimasukkan biakan dan difermentasi selama 72 jam (3 hari) dengan suhu 37°C (Widyatmoko, 2015:15).

Hasil hidrolisis kemudian disentrifuse dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Pada tahap ini, zat sisa atau senyawa yang tidak digunakan akan terpisah dan mengendap dibagian bawah. Sementara bagian supernatant nya berada dibagian atas dan inilah yang dikatakan sebagai gula cair. Sentrifugasi ini merupakan pemurnian yang bertujuan untuk memisahkan enzim dari sel bakteri dan senyawa lainnya (Yandri dan Ibadurrahman, 2011:61).

Pemanasan Gula Cair Kulit Singkong

Supernatan yang dihasilkan dari proses sentrifuse merupakan larutan glukosa yang siap untuk dipanaskan menjadi gula cair. Sebelumnya dilakukan pemucatan dengan arang aktif sebanyak 2 % dari bobot pati. Menurut Mashuri (2012:1) arang aktif merupakan karbon yang diproses

sedemikian rupa sehingga memiliki kemampuan adsorpsi atau daya serap yang tinggi terhadap bahan larutan atau uap. Arang aktif ini dapat menyerap senyawa berbahaya dan menjernihkan gula cair. Pemucatan dilakukan selama ± 1 jam atau sampai gula cair berubah menjadi lebih jernih. Setelah itu disaring menggunakan saringan dan dipindahkan kedalam erlenmeyer lainnya. Kemudian larutan glukosa dipanaskan (gelatinisasi) pada suhu 90°C selama ± 30 menit.

Parameter Pengamatan

Pengukuran Kadar Glukosa

Pengukuran kadar gula dilakukan dengan menggunakan metode Fenol. Sampel sebanyak 1 ml ditambahkan dengan fenol 5% sebanyak 0,5 ml dan kemudian H₂SO₄ sebanyak 2,5 ml. setelah itu dihomogenkan menggunakan vortex dengan kecepatan 1800 rpm. Kemudian didiamkan selama 10 menit. Setelah itu ditambahkan aquades hingga volume nya 10 ml. divortex kembali dan kemudian dimasukkan kedalam water bath dengan suhu 25°C atau bisa dimasukkan kedalam lemari pendingin. Setelah itu diukur menggunakan spektrofotometer pada 490 nm. Tahap selanjutnya adalah perhitungan adsorbansi dan pembuatan kurva standar (Apriyantono, dkk,1989:50).

Uji Biokimia

Uji biokimia dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan karbohidrat pada gula cair kulit singkong. Uji karbohidrat dilakukan dengan dua cara yaitu melalui tesseliwanof dan tes benedict. Disamping itu juga dilakukan uji jenis karbohidrat pada sampel gula cair kulit singkong. Hal ini dilakukan dengan menggunakan larutan pereaksi glukosa, fruktosa, laktosa dan sukrosa.

Analisis Data

Untuk menganalisis data hasil penelitian, diperlukan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang dianalisa dengan analisis varian (ANOVA). Jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji Duncan's Range Test (DMRT) dengan taraf kepercayaan 5%, untuk membandingkan hasil yang diperoleh dari tiap-tiap perlakuan.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biologi FKIP, Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Dasar dan Terpadu Universitas Jambi pada sampai dengan Oktober 2017.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji glukosa

Setelah dilakukan analisis data hasil uji glukosa menggunakan gula pereduksi terhadap 24 sampel uji didapatkan hasil bahwa terdapat pengaruh nyata perlakuan terhadap kontrol. Kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan* pada table 2 didapatkan hasil bahwa semua perlakuan P1 (1 g limbah singkong + 1,5 ml konsentrasi *B. licheniformis*), P2 (1 g limbah singkong + 2,5 ml konsentrasi *B. licheniformis*) dan P3 (1 g limbah singkong + 3,5 ml konsentrasi *B. licheniformis*) berbeda nyata perlakuan P0 (1 g limbah singkong + 0 konsentrasi *B. licheniformis* (kontrol).

Tabel 2 hasil uji analisis statistik menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang dianalisa dengan analisis varian (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji duncan's range test (DMRT) dengan taraf kepercayaan 5%

| Perlakuan | Ulangan | | | | | | R |
|-----------|---------|------|------|------|------|------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| P0 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.14 | 0.16 | 0.15 | 0.16a |
| P1 | 6,38 | 7,77 | 7,42 | 5,34 | 5,80 | 3,69 | 6.07c |

| | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|-------|
| P2 | 6,89 | 5,87 | 6,18 | 3,37 | 4,48 | 4,82 | 5.27c |
| P3 | 3,01 | 1,91 | 3,55 | 2,57 | 2,56 | 2,77 | 2.73b |
| J | | | | | | | |

Ket : P ; Perlakuan, R&N : rata-rata dan notasi, J ; Jumlah.

Uji gula reduksi dilakukan pada 24 isolat yang menunjukkan bahwa semua isolat terdapat perubahan warna. Hal ini karena semua isolat tersebut memiliki kemampuan mereduksi amilum yang tinggi. Gula reduksi diamati secara kualitatif ditandai dengan adanya endapan merah bata (Lampiran 1), Semakin merah warna yang dihasilkan maka diharapkan semakin besar kemampuan mereduksi gula. Hasil terbaik didapatkan pada perlakuan P1 dengan nilai rata-rata gula reduksi yang dihasilkan adalah 6.07 % meningkat sekitar 60% dari kadar gula kontrol, dimana pada perlakuan P1 ditambahkan 1,5 ml konsentrasi *B. licheniformis*. Penambahan 1,5 ml konsentrasi *B. licheniformis* untuk fermentasi adalah tahap sebelum dilakukan prosedur penelitian mulai dari sterilisasi alat dan bahan, pembuatan media NA, pembuatan kurva pertumbuhan *B. licheniformis*, pengamatan morfologi *B. licheniformis*, dan pembuatan ekstrak pati kulit singkong. Pada tahapan fermentasi kulit dengan ditambahkan 2,5 ml konsentrasi *B. licheniformis* pada perlakuan P1 yang memiliki persentase gula pereduksi paling tinggi terjadi perombakan senyawa pada kulit singkong yaitu amilum menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu glukosa. Hal ini dikarenakan pada perlakuan P1 berhasil dilakukan fermentasi dengan sempurna oleh *B. licheniformis* menggunakan enzim pendegradasi amilum yaitu amylase. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Reddy, *et al* (2013) mendapatkan hasil bahwa *Bacillus licheniformis* memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim amylase. Bakteri menghasilkan enzim ekstraseluler di dalam

sel dan menggunakannya di luar sel, yaitu untuk menghidrolisis sumber makanan yang mengandung amilum yang terdapat di lingkungannya. Molekul amilum tidak dapat masuk ke dalam sel bakteri karena ukurannya sangat besar, karena itu molekul amilum dihidrolisis terlebih dahulu oleh enzim amilase ekstraselular menjadi molekul karbohidrat yang lebih sederhana dan kecil ukuran molekulnya. Molekul hasil hidrolisis amilum oleh enzim amilase tersebut selanjutnya akan diangkut masuk ke dalam sel bakteri dan digunakan sebagai sumber karbon bagi aktivitas pertumbuhan dan kehidupannya (Benson, 1994).

Kemudian konsentrasi bakteri terbaik yaitu terdapat pada konsentrasi 1,5 ml hingga 2,5 ml pada perlakuan P1 dan P2 hal ini dimungkinkan karena dengan konsentrasi telah memiliki jumlah bakteri optimal untuk memfermentasi amilum, sedangkan pada konsentrasi lebih tinggi terlahu tinggi jumlah populasi bakteri yang mengakibatkan ketidaksesuaian dengan nutrisi (substrat) untuk difermentasi. Proses bakteri pertumbuhan sangat komplek, mencakup pemasukan nutrien dasar dari lingkungan ke dalam sel, konversi bahan-bahan nutrien menjadi energi dan berbagai konstituen vital sel serta perkembangbiakan (Moat, 1979 dalam Judoamidjoyo, 1989). Jumlah sel bakteri dapat diamati dengan pola pertumbuhan sehingga didapatkan fase lag, fase log, fase stasioner dan fase kematian. Pola pertumbuhan bakteri *B. licheniformis* pada konsentrasi 1,5 ml, 2,5 ml, 3 ml, serta control (tidak ada bakteri) berbeda. Hal ini dikarenakan di dalam setiap konsentrasi memiliki kandungan nutrisi yang berbeda-beda. Kandungan nutrisi pada media mola sel ini menentukan viabilitas (jumlah sel) dari bakteri *B. licheniformis*. Jumlah sel bakteri yang paling tinggi terdapat pada fase log akhir. Pada fase ini, sel mulai aktif membelah serta perkembangbiakan meningkat sehingga

didapatkan jumlah sel terbanyak. Perkembangbiakan berhenti disebabkan karena nutrisi di dalam molase telah berkurang. Kematian bakteri disebabkan karena zat makanan yang diperlukan berkurang (Dwijoseputro, 2003). Untuk mengetahui fase log akhir dan fase kematian bakteri *B. licheniformis*, maka dibuat pola pertumbuhan dari data jumlah sel pada media molase serta media NB (kontrol) yang didapatkan dari metode hitungan cawan.

Kemudian tingginya jumlah enzim yang dihasilkan pada konsentrasi 1.5 ml dan 2.5 mengakibatkan hasil terbaik untuk fermentasi amilum menjadi glukosa. Tingginya konsentrasi enzim yang digunakan akan berpengaruh terhadap kecepatan reaksinya. Peningkatan kecepatan reaksi ditandai dengan semakin banyaknya produk yang terbentuk dan jumlah substrat yang terus berkurang (Budiyanto et al. 2006). Terbentuknya produk tersebut ditandai dengan terbentuknya gula cair. Gula cair tersebut mengandung gula pereduksi yang selanjutnya dilakukan pengukuran nilai absorbansi. Nilai absorbansi yang semakin tinggi menunjukkan kandungan glukosa pada gula cair yang semakin besar (Argo dan Yulianingsih 2013). Sedangkan pada konsentrasi 3,5 ml karena jumlah mikroba yang dihasilkan tidak sebanding dengan substrat sehingga dimungkinkan banyak terjadi kematian bakteri yang berdampak pada rendahnya enzim yang dihasilkan sehingga rendahnya nilai gula pereduksi. Kemudian pada control tidak terjadi proses fermentasi dikarenakan karena tidak terdapat bakteri yang berfermentasi sehingga tidak terjadi perombakan amilum menjadi gula. Hal ini ditunjukkan oleh nilai gula pereduksi yang hanya 0.16 %.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa limbah kulit singkong dapat dimanfaatkan dalam pembuatan gula

cair dengan memanfaatkan bakteri *Bacillus licheniformis* dan konsentrasi terbaik pada pemanfaatan bakteri *B. licheniformis* dengan konsentrasi 1,5 ml yang diharapkan akan dapat dilanjutkan dengan penelitian peningkatan kemampuan menghasilkan enzim amylase oleh bakteri *B. licheniformis*.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim,2016,Laporan Penyusunan KurikulumProgram Studi Pendidikan Biologi FKIP Revitalisasi LPTK

Argo BD, Yulianingsih R. 2013. Pemanfaatan enzim selulase dari *Trichoderma Reseei* dan *Aspergillus Niger* sebagai katalisator hidrolisis enzimatik jerami padi dengan pretreatment microwave. *J Bioproses Komodititas Tropis*. 1(1):36-43.

Badan Pusat Statistik.2016. Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi (ton) 1993-2015

Gentara. L. Diakses tanggal 06 Maret 2017. Cara Mengolah Kulit Singkong Menjadi Sayur atau Keripik, 12 April 2013.
<http://www.gen22.net/2013/04/cara-mengolah-kulit-singkong-menjadi-produk.html>

Prabawati,S.,Nur.R.dan Suismono. 2011. *Inovasi Pengolahan singkong eningkatkan pendapatan dan diversifikasi pangan. Edisi 4-10 Mei 2011 No.3404 Tahun XLI*, Bogor : Badan litbang pertanian.

Prihandana, R., Noerwijan, K., Adinursni, P.G., Setyaningsih, D., Setiadi, S. dan Hendroko R. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: Agromedia

Richana,N.2012.*Ubi Kayu dan Ubi Jalar*. Bandung : Penerbit Nuansa

Rukmana, R. 1997. *Ubi Kayu Budi Daya dan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius

Suprapti,L.2015. *Teknologi Pengolahan Pangan Tepung Tapioka Pembuatan & Pemanfaatannya*. Kanisius : Yogyakarta

Sunarto,2002.*Membuat kerupuk singkong dan keripik kedelai*. Kanisius : Yogyakarta

Suherman,C.2009.*Ubi dan Singkong*. Talenta Pustaka Indonesia : Banten

diakses tanggal 18 Mei 2017