

**KORELASI WAKTU FERMENTASI TERHADAP
KARAKTERISTIK GULA CAIR DARI PATI UBI JALAR YANG
DIFERMENTASI DENGAN BAKTERI *Bacillus subtilis***

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang
Tugas akhir Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

Rika Kartikawati Suri

14.302.0257



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI
PANGAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS
PASUNDAN
BANDUNG
2019**

**KORELASI WAKTU FERMENTASI TERHADAP
KARAKTERISTIK GULA CAIR DARI PATI UBI JALAR YANG
DIFERMENTASI DENGAN BAKTERI *Bacillus subtilis***

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Sidang
Tugas Akhir Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh :
Rika Kartikawati Suri
14.302.0257

Menyetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. Hervelly, MP.)

**(Ir. Thomas Gozali,
MP.)**

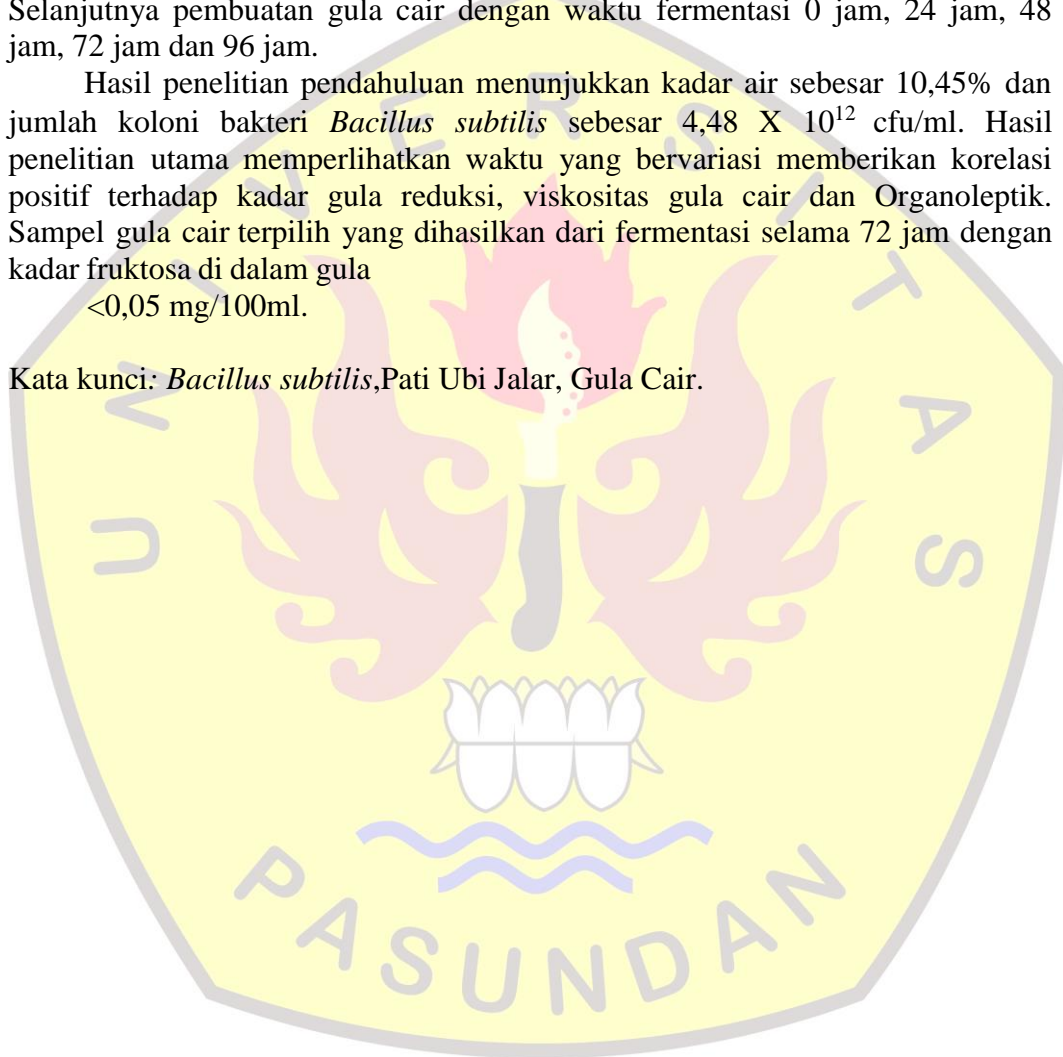
ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk mengetahui korelasi waktu fermentasi terhadap karakteristik gula cair dari pati ubi jalar yang difermentasi menggunakan bakteri *Bacillus subtilis*.

Penelitian yang dilakukan di bagi 3 tahap yaitu pembuatan pati ubi jalar dan menganalisis kadar air pati. Memperbanyak sel bakteri *Bacillus subtilis* dalam media *nutrient broth* dan perhitungan jumlah koloni bakteri *Bacillus subtilis*. Selanjutnya pembuatan gula cair dengan waktu fermentasi 0 jam, 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam.

Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan kadar air sebesar 10,45% dan jumlah koloni bakteri *Bacillus subtilis* sebesar $4,48 \times 10^{12}$ cfu/ml. Hasil penelitian utama memperlihatkan waktu yang bervariasi memberikan korelasi positif terhadap kadar gula reduksi, viskositas gula cair dan Organoleptik. Sampel gula cair terpilih yang dihasilkan dari fermentasi selama 72 jam dengan kadar fruktosa di dalam gula <math><0,05 \text{ mg/100ml}</math>.

Kata kunci: *Bacillus subtilis*, Pati Ubi Jalar, Gula Cair.



ABSTRACT

*The aim of study was to determine the correlation fermentation times using *Bacillus subtilis* from sweet potatoes starch fermented on the characteristics liquid sugar.*

The study was divided into 3 stages. Making sweet potatoes starch and analyzing water content in sweet potatoes starch produced, analyzing of moisture content starch and fermentation of starch into liquid sugar. Fermentation times 0 hours, 24 hours, 48 hours, 72 hours and 96 hours.

The result study showed that water content of starch before fermentation 10,45% and the number of bacterial colonies $4,48 \times 10^{12}$ cfu/ml. The main study result showed at varying times fermentation gave a positive correlations on reducing sugar levels, viscosity, and Organoleptice test. Selected liquid sugar samples produced from times fermentation for 72 hours with fructose content in sugar <0.05 mg / 100ml.

Keywords: *Bacillus subtilis, Sweet Potatoes Starch, Liquid Sugar.*



DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	4
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Kerangka Pemikiran.....	5
1.6. Hipotesa Penelitian.....	9
1.7. Tempat dan Waktu	9
II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. Ubi Jalar	10
2.2. Pati Ubi Jalar	14
2.3. Hidrolisis Pati.....	16
2.4. <i>Bacillus subtilis</i>	18
2.5. Enzim Amilase.....	21
2.6. Gula Cair Ubi Jalar.....	22
III METODE PENELITIAN.....	25
3.1. Bahan dan Alat Penelitian.....	25
3.1.1. Bahan Yang Digunakan.....	25
3.1.2. Alat yang digunakan.....	25
3.2. Metode Penelitian.....	25
3.2.1. Penelitian Pendahuluan	26
3.2.2. Penelitian Utama	26
3.2.3. Rancangan Perlakuan	27

3.2.4.	Rancangan Percobaan.....	27
3.2.5.	Rancangan Analisis	28
3.2.6.	Rancangan Respon	29
3.3.	Pelaksanaan Penelitian	30
3.3.1.1.	Deskripsi Penelitian Pendahuluan	30
3.3.2.	Deskripsi Penelitian Utama	36
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		46
4.1.	Penelitian Pendahuluan	46
4.1.1.	Perhitungan Jumlah Koloni	46
4.1.2.	Kadar Air	48
4.2.	Penelitian Utama	49
4.2.1.	Gula Reduksi	49
4.2.2.	Viskositas.....	52
4.2.3.	Organoleptik	53
4.3.	Analisis Terpilih.....	56
4.3.1.	<i>High Performance Liquid Chromatography (HPLC)</i>	56
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		58
5.1.	Kesimpulan	58
5.2.	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN.....		65

PENDAHULUAN

Bab ini meguraikan mengenai : (1) Latar Belakang Penelitian, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesa Penelitian, dan (7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris kaya akan berbagai jenis hasil alam hayati, hasil alam hayati yang melimpah dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Tanaman tebu yang dominan digunakan sebagai bahan pembuatan gula, kecenderungan masyarakat dalam konsumsi gula sehari-hari dibuktikan dari data hasil konsumsi gula tebu di Indonesia tiap tahun meningkat. Konsumsi gula tebu pada tahun 2013 sebanyak 2.551.026 ton, tahun 2014 sebanyak 2.632.242 ton dan tahun 2015 sebanyak 2.728.393 ton. (Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Tebu 2013-2015, 2015). Luas wilayah areal tanaman tebu rakyat sebesar 252.166 ha dan areal tebu swasta 198.131 ha. Kemampuan produksi gula Indonesia hanya 2,1 juta ton gula kristal putih (GKP) per tahun. Angka ini belum bisa memenuhi kebutuhan dalam negeri yang hampir berada di angka 3 juta ton per tahun, sehingga kekurangan tersebut harus ditutupi dengan gula impor (Lilis Ernawati, dkk, 2013).

Impor gula tebu pada tahun 1998 hingga tahun 2002 mengalami kenaikan dibandingkan dengan tahun-tahun sebelum krisis keuangan di Indonesia. Pada tahun

2005, impor gula mencapai 1,5 juta ton atau sekitar 50% dari kebutuhan dalam negeri (Sawit, dkk, 2004).

Meningkatnya konsumsi gula tebu di Indonesia dikhawatirkan akan terjadi kelangkaan gula tebu, sehingga perlu alternatif lain dalam pembuatan gula yaitu dengan cara memanfaatkan bahan baku lokal seperti singkong, ubi jalar, talas gadung, dan ganyong menjadi gula cair. Bahan baku lokal yang dapat diolah menjadi gula cair merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi kecenderungan penggunaan gula tebu (Parwiyanti, 2011).

Ubi jalar atau *Ipomea batatas* merupakan komoditi pangan yang produktivitasnya tinggi dengan pengolahan yang masih sedikit dan ubi jalar merupakan komoditas pangan lokal yang tidak bisa disimpan terlalu lama karena kandungan air didalamnya (Wulandari, 2013). Luas areal ubi jalar provinsi Jawa Barat sekitar 16,9% dari luas areal panen ubi jalar nasional sedangkan luas areal ubi jalar pada tahun 2009 mencapai 33 ribu ha, hal tersebut menunjukkan bahwa provinsi Jawa Barat dapat memasok sebesar 20,2% dari total produksi ubi jalar nasional atau mencapai 379 ribu ton per tahun (Kementan, 2010). Kandungan gizi yang terdapat didalam ubi jalar yaitu kadar air 72,84%, pati 24,28%, protein 1,64%. Potensi karbohidrat yang cukup tinggi terutama fraksi pati yang terdapat didalam ubi jalar menunjukkan bahwa ubi jalar berpotensi dijadikan sumber gula (Aini,2004).

Pati merupakan senyawa karbohidrat kompleks. Pada saat fermentasi pati akan diubah menjadi senyawa sederhana yaitu glukosa atau gula cair. Gula cair dapat

diperoleh dari proses hidrolisis secara kimiawi, fisik, dan mikrobiologis (Lopez *et al*, 2004).

Hidrolisis secara mikrobiologis dari mikroorganisme yang akan menghasilkan enzim amilase dipergunakan dalam penelitian ini karena diharapkan akan menghasilkan produk spesifik berupa glukosa, sehingga akan mengurangi produk-produk sampingan seperti 5-hidroksimetilfulfural dan fulfural seperti yang terjadi pada proses hidrolisis secara kimiawi (Lopez *et al*, 2004). Mikroorganisme yang dapat digunakan pada proses hidrolisis secara mikrobiologis salah satunya bakteri *Bacillus subtilis*.

Bacillus subtilis merupakan bakteri gram positif yang berbentuk batang dan secara alami sering ditemukan di tanah dan vegetasi. *Bacillus subtilis* dapat hidup di bawah kondisi keras dan lebih cepat mendapatkan perlindungan terhadap stres situasi seperti kondisi pH rendah (asam), bersifat alkali, osmosa, atau *oxidative* kondisi, dan panas atau etanol. *Bacillus subtilis* merupakan jenis kelompok bakteri termofilik yang dapat tumbuh pada kisaran suhu 45°C sampai 55°C dan mempunyai pertumbuhan suhu optimum pada suhu 60 °C sampai 80 °C (Hidayat, dkk., 2014). *Bacillus subtilis* merupakan bakteri yang dapat menghasilkan enzim amilase. Enzim amilase dapat memecah ikatan pada amilum hingga terbentuk maltosa. Ada tiga macam enzim amilase, yaitu α amilase, β amilase dan γ amilase. Enzim ini memecah ikatan 1-4 yang terdapat dalam amilum dan disebut endo amilase sebab enzim ini memecah bagian dalam atau bagian tengah molekul amilum (Poedjiadi, 2006).

Sehingga ubi jalar yang memiliki kandungan pati yang terdiri dari 2 fraksi utama yaitu amilosa dan amilopektin dapat dihidrolisis oleh enzim amilase yang akan menghasilkan gula cair.

Mekanisme terbentuknya gula cair dengan fermentasi karena amilase adalah enzim ekstraseluler yang disekresi oleh bakteri *Bacillus subtilis* untuk mengubah pati yang tidak dapat terdifusi. Fraksi terdifusi dapat masuk ke dalam sel dan diproses oleh enzim intraseluler. Fraksi terdifusi di dalam sel oleh enzim maltase dihidrolisis lebih jauh menjadi D-glukosa. Hasil dari fermentasi pati merupakan hasil dari penggunaan glukosa intraseluler. Keberadaan amilase dapat diamati dengan menyaring kultur *broth* dan mencampunya dengan pati. Menghilangnya pati menunjukkan keberadaan amilase. Ini dapat langsung diketahui dengan menambahkan beberapa tetes larutan iodin. Warna biru menunjukkan keberadaan pati, warna coklat menunjukkan hidrolisis sempurna dari pati menjadi maltase (Sale, 1961).

Gula cair merupakan cairan berwarna jernih, memiliki rasa manis, kental dan tidak berbau. Dalam gula cair mengandung D-glukosa, maltosa, dan polimer D-glukosa (Sari, 2010).

Pembuatan hidrolisis pati secara bakteriologis yang dihasilkan dari bakteri *Bacillus subtilis* di Indonesia belum banyak digunakan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengolah pati ubi jalar menjadi gula cair sehingga bahan baku lokal menghasilkan nilai ekonomis yang tinggi.

1.2. Identifikasi Masalah

Masalah yang dapat diidentifikasi berdasarkan latar belakang di atas adalah: Apakah waktu fermentasi yang berbeda berkorelasi terhadap karakteristik gula cair dari pati ubi jalar yang difermentasi dengan bakteri *Bacillus subtilis*?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah :

1. Memanfaatkan bakteri *Bacillus subtilis* dalam menghasilkan enzim amilase.
2. Menentukan kondisi terbaik terhadap penguraian pati menjadi gula cair dan pemanfaatan ubi jalar sehingga menghasilkan nilai ekonomis tinggi.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Memanfaatkan bahan baku lokal sehingga menghasilkan nilai ekonomis yang tinggi.
2. Memberikan informasi mengenai fermentasi pati ubi jalar menggunakan enzim amilase kasar dari bakteri *Bacillus subtilis*.
3. Memberikan informasi mengenai pengaruh waktu hidrolisis terhadap karakteristik gula cair hasil hidrolisis pati ubi jalar.

1.5. Kerangka Penelitian

Aini (2004) menyatakan bahwa ubi jalar atau *Ipomea batatas* mengandung kadar air 72,84%, pati 24,28%, protein 1,64%. Adanya potensi karbohidrat yang cukup tinggi terutama fraksi pati, menunjukkan bahwa, ubi jalar berpotensi dijadikan

sumber gula, khususnya gula cair.

Herawati (2009) menyatakan bahwa pengolahan ubi jalar dapat dibuat produk gula cair karena dalam ubi jalar terdapat pati jika dihidrolisis menghasilkan gula, kandungan pati ubi jalar mencapai 27,9%. Pati adalah karbohidrat yang merupakan polimer glukosa, terdiri atas amilosa dan amilopektin.

Virlandia (2008) menyatakan bahwa proses hidrolisis pati menjadi gula cair meliputi proses likuifikasi dan sakarifikasi. Pada proses likuifikasi menggunakan enzim α -amilase dan menghasilkan produk berupa dekstrin. Untuk menghasilkan gula cair atau larutan glukosa diperlukan proses lanjutan berupa proses sakarifikasi dengan menggunakan enzim *amiloglukosidase*. Enzim ini dikenal dengan nama α -1,4 *glikan glukohidrolase*, dengan penggunaan enzim ini diharapkan ikatan α -1,6 glikosidik juga akan terhidrolisis sehingga produk dekstrin yang dihasilkan pada tahap likuifikasi akan terkonversi menjadi unit-unit glukosa, dengan demikian akan diperoleh derajat kemanisan dan rendemen gula yang lebih tinggi.

Purba (2009) menjelaskan bahwa proses hidrolisis enzimatik dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu enzim, ukuran parikel, suhu, pH, waktu hidrolisis, perbandingan cairan terhadap bahan baku (volume substrat), dan pengadukan. Enzim yang dapat digunakan adalah α -*amylase*, β -*amylase*, amiloglukosidase, glukosa isomerase, pullulanase, dan isomilase. Enzim yang bisa digunakan untuk proses pembuatan glukosa cair adalah enzim α -*amylase* dan enzim glukoamilase.

Jurnal Pangan dan Agroindustri (2015) menyatakan bahwa jenis mikroba

penghasil enzim pengurai pati diantaranya adalah *Aspergillus niger*, *Bacillus amyloliquifaciens*, *Streptomyces sp*, *Bacillus aquamaris*, *Saccharomycopsis filbugera*, *Bacillus subtilis*, *Penicillium sp*, *Bacillus licheniformis*, *Geobacillus thermodenitrificans*, *Klebsiela pneumoniae*, *Saccaromyces serevisiae*

Sale (1961) menyatakan bahwa mekanisme terbentuknya gula cair oleh fermentasi karena amilase adalah enzim ekstraseluler yang disekresi oleh bakteri untuk mengubah pati yang tidak dapat terdifusi. Fraksi terdifusi dapat masuk ke dalam sel dan diproses oleh enzim intraseluler. Fraksi terdifusi di dalam sel oleh enzim maltase dihidrolisis lebih jauh menjadi D-glukosa. Hasil dari fermentasi pati merupakan hasil dari penggunaan glukosa intraseluler.

Pujoyuwono *et al* (1997) menyatakan bahwa aktivitas optimum enzim berkisar pada nilai pH pertumbuhan mikroorganisme penghasil pH pertumbuhan mikroorganisme penghasil enzim tersebut. Enzim amilase umumnya stabil pada kisaran nilai pH 5,5 sampai 7,0. Aktivitas optimum umumnya terjadi pada nilai pH 4,8 sampai 6,5. Tetapi nilai pH optimum aktivitas enzim berbeda-beda tergantung organisme penghasil enzimnya.

Karlina *et al* (2017) menyatakan bahwa produksi pati sagu menggunakan enzim α -amilase dengan perbandingan pati dan air (1:4, 1:5, 1:6). Enzim α -amilase dengan 3 taraf konsentrasi 0,8 mL Kg^{-1} pati, 1,0 mL Kg^{-1} pati dan 1,2 mL Kg^{-1} pati. Kondisi optimum produksi gula cair dari pati sagu diperoleh perbandingan pati dengan air 1:4 dengan enzim α -amilase 1,2 mL Kg^{-1} pati gula cair yang

dihasilkan memiliki karakteristik fisik, rasa manis, aroma manis khas gula, warna kuning kemerahan, gula pereduksi 50,46%,

Jonathan *et al*, (2013) menyatakan bahwa produksi gula cair dari pati sukun menggunakan enzim α -amilase dengan konsentrasi enzim α -amilase 0.01, 0.02 dan 0.03 dari berat kering bahan. Waktu hidrolisis selama 90 menit, 120 menit dan 150 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sirup glukosa yang paling baik kandungan gula reduksinya adalah produk dengan variasi waktu hidrolisis 150 menit dan konsentrasi enzim α -amilase 0,03 yaitu sebesar 22,36 %. Pengukuran kekentalan sirup glukosa dilakukan pengukuran untuk keseluruhan sampel dengan 2 (dua) kali pengulangan. Dari percobaan pertama yang telah dilakukan didapat data menggunakan spindel nomor 2 dengan cp 18,8 dan 10 % TOR adalah 4,2 %. Sementara dari hasil pengukuran kedua didapat data menggunakan spindel nomor 2 dengan cp 16,8 dan % TOR adalah 4,8 %.

Budiyanto *et al*, (2005) menyatakan bahwa produksi gula cair dari pati ubi kayu dengan menggunakan enzim α -amilase pada tahap likuifikasi dan enzim amiloglukosidase pada tahap sakarifikasi. Proses likuifikasi dilakukan pada konsentrasi enzim 0,6 sampai 1,2 ml/kg pati selama 20 sampai 60 menit pada suhu 90°C sampai 100°C dan proses sakarifikasi menggunakan enzim 0,8 ml/kg sampai 1,2 ml/kg pati, pada duhu 60°C dan pH 4,4 sampai 4,6 selama 72 jam.

Puji *et al*, (2001) menyatakan bahwa produksi gula cair dari pati ubi kayu dengan menggunakan enzim α -amilase kasar dari bakteri *Bacillus stearothermophilus*. Suspensi pati ubi kayu sebanyak 2% dengan pH 6,0-6,5,

ditambahkan enzim kasar 5% (v/v) dengan variasi waktu 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, dan 24 jam. Aktivitas α -amilase maksimum dicapai pada jam ke-24 sebesar 1068,87 U/ml dan kandungan gula reduksi tertinggi dicapai pada jam ke-24 sebesar 4,48 g/l. Hidrolisis pati oleh α -amilase *Bacillus stearothermophilus* menghasilkan maltosa, glukosa, dan oligosakarida.

Rahmawati (2017) menyatakan bahwa produksi gula dari pati kulit singkong dengan menggunakan enzim amilase kasar dari bakteri *Bacillus licheniformis* kulit singkong sebanyak 500 gram dan ditambahkan air sebanyak 500 ml (Perbandingan 1:1). Sebanyak 5 ml ekstrak pati kulit singkong dan ditambahkan suspensi bakteri sebanyak 5 ml. Hidrolisis dilakukan secara anaerob selama 72 jam (3 hari) dengan suhu 37°C. Hasil analisa kandungan kalori gula cair kulit singkong menggunakan enzim amilase kasar dari *Bacillus licheniformis* menghasilkan 113 kkal/100 gram

1.6. Hipotesa Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, maka dapat diambil suatu hipotesis diduga waktu fermentasi berkorelasi terhadap karakteristik gula cair yang dihasilkan dari pati ubi jalar varietas sukuh.

1.7. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian, Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Jl. Dr. Setiabudi No. 193, Bandung. Adapun waktu penelitian dilakukan mulai dari bulan Desember sampai dengan selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N. 2004. **Pengolahan Tepung Ubi Jalar Dan Produk-Produknya Untuk Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Pedesaan**. Makalah Pribadi Falsafah Sains (Pps 702). Sekolah Pasca Sarjana. IPB Bogor.
- Aiyer, P. 2005. **Amylases and Their Applications**. African Journal of Biotechnology 4: 125-135.
- Antarlina dan Utomo. 1999. **Proses Pembuatan dan Pengembangan Tepung Ubi Jalar untuk Produk Pangan**. Edisi Khusus Balitkabi No. 15 Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Malang.
- Azizah, N., A. N Al-Baari dan S. Mulyani. 2012. **Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH dan Produksi Gss Pad Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas**. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan 1.
- Budiyanto, A., Pujoyuno, M., dan Nur, R. 2005. **Optimasi Proses Produksi Tepung Kasava Dari Pati Ubi Kayu Skala Laboratorium**. Buletin Balai Besar Pascapanen, 1-16.
- Choi, S. 2013. Chapter 3: *Sensory Evaluation*. Di dalam: Edelsen S, editor. *Food Science : An Ecological Approach*. Sudbury (CA): Jones and Bartlett Publisher.
- Dewi, C., Tjahjadi, P., dan Artini, P. 2004. **Produksi Gula Reduksi oleh *Rhizopus oryzae* dari Substrat Bekatul**. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Direktorat Gizi Depkes RI. 1981. **Standar Nasional Indonesia**. Departemen Perindustrian republik Indonesia: Jakarta.
- Ernawati, L. dan Erma, S. 2013. **Analisis Faktor Produktivitas Gula Nasional dan Pengaruhnya Terhadap Harga Gula Domestik dan Permintaan Gula Impor Dengan Menggunakan Sistem Dinamik**. Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1, (2013) 1-7. Surabaya.
- Fahn, A. 1995. **Anatomi Tumbuhan**. Edisi ketiga. Yogyakarta: Gajah Mada University.
- Fardiaz, S. 1992. **Mikrobiologi Pangan**. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.

- French, D. 1984. **Organization Of Starch Granules**. In R.L. Whistler, J.N. Bemmler dan E.F. Paschall (eds) *Starch: Chemistry and Technology*. Academic Press Inc. New York.Pres.
- Funglie, K. O. and Oates. C. G. 2001. **Strach Markets In Asia**. In K.O. Funglie ang M.Harmann (*Eds*). *Sweetphotato Post Harvest Research ang Development In China*. Proceedings of an Interasional Workshops held in Chengdu, Sichuan, PR China on November 7-8, 2001. CIP, Bogor, Indonesia. p. 100-110.
- Ginting, E., Yudi, W., Siti, A., dan M. Jusuf. 2005. **Karakteristik Pati Beberapa Varietas Ubi Jalar**. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian Kendalpayak. Malang.
- Giovanni, J., Sinung. P., dan Ekawati. P. 2013. **Variasi Waktu dan Enzim α -Amilase Pada Hidrolisis Pati Sukun (*Artocarpus altilis* Park.)**. Fakultas Teknologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Gunawan, D. dan Mulyani, S. 2004. **Ilmu Obat Alam (Farmakognosi) jilid 1**. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hadioetomo, R. 1985. **Mikrobiologi Dasar dalam Praktek : Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium**. Gramedia, Jakarta : 163 pp.
- Hanafie, R. 2010. **Peran Pangan Pokok Lokal Tradisional dalam Diversifikasi Konsumsi Pangan**. Fakultas Pertanian Universitas Widyagama Malang : Malang
- Handawi. 2010. **Kajian Keterkaitan Produksi, Perdagangan dan Konsumsi Ubi Jalar untuk Meningkatkan 30% Partisipasi Konsumsi Mendukung Proses Keanekaragaman Pangan dan Gizi**. Seminar Nasional. Kantor Deputi Menegristek. Ubi Jalar atau Ketela rambat (*Ipomoea batatas L*).
- Hartati, A. dan Yoga. 2014. **Proses Likuifikasi Pati Ubi Talas Menggunakan Enzim α -Amilase**. Proceeding Seminar Nasional Teknologi. Tanggal18-19 September 2014/173 Universitas Udayana, Denpasar.
- Hidayat, S., Afandi, dan Rahmi. 2014. **Makalah *Bacillus sp.*** S1 Kimia Analisis Medis dan Analisis Kimia. Sekolah Tinggi Bakti Asih Bandung.
- Hii, S., Joo, S., Tau, C., and Arbakariya, A. 2012. Pullulanase: **Role In Starch Hydrolysis and Potential Industrial Applications**. Hindawi Publishing Corpration Enzyme Research, doi: 10.1155/2012/921362.

- Jacobs, M. B. 1958. **The Chemistry and Technology of Food and Food Product**. Interscience Publishers. New York.
- Jayanti, T. R. 2011. **Pengaruh pH, Suhu Hidrolisis Enzim α -Amilase dan Konsentrasi Ragi Roti untuk Produksi Etanol Menggunakan Pati Bekatul**. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Kaneko, T., Toshihisa, O., and Naganori, O. 2005. **Purification and Characterization of a Thermostable Raw Starch Digesting Amylase from a *Streptomyces* sp.** Isolated In a Milling Factory. *Biosci. Biotechnol. Biochem* 69: 6, 1073-1081.
- Kartika, B., Pudji, H., dan Wahyu, S. 1988. **Pedoman Uji Indrawi Bahan Pangan**. Proyek Peningkatan Pengembangan Perguruan Tinggi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Kementrian Pertanian. 2010. **Road Map Strategi Sektor Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim**. Jakarta.
- Keynan, A. and N. Sandler 1983. **The Bacterial Spore**, vol 2. (HURST, A. and GOULD, G. W., eds). Academic Press, New York: 107 pp.
- Lehninger, A. L. 1997. **Dasar-Dasar Biokimia**. Terjemahan Thena wijaya. Jakarta: Penerbit Erlangga. 1993.
- Lestari, P., Abdul, A., Khasmawar, S., Nur, R., dan Djoko, D. 2001. **Analisis Gula Reduksi Hasil Hidrolisis Enzimatik Pati Ubi Kayu oleh α -Amilase Termotabil dari *Bacillus stearothermophilus* TII13**. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*.
- Lopez, M., Nichols, N., Dien, B., Moreno, J., and Bothast, R. 2004. **Isolaton Of Microorganism for Biological Detoxification of Lignocellulosic Hydrolyzates**. *J Appl. Microbiol Biotechnol* 64:125-131
- Madigan, Martinko, and Stahl. 1997. **Brock Biology Of Microorganisms**. Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Mayasari, S. T. 2007. **Pengaruh Lama Hidrolisa dan Konsentrasi Asam terhadap Rendemen dan Mutu Sirup Gukosa Dari Pati Pisang Keok (*Musa paradisiaca* L.)**. Departemen Teknoogi Pertanian. Universitas Sumatra Utara.

- Mikrobiologi Terapan UIN. 2017. **Bakteri Termofilik**. Jurusan Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi.
- Murtias, K., Ade, H., dan Agus, B. 2017. **Optimasi Produksi Gula Cair dari Pati Sagu (*Metroxylon spp.*) Asal Sulawesi Tenggara**. Universitas Pakuan. Bogor.
- Nurpialawati, I. 2014. **Viskositas Cairan**. Program Studi Pendidikan Kimia. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta
- Oktavia, I., Bambang, A., dan Musthofa, L. 2014. **Hidrolisis Enzimatik Ampas Tebu (*Bagasse*) Memanfaatkan Enzim Selulase dari Mikrofungi *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* Sebagai Katalisator dengan *Pretreatment Microwave***. Jurnal. Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya: Malang
- Orten, M. And Neuhaus, W. 1970. **Biochemistry C. V.** Mosby Company. Saint Louis. 430-435.
- Parwiyanti., Filli, P., dan Renti, A. 2011. **Sifat Kimia Dan Fisik Gula Cair Dari Pati Umbi Gadung (*Dioscorea hispida denis*)**. J. Teknol. Dan Industri Pangan 17(2) : 171-176.
- Putra, A., D. 2017. Makalah HPLC (High Performance Liquid Cromatothography). Academia
- Poedjiadi. 2009. **Dasar-Dasar Biokimia**. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Putri, A., S., Fajar, R., Rahmayuni. 2016. **Hubungan Antara Gula Reduksi, Jumlah Sel Mikrob dan Etanol Dalam Produksi Bioetanol Dari Fermentasi Air Kelapa Dengan Penambahan Urea**. Jom FAPERTA VOL.3 NO 2. Riau.
- Rahmawati, N. 2017. **Kajian Pembuatan Gula Cair Berbahan Dasar Kulit Singkong (*Manihot utilissima Pohl*) Dengan Pemanfaatan Bakteri *Bacillus licheniformis***. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi.
- Richana, N. dan Sunarti, C. 2004. **Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Umbi dan Tepung Pati Dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubikelapa dan Gembili**. Balai Besar Pertanian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Rukmana. 1997. **Ubi Jalar Budidaya dan Pasca panen**. Kanisius. Yogyakarta. Sari, 2010. **Pemanfaatan Sirup Glukosa Hasil Hidrolisa Selulosa dari Jerami Nangka (*Artocarpus heterophyllus Lamk*) Sebagai Pemanis pada**

Pembuatan Manisan dari Daging Buah Kelapa (*Cocos nucifera L.*). Skripsi. Departemen Kimia Fakultas MIPA Universitas Sumatra Utara: Medan.

Sawit dan Husein. 2004. **Ekonomi gula**. Sekretariat Dewan Ketahanan Pangan, Jakarta.

Srinorakutara, K. and La-aied, S. 2006. **Approach of Cassava Waste Pretreatments for Fuel Ethanol Production in Thailand**. Journal Scientific and Research, 31(1).

Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1996. **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty Yogyakarta. Yogyakarta.

Sudrajat, P dan Tjipto,U. 2005. **Pembuatan Karbon Aktif**. Lembaga Ilmu Pengetahuan Industri Bandung.

Sugiyono. 2002. **Metode Penelitian Administrasi**. Bandung.

Suismono, 1995. **Kajian Teknologi Pembuatan Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*) dan Manfaatnya untuk produk Ekstruksi Mie Basah**. Tesis. Program Studi Pascan Panen, IPB. Bogor.

Sulistiyo, N. 2006. **Pengembangan Brownies Kukus Tepung Ubi Jalar di PT.Fits Mandiri Bogor**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.

Vaseekaran, S., Balakumar, S., Arasaratnam., V. 2010. **Isolation and Identification of a Bacterial Strain Producing Thermostable α - Amilase**.Tropical Agricultural Research 22: 1, 1-11.

Virlandia dan Feby. 2008. **Pembuatan Sirup Glukosa dari Pati Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) dengan metode enzimatis**.

Widowati, S., Waha, M., dan Santosa, B. 1997. **Ekstraksi dan Karakterisasi Sifat Fisikokimia dan Fungsional Pati Beberapa Varietas Talas (*Colacosia esculenta (L) schott*)**. Dalam S. Budjianto,F. Zakaria, R.D. Haryadi, dan B. Satiawiharja (Eds). Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan. Denpasar, 16-17 Juli 1997. Buku I. PATPI-Menpangan RI. P.181-195.

Winarno, F.G. 2005. **Kimia Pangan dan Gizi**. Gramedia. Jakarta

Winarno, F.G. 1983. Buku Seri Teknologi Pangan, Direktorat Pengembangan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Institut Pertanian Bogor.

Wolfe, S. L. 1993. **Molecular and Cellular Biology**. Wadsworth Publishing Company. California.

Yazid, E dan Nursanti, L. 2006. **Penuntun Biokimia Untuk Mahasiswa Analisis**. Yogyakarta.

Zhou, M., Robards, K., Glenie, H., and Helliwell, S. 1999. **Structure and Pasting Properties Of Oat Starch**. *Cereal Chem.* 75(3): 273 –281

