

**STUDI PEMBUATAN GULA CAIR DARI TEPUNG UBI
JALAR CILEMBU (*Ipomea batatas* (L) Lam) DENGAN
HIDROLISIS ASAM**

S K R I P S I

Oleh :

ANNISA FITRI

NPM : 1504310015

Program Studi : TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

**STUDI PEMBUATAN GULA CAIR DARI TEPUNG UBI
JALAR CILEMBU (*Ipomea batatas (L) Lam*) DENGAN
HIDROLISIS ASAM**

SKRIPSI

Oleh

ANNISA FITRI

1504310015

TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Strata 1 (S1) pada
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Komisi Pembimbing

Ir. Sentosa Ginting, M.P.
Ketua

Ir. Mhd. Iqbal Nusa, M.P.
Anggota

Disahkan Oleh :

Dekan



Ir. Asritanani M. M. M.P.

Tanggal Lulus : 27 Juli 2019

PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Annisa Fitri

NPM : 1504310015

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Studi Pembuatan Gula Cair dari Tepung Ubi Jalar Cilembu (*Ipomea batatas* (L) Lam) dengan Hidrolisis Asam adalah berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, Agustus 2019

Yang menyatakan




Annisa Fitri

RINGKASAN

Penelitian ini berjudul “Studi Pembuatan Gula Cair dari Tepung ubi Jalar Cilembu (*Ipomea batatas* (L) Lam) dengan Hidrolisis Asam”. Penelitian ini dibimbing oleh Bapak Ir. Sentosa Ginting, M.P. selaku Ketua Komisi Pembimbing dan Bapak Ir. Iqbal Nusa, M.P. selaku Anggota Komisi Pembimbing.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pembuatan gula cair dari tepung ubi jalar Cilembu dengan hidrolisis asam menggunakan asam klorida dan untuk mengetahui konsentrasi HCl yang terbaik dalam pembuatan gula cair dari tepung ubi jalar Cilembu dengan lama waktu pemanasan yang optimum.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan (2) dua ulangan. Faktor I adalah Perbedaan konsentrasi HCl (H) terdiri dari 4 taraf yaitu : $H_1 = 0,2 \text{ N}$, $H_2 = 0,4 \text{ N}$, $H_3 = 0,6 \text{ N}$, $H_4 = 0,8 \text{ N}$. Faktor II adalah Perbedaan lama waktu pemanasan (W) terdiri dari 4 taraf yaitu : $W_1 = 30$ menit, $W_2 = 60$ menit, $W_3 = 90$ menit, $W_4 = 120$ menit. Parameter yang diamati antara lain : Uji Organoleptik yang meliputi Bau, Rasa dan Warna, Kadar Air, Kadar Abu, Kadar Gula Pereduksi, Analisa Kandungan Pati (Kualitatif), TSS, Mikroba Kapang.

Hasil analisa secara statistik pada masing-masing parameter memberikan kesimpulan sebagai berikut :

Uji Organoleptik

Perbedaan konsentrasi HCl memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata (tn) terhadap parameter uji organoleptik bau dan warna tetapi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter uji organoleptik

rasa. Rasa manis tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,8 N (H_4) yaitu sebesar 3,71 dan organoleptik rasa terendah berada pada perlakuan konsentrasi HCl 0,2 N (H_1) yaitu sebesar 2,74.

Perbedaan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap parameter uji organoleptik bau dan warna tetapi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,1$) terhadap parameter uji organoleptik rasa. Rasa manis tertinggi terdapat pada perlakuan lama waktu pemanasan 120 menit (W_4) yaitu sebesar 3,50 dan organoleptik rasa terendah berada pada perlakuan lama waktu pemanasan (W_1) yaitu sebesar 2,86.

Kadar Air

Perbedaan konsentrasi HCl memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter kadar air. Kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,2 N (H_1) yaitu sebesar 39,19% dan kadar air terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,8 N (H_4) yaitu sebesar 37,70%.

Perbedaan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter kadar air. Kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan lama waktu pemanasan 30 menit (W_1) yaitu sebesar 40,86% dan kadar air terendah terdapat pada perlakuan lama waktu pemanasan (W_4) yaitu sebesar 37,16%.

Interaksi antara perbedaan konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap parameter kadar air memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata. Kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,2 N dan lama waktu pemanasan 30 menit (H_1W_1) yaitu sebesar 43,90% dan kadar air terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,8 N dan lama waktu pemanasan 120 menit (H_4W_4) yaitu sebesar 36,80 %.

Kadar Abu

Perbedaan konsentrasi HCl memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter kadar abu. Kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,8 N (H_4) yaitu sebesar 1,73% dan kadar abu terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,2 N (H_1) yaitu sebesar 0,62%.

Perbedaan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter kadar abu. Kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan lama waktu pemanasan 120 menit (W_4) yaitu sebesar 1,49% dan kadar abu terendah terdapat pada perlakuan lama waktu pemanasan 30 menit (W_1) yaitu sebesar 0,74%.

Interaksi antara perbedaan konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap parameter kadar abu memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata. Kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,8 N dan lama waktu pemanasan 120 menit (H_4W_4) yaitu sebesar 2,48% dan kadar abu terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,4 N dan lama waktu pemanasan 30 menit (H_2W_1) yaitu sebesar 0,49%.

Kadar Gula Pereduksi

Perbedaan konsentrasi HCl memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter gula pereduksi. Gula pereduksi tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,4 N (H_2) yaitu sebesar 93,23% dan gula pereduksi terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,2 N (H_1) yaitu sebesar 83,31%.

Perbedaan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap parameter gula pereduksi. Gula pereduksi tertinggi terdapat pada perlakuan lama waktu pemanasan 60 menit (W_2) yaitu sebesar 90,30% dan gula pereduksi terendah terdapat pada perlakuan lama waktu pemanasan 30 menit (W_1) yaitu sebesar 86,11%.

Interaksi antara perbedaan konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap parameter gula pereduksi memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata. Gula pereduksi tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,4 N dan lama waktu pemanasan 60 menit (H_2W_2) yaitu sebesar 96,34% dan gula pereduksi terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,2 N dan lama waktu pemanasan 30 menit (H_1W_1) yaitu sebesar 77,00%.

TSS

Perbedaan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,05$) terhadap parameter TSS. TSS tertinggi terdapat pada perlakuan lama waktu pemanasan 60 menit (W_2) yaitu sebesar 77,13°Brix dan TSS terendah terdapat pada perlakuan lama waktu pemanasan 30 menit (W_1) yaitu sebesar 56,50°Brix.

Interaksi antara perbedaan konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap parameter TSS memberikan pengaruh yang berbeda nyata. TSS tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,4 N dan lama waktu pemanasan 60 menit (H_2W_2) yaitu sebesar 81,00°Brix dan TSS terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,2 N dan lama waktu pemanasan 30 menit (H_1W_1) yaitu sebesar 48,50°Brix.

Mikroba Kapang

Perbedaan konsentrasi HCl memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter mikroba kapang. Mikroba kapang tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,2 N (H_1) yaitu sebesar 31,13 koloni/ml dan mikroba kapang terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi HCl 0,8 N (H_4) yaitu sebesar 18,00 koloni/ml.

Perbedaan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter mikroba kapang. Mikroba kapang tertinggi terdapat pada perlakuan lama waktu pemanasan (W_1) yaitu sebesar 31,63 koloni/ml dan mikroba kapang terendah terdapat pada perlakuan lama waktu pemanasan (W_4) yaitu sebesar 18,13 koloni/ml.

RIWAYAT HIDUP

Annisa Fitri dilahirkan di Kota Medan, Sumatera Utara pada tanggal 22 Februari 1997, anak pertama dari dua bersaudara dari Ayahanda Tri Nugroho Wisnu Hidayat dan Ibunda Syahyani.

Adapun pendidikan Penulis yang pernah ditempuh adalah :

1. Taman Kanak-Kanak Intan Lestari, Kelurahan Persiapan Terentang, Kecamatan Kelapa, Kota Bangka, Bangka Belitung (Tahun 2001-2002), Taman Kanak-Kanak Tunas Melati, Perkebunan Libo, Kandis, Riau (Tahun 2001-2002).
2. Sekolah Dasar SDN 112305 Padang Halaban, Kecamatan Aek Kuo, Labuhan Batu, Sumatera Utara (Tahun 2003-2004), SDN 06 Kandis, Desa Belutu, Riau (Tahun 2004-2005), SDN 006 Perkebunan Ujung Tanjung, Kabupaten Siak, Riau (Tahun 2004-2006), SDN 105560 Tapian Nadenggan, Kab. Padang Lawas, Sumatera Utara (Tahun 2006-2008), SD Angkasa 2, Medan Polonia, Sumatera Utara (Tahun 2008-2009).
3. Sekolah Menengah Pertama (SMP) Harapan 2 Medan, Medan Maimun, Sumatera Utara (Tahun 2009-2012).
4. Sekolah Menengah Atas (SMA) Harapan 1 Medan, Medan Maimun, Sumatera Utara (Tahun 2012-2015).
5. Diterima sebagai mahasiswi Fakultas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tahun 2015.

Adapun kegiatan dan pengalaman Penulis yang pernah diikuti selama menjadi mahasiswi antara lain :

1. Mengikuti Pengenalan Kehidupan Kampus bagi Mahasiswa Baru (PKKMB) tahun 2015.
2. Mengikuti Rapat Kerja Nasional (Rakernas) Ikatan Mahasiswa Teknologi Pertanian Indonesia (IMTPI) di Institut Pertanian Yogyakarta pada tahun 2016.
3. Mengikuti dan menjabat sebagai anggota bidang Perkembangan Keilmuan di Organisasi Ikatan Mahasiswa Teknologi Pertanian Indonesia (IMTPI) pada tahun 2016-2018.
4. Mengikuti dan menjabat sebagai sekretaris bidang kewirausahaan di Organisasi Himpunan Teknologi Hasil Pertanian (HIMALOGISTA) Universitas Muhammadiyah Sumatera utara pada tahun 2016-2017.
5. Melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) pada Juli-September 2017.
6. Menjadi Asisten Praktikum Analisa Pangan dan Hasil Pertanian di program studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tahun 2018.
7. Mengikuti dan menjabat sebagai wakil bendahara di Organisasi Himpunan Mahasiswa Teknologi Hasil Pertanian (HIMALOGISTA) Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada tahun 2017-2018.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT zat penguasa alam semesta yang telah memberikan taufiq, rahmat serta hidayah Nya kepada kita semua terutama kepada saya dan tak lupa sholawat beriring salam kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW sehingga saya dapat beraktivitas untuk menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“STUDI PEMBUATAN GULA CAIR DARI TEPUNG UBI JALAR CILEMBU (*Ipomea batatas* (L) Lam) DENGAN HIDROLISIS ASAM”**

Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan strata 1 (S1) di Teknologi Hasil Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam melaksanakan dan menyelesaikan penulisan skripsi ini, saya banyak dibantu oleh berbagai pihak sehingga pada kesempatan ini saya banyak mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan Ridho Nya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai syarat untuk menyelesaikan strata 1 (S1).
2. Papa dan mama serta yang telah mendidik, membesarkan, dan memberikan kasih sayang serta dorongan semangat baik secara moril maupun materil sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai syarat untuk menyelesaikan strata 1 (S1).
3. Bapak Dr. Agussani, M.AP selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4. Ibu Ir. Asritanarni Munar, M.P. selaku Dekan Fakultas Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Dr. Ir. Desi Ardilla, M. Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian.
6. Bapak Ir. Sentosa Ginting, M.P. selaku ketua pembimbing yang telah membantu dan membimbing saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai syarat untuk menyelesaikan strata 1 (S1).
7. Bapak Ir. Muhammad Iqbal Nusa, M.P. selaku anggota pembimbing yang telah membantu dan membimbing saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai syarat untuk menyelesaikan strata 1 (S1).
8. Dosen-dosen Teknologi Hasil Pertanian yang telah memberikan ilmunya selama di dalam maupun luar perkuliahan.
9. Seluruh staf biro dan pegawai Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Orang-orang yang saya sayangi (Keluarga besar saya dan Arkana Warganda) yang telah memberikan doa, semangat dan dukungannya kepada saya.
11. Keluarga HCW terkasih (Rizka Ramadhani Nasution, Dara Utami, Wayuni rahmawany, Maisya Arifa, Rizki Yadisha Utomo dan Ananda Namira Wilar) atas pertemanan dari bangku sekolah hingga sekarang yang terus memberikan semangat dan motivasinya kepada saya.
12. Teman-teman tersayang (Bella Triana Rangkuti, Nur Adlina Tambunan, Pratiwi Putri, Ragel Amalia dan Siti Nurul Khairiyah) atas pertemanan

yang selama ini telah kita lalui dan terimakasih atas segala dukungan moril yang telah diberikan kepada saya sampai saat ini.

13. Teman-teman seperjuangan saya THP 2015 (Juleha Nasution dan Siti Nurmadillah) atas kerjasamanya untuk saling membantu dan memberi dukungan dalam menyelesaikan proposal ini dan teman-teman THP 2015 lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

14. Kakanda dan adinda stambuk 2014, 2016 dan 2017. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah membantu dan memberi dukungan selama ini.

Penulis pun menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, masih banyak keterbatasan pemahaman dan wasasan yang penulis miliki, serta dalam penggunaan bahasa yang baik dan benar. Oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata saya mengucapkan terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan proposal ini. Dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, Maret 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang.....	1
Tujuan Penelitian.....	4
Kegunaan Penelitian	4
Hipotesa Penelitian	5
TINJAUAN PUSTAKA	6
Ubi Jalar Cilembu.....	6
Komposisi Ubi Jalar Cilembu.....	8
Tepung Ubi Jalar Cilembu.....	9
Glukosa Cair	11
Pati	12
Hidrolisis Pati	13
Hidrolisis Secara Asam.....	16
Penelitian Terdahulu.....	18
BAHAN DAN METODE.....	20

Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
Bahan Penelitian	20
Alat Penelitian	20
Metode Penelitian	20
Model Rancangan Percobaan	21
Analisa Data.....	22
Pelaksanaan Penelitian.....	23
Parameter Pengamatan.....	24
Uji Organoleptik Bau	24
Uji Organoleptik Rasa.....	25
Uji Organoleptik Warna	25
Kadar Air.....	26
Kadar Abu	26
Kadar Gula Pereduksi.....	27
Analisa Kandungan Pati (Kualitatif).....	28
Total Soluble Solid (TSS)	28
Analisa Mikrobiologi Kapang.....	28
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
Organoleptik Bau.....	33
Organoleptik Rasa	34
Organoleptik Warna.....	38
Kadar Air	39
Kadar Abu.....	45
Kadar Gula Pereduksi	51

Pati Kualitatif.....	58
TSS	59
Mikroba Kapang	64
KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Kandungan Gizi Ubi Jalar Cilembu per 100 gram Bahan	9
2.	Kandungan Gizi Tepung Ubi Jalar Cilembu.....	11
3.	Standar Nasional Indonesia Sirup Glukosa.....	12
4.	Skala Uji Organoleptik terhadap Bau	24
5.	Skala Uji Organoleptik terhadap Rasa	25
6.	Skala Uji Organoleptik terhadap Warna	25
7.	Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Parameter yang Diamati ...	32
8.	Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Parameter yang Diamati.....	32
9.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Parameter Organoleptik Rasa.....	34
10.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Parameter Organoleptik Rasa.....	36
11.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Parameter Kadar Air.	39
12.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Parameter Kadar Air	41
13.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Air	43
14.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Parameter Kadar Abu.....	45
15.	Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan	

terhadap Parameter Kadar Abu	47
16. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Abu.....	49
17. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Parameter Gula Pereduksi.....	51
18. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan HCl terhadap Parameter Gula Pereduksi	53
19. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap Gula Pereduksi.....	56
20. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan HCl terhadap Parameter TSS	59
21. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap TSS	62
22. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Parameter Mikroba Kapang	64
23. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Parameter Mikroba Kapang	66

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Ubi Jalar Cilembu	7
2.	Diagram Alir Pembuatan Tepung Ubi Jalar Cilembu.....	30
3.	Diagram Alir Pembuatan Gula Cair.....	31
4.	Grafik Hubungan Konsentrasi HCl dengan Organoleptik Rasa.....	35
5.	Grafik Hubungan Lama Waktu Pemanasan dengan Organoleptik Rasa.....	37
6.	Grafik Hubungan Konsentrasi HCl dengan Kadar Air	40
7.	Grafik Hubungan Lama Waktu Pemanasan dengan Kadar Air	42
8.	Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan dengan Kadar Air	44
9.	Grafik Hubungan Konsentrasi HCl dengan Kadar Abu	46
10.	Grafik Hubungan Lama Waktu Pemanasan dengan Kadar Abu.....	47
11.	Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan dengan Kadar Abu	50
12.	Grafik Hubungan Konsentrasi HCl dengan Gula Pereduksi.....	52
13.	Grafik Hubungan Lama Waktu Pemanasan dengan Gula Pereduksi.....	54
14.	Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan dengan Gula Pereduksi	57

15. Grafik Hubungan Lama Waktu Pemanasan dengan TSS	60
16. Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan dengan TSS	63
17. Grafik Hubungan Konsentrasi HCl dengan Mikroba Kapang....	65
18. Grafik Hubungan Lama Waktu Pemanasan dengan Mikroba Kapang	67

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Tabel Data Rataan Organoleptik Bau	76
2.	Tabel Data Rataan Organoleptik Rasa	77
3.	Tabel Data Rataan Organoleptik Warna	78
4.	Tabel Rataan Kadar Air	79
5.	Tabel Rataan Kadar Abu.....	80
6.	Tabel Rataan Gula Pereduksi.....	81
7.	Tabel Rataan TSS.....	82
8.	Tabel Rataan Mikroba Kapang	83
9.	Dokumentasi Pembuatan Tepung Ubi Jalar Cilembu.....	84
10.	Dokumentasi Proses Hidrolisis Pembuatan Gula Cair.....	85

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Gula merupakan salah satu produk kebutuhan dasar bagi masyarakat Indonesia. Kebutuhan konsumsi gula pada tahun 2018 mencapai 3,2 juta ton sedangkan produksi hasil gula dalam negeri diperkirakan hanya mencapai 2,1 juta ton. Penurunan produksi gula dari tahun ke tahun terjadi dikarenakan berkurangnya lahan perkebunan tebu dimana pada tahun lalu terdapat 425.000 hektar luas lahan dan terjadi penurunan 5.000 hektar lahan pada tahun ini (CNBC, 2018). Sehingga salah satu cara untuk mengatasi kebutuhan gula di Indonesia dapat dilakukan dengan pembuatan gula cair dari berbagai bahan baku yang mengandung pati seperti jagung dan singkong.

Gula cair umumnya dikenal dengan sebutan sirup glukosa atau sirup fruktosa oleh masyarakat umum. Gula cair yang umumnya terdapat dipasaran berasal dari jagung atau biasa disebut *High Fructose Syrup*. Sirup glukosa merupakan golongan monosakarida yang dihasilkan dari ekstraksi pati dengan cara hidrolisis menggunakan katalis asam atau enzim dan dikentalkan hingga sirup glukosa berbentuk larutan yang kental.

Menurut Gayatri (2001) sirup glukosa atau gula cair dan gula kristal memiliki perbedaan. Gula kristal merupakan bagian dari disakarida yang tersusun dari ikatan fruktosa dan glukosa. Sedangkan gula cair adalah glukosa yang terdiri dari satu monomer monosakarida.

Menurut Albaasith *dkk.*, (2014) reaksi yang terjadi antara reaktan (pati) dan air berlangsung dengan sangat lambat sehingga dibutuhkan katalisator yang dapat

memperbesar keaktifannya. Katalisator yang biasanya digunakan berasal dari golongan asam kuat seperti HCl.

HCl, H₂SO₄ dan HNO₃ merupakan asam yang umumnya digunakan untuk proses hidrolisis asam. Proses hidrolisis dapat menghasilkan gula pereduksi yang dapat digunakan untuk difermentasi menjadi etanol atau produk lainnya yang memiliki nilai tambah (Sun dan Cheng, 2002).

Hidrogen klorida (HCl) berbentuk gas pada suhu dan tekanan atmosfer. Larutannya dalam air dikenal sebagai asam klorida (Austin, 1996). Asam klorida merupakan asam kuat yang dapat terionisasi dalam air pada konsentrasi sedang dan memiliki bau yang menyengat. Penggunaannya dalam industri diantaranya dalam ekstraksi minyak kasar, proses produksi gula, sirup jagung dan monosodium glutamat (Chang dan Tikkanen, 1988, Ulfana 2010).

Ubi jalar (*Ipomea batatas* L) merupakan tanaman penting yang menduduki peringkat kesembilan di dunia. Ubi jalar digunakan sebagai bahan pangan yang berperan sebagai sumber kalori (Sarwono, 2007). Ubi jalar Cilembu yang berasal dari Desa Cilembu, Jawa Barat termasuk varietas ubi jalar yang paling populer. Kepopuleran ubi jalar ini disebabkan oleh rasa yang sangat manis apabila dipanggang. Ubi jalar Cilembu mengeluarkan sejenis cairan seperti madu dengan tekstur yang liat berbeda dengan ubi jalar lainnya. Rasa manis yang berbeda dengan ubi jalar lainnya dikarenakan kadar gula pada ubi jalar Cilembu diatas rata-rata atau lebih tinggi yaitu ubi jalar mentah sekitar 11-13% sedangkan ubi jalar masak mencapai 19-23% (Arief, 2012).

Kadar gula yang tinggi pada ubi jalar Cilembu menunjukkan bahwa telah terjadi pemutusan rantai polisakarida menjadi glukosa sehingga lama waktu

pemanasan pada proses hidrolisis tidak memerlukan waktu yang lama dan konsentrasi asam yang digunakan tidak besar.

Rasa manis yang dimiliki ubi jalar Cilembu inilah yang menjadi dasar pemikiran penulis untuk dapat mengembangkannya menjadi salah satu alternatif dalam produksi gula di Indonesia. Kebutuhan gula di Indonesia yang terus meningkat sedangkan produksinya menurun sehingga diperlukan import gula. Kebutuhan gula yang meningkat ini tidak hanya untuk keperluan rumah tangga tetapi banyak digunakan juga untuk kebutuhan industri pangan. Pemerintah memperkirakan konsumsi gula mentah pada tahun 2018 untuk kebutuhan industri mencapai 3,6 juta ton. Proyeksi tersebut lebih tinggi 6% dari konsumsi gula mentah untuk kebutuhan industri pada tahun 2017 yang mencapai 3,4 juta ton. Proyeksi pertumbuhan industri makanan dan minuman ini sebesar 7-8% lebih tinggi daripada proyeksi pertumbuhan konsumsi sebesar 5-6% (DEM, 2018).

Perkembangan industri makanan dan minuman yang dari waktu ke waktu kian pesat mengakibatkan semakin tingginya permintaan gula dalam negeri terlebih kebutuhan gula untuk industri makanan dan minuman berupa gula cair. Gula cair dapat digunakan untuk memproduksi roti, cokelat dan topping dari gula yang warna-warni. Menurut Permanasari (2015) industri makanan dan minuman menggunakan gula cair karena memiliki kelebihan dibandingkan gula kristal yaitu gula cair tidak mengkristal dan lebih mudah untuk diproses karena lebih mudah larut, memiliki tampilan yang lebih menarik dan lebih praktis. Permintaan pasar yang tinggi terhadap kebutuhan gula cair mengakibatkan angka impor gula cair yang semakin tinggi pula sehingga Indonesia diharapkan dapat menyuplai kebutuhan gula cair tanpa harus melakukan impor. Bahan baku gula cair dapat

dibuat dari pati, dimana pati banyak sekali terdapat di alam Indonesia seperti sagu, pati jagung, pati dari umbi-umbian seperti singkong dan ubi jalar.

Untuk dapat menurunkan import gula maka diperlukan alternatif dengan membuat gula cair dari berbagai bahan pangan yang ada. Hal inilah yang mendasari penulis untuk melakukan penelitian tentang “**Studi Pembuatan Gula Cair dari Tepung Ubi Jalar Cilembu (*Ipomea batatas* (L) Lam) dengan Hidrolisis Asam**”

Tujuan Penelitian

1. Untuk mempelajari pembuatan gula cair dari tepung ubi jalar Cilembu dengan hidrolisis asam menggunakan asam klorida.
2. Untuk mengetahui konsentrasi HCl yang terbaik dalam pembuatan gula cair dari tepung ubi jalar Cilembu dengan lama waktu pemanasan yang optimum.

Kegunaan Penelitian

1. Sebagian persyaratan untuk menyelesaikan tugas akhir pada jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Untuk meningkatkan daya guna ubi jalar Cilembu sebagai alternatif dalam pemakaian gula.
3. Untuk meningkatkan nilai jual ubi jalar Cilembu hingga dapat menghasilkan produk.
4. Penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber informasi tentang studi pembuatan gula cair dari tepung ubi jalar Cilembu (*Ipomea batatas* (L) Lam) dengan hidrolisis asam.

Hipotesa Penelitian

1. Adanya pengaruh konsentrasi HCl terhadap pembuatan gula cair dari tepung ubi jalar Cilembu.
2. Adanya pengaruh lama waktu pemanasan hidrolisis terhadap pembuatan gula cair dari tepung ubi jalar Cilembu.
3. Adanya pengaruh interaksi antara konsentrasi HCl dengan lama waktu pemanasan hidrolisis terhadap pembuatan gula cair dari tepung ubi jalar.

TINJAUAN PUSTAKA

Ubi Jalar Cilembu

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L) merupakan tanaman penting yang berada pada peringkat kesembilan di dunia sebagai tanaman pangan. Manfaat utama ubi jalar yaitu bahan pangan sumber kalori (Sarwono, 2007). Akar umbi jalar yang digunakan sebagai tempat untuk menyimpan cadangan makanannya terletak pada umbi ubi jalar. Warna kulit dan daging umbi ubi jalar memiliki variasi yang berbeda-beda ada yang berwarna merah muda, ungu tua, putih, krem, jingga dan kuning hal ini disebabkan dari kandungan pigmen dan jenis yang terdapat pada daging umbi dan kulit.

Ubi jalar yang berasal dari Desa Cilembu, Jawa Barat merupakan varietas ubi jalar yang digemari atau populer. Kondisi lahan yang subur dan gembur sangat cocok untuk menanam ubi jalar Cilembu ini. Selain itu daerah pegunungan yang berhawa dingin dan menyejukkan tempat lahan itu berada menjadi salah satu faktornya (Suriawiria, 2001)

Ubi jalar Cilembu merupakan varietas ubi jalar yang unggul dan banyak dikembangkan, memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan menjadi salah satu komoditas ekspor. Selama empat tahun terakhir produksi ubi jalar di Indonesia terus mengalami penurunan yaitu pada tahun 2012 sebesar 2.483 juta ton, pada tahun 2013 sebesar 2.386 juta ton dan pada tahun 2014 sebesar 2.382 juta ton hingga pada tahun 2015 menjadi 2.261 juta ton (BPS, 2016).

Ubi jalar Cilembu memiliki ke istimewaan yang lebih dari varietas umbi lainnya karena umbi jalar Cilembu akan mengeluarkan cairan lengket seperti gula madu yang memiliki rasanya manis. Kemanisan yang lebih dari ubi jalar Cilembu

ini dikarenakan ubi jalar Cilembu memiliki kandungan gula yang tinggi dibandingkan jenis ubi jalar lainnya yaitu 11-13% pada ubi mentah dan 19-23% pada ubi masak sehingga digemari oleh konsumen (Tino, 2006). Karena itu, ubi jalar Cilembu disebut juga dengan ubi si madu. Ubi jalar Cilembu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ubi jalar Cilembu

Mutu ubi jalar Cilembu juga disebabkan karena adanya pemeraman selama paling sedikit dua minggu setelah panen sebelum dipasarkan, selain karena faktor genetika. Ubi jalar Cilembu disimpan pada ruangan dengan kondisi jendela terbuka (Suhu ruang sekitar 27°C – 30°C). Proses pemeraman dapat mengakibatkan terjadinya pemecahan pati pada daging ubi menjadi gula sehingga pada bagian tengah umbi akan menghasilkan cairan yang sangat manis seperti madu (Tino, 2006).

Pada umumnya sifat ubi jalar sama, karbohidrat pada ubi jalar berpotensi mengalami perubahan selama masa simpan, seperti perubahan pati menjadi gula selama penyimpanan dan komposisi karbohidrat tersebut menentukan rasa ubi (*eating quality*) serta sifat kecernaannya. Studi tentang aktivitas enzim amilase

yang dapat mengubah pati menjadi gula pada ubi segar telah banyak dilakukan dan pada umumnya menunjukkan bahwa aktivitas enzim tersebut berbeda tergantung dari galur ubi dan kultiva yang berbeda. Hasil perombakan pati yang utama berupa gula glukosa, sukrosa dan fruktosa. Komposisi dari gula tersebut mempengaruhi terhadap rasa yang dihasilkan. Fruktosa umumnya memberikan rasa manis yang lebih dibandingkan glukosa ataupun sukrosa (Zhang *dkk.*, 2002).

Komposisi Ubi Jalar Cilembu

Ubi jalar memiliki jenis yang bermacam-macam namun pada umumnya ubi jalar yang paling terkenal yaitu ubi jalar putih selain ubi jalar merah dan ungu. Beta-karoten yang tinggi ditandai dengan warna merah yang makin pekat. Betakaroten merupakan bahan pembentuk vitamin A di dalam tubuh. Sedangkan senyawa lutein dan zeaxanthin yang merupakan pasangan karotenoid ditandai dengan warna jingga yang terdapat pada ubi jalar. Dimana kedua senyawa tersebut merupakan pigmen warna sejenis korofil yang merupakan bahan pembentuk vitamin A. Senyawa aktif yang memiliki peran penting dalam menghalangi proses pengerusakan sel merupakan senyawa lutein dan zeaxanthin. Kandungan vitamin menjadi keunggulan sendiri bagi ubi jalar (Aini, 2004).

Bagi orang yang kekurangan vitamin A, mengkonsumsi ubi jalar Cilembu sangat baik untuk memperbaiki kekurangan gizi mereka. Hal ini karena ubi jalar Cilembu (*Ipomea batatas* (L) Lam) memiliki kandungan vitamin A yang cukup tinggi. Vitamin A pada ubi jalar Cilembu berbentuk β -karoten yaitu sebesar 8.509 mg. Kandungan vitamin A pada ubi jalar Cilembu termasuk yang paling besar diantara jenis ubi-ubian lainnya yang hanya memiliki 60-7.700 mg per 100 gram. Selain kandungan vitamin A nya yang tinggi, ubi jalar Cilembu juga mengandung

kalsium hingga 30 mg per 100 gram, vitamin B-1 0,1 mg, vitamin B2 0,1 mg dan niacin 0,61 mg, serta vitamin C 2,4 mg. Selain itu, ubi jalar Cilembu juga mengandung karbohidrat sebesar 20,1 g, protein 1,6 g, dan lemak 0,1 g. Komposisi kimia ubi jalar Cilembu selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Gizi Ubi Jalar Cilembu per 100 gram Bahan

Kandungan Gizi	Ubi Jalar Cilembu
Energi	360 Kj (86 kkal)
Karbohidrat	20,1 g
Pati	12,7 g
Gula	4,2 g
Diet Serat	3,0 g
Lemak	0,1 g
Protein	1,6 g
Vitamin A	
1. A equiv	709 mg
2. B-karoten	8509 mg
Vitamin B	
1. Thiamine (Vit. B1)	0,1 mg
2. Riboflavin (Vit. B2)	0,1 mg
3. Niacin (Vit. B3)	0,61 mg
4. Asam Pentotenat (B5)	0,8 mg
5. Vitamin B6	0,2 mg
6. Folat (Vit. B9)	11 mg
Vitamin C	2,4 mg
Air	68,50 g
Kalsium	30,00 mg
Besi	0,6 mg
Magnesium	25,0 mg
Kalium	337 mg
Sodium	55 mg
Seng	0,3 mg

Sumber : Aini, (2004).

Tepung Ubi Jalar Cilembu

Tepung merupakan produk yang mengandung kadar air rendah yaitu berkisar 11-14%. Kadar air yang rendah dapat mengawetkan bahan pangan. Pengeringan merupakan cara umum yang digunakan untuk menurunkan kadar air.

Pengeringan dapat dilakukan dengan cara menjemur dibawah sinar matahari atau menggunakan oven sebagai alat pengering (Winarno, 1997).

Kandungan karbohidrat pada tepung ubi jalar sangat tinggi sehingga baik digunakan untuk menghasilkan berbagai produk pangan yang mempunyai nilai gizi. Pemanfaatan ubi jalar Cilembu dapat dilakukan dengan mengolahnya menjadi tepung dan bermanfaat sebagai bahan substitusi tepung terigu yang dapat diolah menjadi beberapa produk pangan (Ketra *dkk.*, 2015).

Proses pembuatan tepung ubi jalar Cilembu dapat dilakukan dengan dua metode yaitu ubi diiris tipis kemudian dikeringkan lalu ditepungkan merupakan metode pertama dan cara kedua ubi jalar di parut hingga menjadi oasta dan dikeringkan lalu menjadi tepung merupakan metode kedua (Sugiyono, 2003).

Tepung ubi jalar Cilembu dibuat dari hancuran ubi jalar Cilembu yang dihilangkan sebagian kadar air. Tepung ubi jalar Cilembu dapat dibuat dari geplek ubi jalar yang dihaluskan atau secara langsung dari ubi jalar yang dihaluskan lalu dikeringkan. Produk tepung yang diolah dari ubi jalar dapat memudahkan dalam proses pengangkutan serta pemakaiannya dikarenakan tepung ubi jalar Cilembu bisa dicampur dengan beranekaragam jenis tepung lainnya sehingga diperoleh komposisi gizi yang diinginkan serta produk olahan yang lebih bervariasi (Suprapti, 2003).

Ubi jalar memiliki potensi utama dalam pangan fungsional sehingga terjadi peningkatan dalam pemanfaatannya yang memiliki efek positif terhadap kesehatan. Makanan yang dapat memberikan manfaat bagi kesehatan selain fungsi dasarnya sebagai zat gizi disebut pangan fungsional (Silalahi, 2006). Menurut Arief (2012) berbagai macam produk olahan seperti produk kering, produk semi

basah dan produk basah dapat diolah dari bahan baku tepung ubi jalar Cilembu. Tepung ubi jalar Cilembu juga dapat dikombinasikan dengan tepung jenis lainnya, hal ini digunakan untuk memperbaiki sifat atau memperkaya kandungan gizinya. Kandungan gizi tepung ubi jalar Cilembu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Gizi Tepung Ubi Jalar Cilembu

Kandungan Gizi	Tepung Ubi Jalar Cilembu (%)
Kadar Air	6,11
Kadar Abu	2,44
Kadar Lemak	0,95
Kadar Protein	4,77
Kadar Karbohidrat	91,83

Sumber : Julita, (2012).

Glukosa Cair

Sirup glukosa atau sering juga disebut gula cair mengandung D-glukosa, maltosa dan polimer D-glukosa yang dibuat melalui proses hidrolisis pati (Richana, 2013). Gula cair dapat dihasilkan dari proses hidrolisis asam dan hidrolisis enzim. Enzim α -amilase dalam menghidrolisa ikatan karbon pati menghasilkan fraksi-fraksi molekul yang terdiri atas enam sampai tujuh unit glukosa, namun jika waktu reaksinya diperpanjang maka komponen tersebut akan terhidrolisa menjadi campuran antara glukosa, maltosa dan maltotriosa (Parwiyanti, 2011).

Proses pembuatan sirup glukosa dengan cara proses hidrolisis asam lebih mudah dilakukan daripada melalui hidrolisis enzimmatis karena peralatan yang digunakan lebih sederhana, namun peralatan harus anti korosi dan sirup yang dihasilkan mempunyai kemanisan yang lebih rendah karena nilai ekuivalen dekstrosannya rendah dan terjadi degradasi karbohidrat yang dapat mempengaruhi

warna dan rasa (Faoji, 2009). Perolehan glukosa yang kian bertambah disebabkan oleh proses hidrolisis yang semakin lama dilakukan sehingga terjadi kesempatan tumbukan antar molekul pati dan molekul air semakin lama pula sehingga glukosa yang dihasilkan semakin bertambah. Tetapi apabila hidrolisis dilakukan dalam waktu yang sangat lama akan menyebabkan terjadinya degradasi glukosa menjadi hydroxyl methyl furfural dan reaksi dapat berlanjut lagi hingga terbentuk asam formiat yang mengakibatkan kadar glukosa menurun (Idral *dkk.*, 2012). Adapun komposisi sirup glukosa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar Nasional Indonesia (SNI) Sirup Glukosa

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
	1.1 Bau		Tidak berbau
	1.2 Rasa		Manis
	1.3 Warna		Tidak berwarna
2	Air	% b/b	Maks. 20
3	Abu	% b/b	Maks. 1
4	Gula pereduksi dihitung sebagai D-Glukosa	% b/b	Min. 30
5	Pati		Tidak ada
6	Cemaran Logam		
	6.1 Timbal		Maks. 1
	6.2 Tembaga		Maks. 10
	6.3 Seng		Maks. 25
7	Arsen	Ppm	Maks, 0.5
8	Cemaran Mikroba		
	8.1 Angka lempeng total	Koloni/g	Maks. 5×10^2
	8.2 Bakteri coliform	APM/g	Maks. 20
	8.3 E. Coli	APM/g	<3
	8.4 Kapang	Koloni/g	Maks. 50
	8.5 Khamir	Koloni/g	Maks. 50

Sumber: SNI 01-2978-1992

Pati

Pati adalah karbohidrat yang berbentuk polisakarida berupa polimer anhidro monosakarida dengan rumus umum $(C_6H_{10}O_5)_n$. Penyusun utama pati

adalah amilosa dan amilopektin. Amilosa tersusun atas satuan glukosa yang saling berkaitan melalui ikatan 1-4 glukosida, sedangkan amilopektin merupakan polisakarida yang tersusun atas 1-4 α glikosida dan mempunyai rantai cabang 1-6 α glukosida (Kirk and Othmer, 1954, Yuniwati 2011).

Sifat pati tidak larut dalam air, namun bila suspensi pati dipanaskan akan terjadi gelatinasi setelah mencapai suhu tertentu (suhu gelatinasi). Pemanasan menyebabkan energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat dari pada daya tarik menarik antara molekul pati dalam granula, sehingga air dapat masuk ke dalam granula pati tersebut dan pati akan mengembang. Granula pati dapat pecah sehingga kembali pada kondisi semula. Perubahan sifat inilah yang disebut gelatinasi (Winarno, 2008).

Dalam air dingin pati tidak dapat larut, akan tetapi dalam air panas akan membentuk larutan yang lebih kental. Butir-butir pati akan mengembang dan mengabsorpsi air dalam jumlah besar apabila campuran antara pati dan air dipanaskan. Air yang berdifusi dalam jumlah cukup besar akan mengakibatkan gelatinasi membentuk gel sehingga akan lebih mudah dihidrolisis (Ega, 2002).

Sesuai dengan sifatnya, karbohidrat manapun dapat dihidrolisis dengan asam. Sebagai contoh, polisakarida jika dihidrolisis menghasilkan sejumlah monosakarida dan oligosakarida menghasilkan dua sampai enam gula monosakarida, sedangkan monosakarida tidak dapat dihidrolisis menjadi bagian yang lebih kecil (Girindra, 1993).

Hidrolisa Pati

Hidrolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan bantuan air untuk memisahkan ikatan kimia dari substansinya. Sedangkan hidrolisis pati

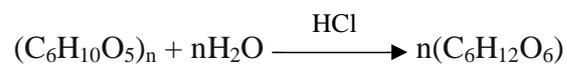
adalah proses pemecahan molekul amilum menjadi bagian-bagian penyusun amilum yang lebih sederhana seperti dekstrin, isomaltosa, maltosa dan glukosa (Terahara, 2004).

Metode hidrolisis adalah suatu proses yang digunakan untuk menghasilkan sirup glukosa dari pati umbi-umbian, salah satunya ubi jalar. Metode hidrolisis dapat dibagi menjadi beberapa cara yaitu dengan cara hidrolisis enzimatis, hidrolisis asam dan gabungan dari hidrolisis enzim dan asam. Hidrolisis enzimatis memiliki keunggulan yang lebih dari pada hidrolisis asam, yaitu kondisi prosesnya yang dapat dikontrol, dihasilkan lebih sedikit abu dan produk sampingan, kerusakan warna dapat diminimalkan dan biaya pemurnian yang lebih murah. Enzim amilase dapat digunakan untuk menghasilkan sirup glukosa dengan menggunakan hidrolisis pati secara enzimatis. HCl merupakan asam yang biasa digunakan untuk hidrolisis pati dengan metode asam (Triyono, 2010). Proses hidrolisis secara enzimatis memiliki keunggulan bila dibandingkan dengan metode asam yaitu proses pemutusan rantai polimer lebih spesifik sehingga produk yang dihasilkan sesuai dengan keinginan, kondisi prosesnya dapat dikontrol dan tidak ekstrim (seperti suhu sedang dan pH mendekati netral) (Rochmawati, 2010).

Menurut Triyono (2009) terdapat perbedaan yang sangat signifikan terhadap pembuatan sirup glukosa dari pati umbi-umbian dengan metode hidrolisis secara enzim dan asam. Cara mengkonversi dengan menggunakan enzim *amilase* maka hasil yang diperoleh mengandung gula pereduksi lebih banyak yaitu sebesar 38,15% pada hidrolisis pati ubi jalar.

Kirchoff merupakan seorang penemu pertama yang menemukan proses hidrolisis pati yang dilakukan pada suasana asam pada tahun 1812, tetapi proses produksinya baru dilakukan secara komersial pada tahun 1850. Pada prosesnya pati diasamkan sampai pH mencapai 2 lalu dilakukan proses pemanasan menggunakan uap pada tangki yang bertekanan (converter) menggunakan temperatur 120-140°C. Konsentrasi asam, suhu, waktu konversi dan tekanan selama reaksi mempengaruhi derajat konversi yang dihasilkan. Hidrolisa secara asam merupakan proses liquifikasi, yakni berupa pemutusan rantai-rantai molekul pati yang lemah sehingga perolehan glukosanya belum maksimal (Widyastuti, 2010).

Proses hidrolisis yang diperlukan untuk mengubah pati menjadi gula dapat melalui reaksi sebagai berikut :



Terdapat beberapa tahapan dalam reaksi tersebut. Mula-mula molekul pati dipecah menjadi dextrin yang merupakan rantai unit glukosa yang lebih pendek. Kemudian dextrin akan dipecah lebih jauh menjadi dua unit glukosa atau maltosa dan akan dipecah menjadi glukosa (Retno, 2009).

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi selama proses hidrolisa pati adalah sebagai berikut :

1. Suhu

Pada umumnya semakin tinggi suhu, semakin naik laju reaksi kimia, baik yang tidak dikatalis maupun yang dikatalis dengan enzim. Pengaruh suhu terhadap enzim ternyata agak kompleks, misalnya suhu terlalu tinggi dapat mempercepat pemecahan atau pemisahan enzim, suhu liquifikasi yang

tinggi, akan mengakibatkan terjadi kerusakan enzim, tetapi apabila terlalu rendah akan mengakibatkan gelatinisasi tidak sempurna.

2. Katalis

Penggunaan katalisator pada reaksi hidrolisis dilakukan pertama kali oleh Braconnot pada 1819. Braconnot menghidrolisis linen (selulosa) menjadi gula fermentasi dengan menggunakan asam sulfat pekat. Setelah itu ditemukan bahwa asam dapat digunakan sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi hidrolisis. Katalisator yang biasa digunakan 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. Penggunaan konsentrasi katalisator yang kecil dapat mengurangi kecepatan reaksi. Namun hal ini dapat diatasi dengan menaikkan suhu reaksi.

3. Waktu

Waktu reaksi mempengaruhi konversi yang dihasilkan. Semakin lama waktu reaksi, maka semakin tinggi pula konversi yang di hasilkan. Hal ini disebabkan oleh kesempatan zat reaktan untuk saling bertumbukan dan bereaksi semakin besar, sehingga konversi yang di hasilkan semakin tinggi (Fajar, 2007).

Hidrolisis Secara Asam

Hidrolisis asam dapat dilakukan dengan mempergunakan asam kuat anorganik, seperti HCl, HNO₃ dan H₂SO₄ yang dipanaskan pada suhu mendidih dan dilakukan untuk beberapa jam (Machbubatul, 2008).

Asam-asam tersebut yang sering digunakan dalam industri adalah asam klorida (HCl) karena garam yang terbentuk tidak berbahaya yaitu garam dapur (NaCl) (Yuniwati *dkk.*, 2011). Selain itu asam klorida (HCl) memiliki sifat mudah menguap sehingga memudahkan dalam pemisahan dari produknya, HCl juga menghasilkan produk yang berwarna terang (Endah *dkk.*, 2009).

Menurut Widyastuti (2010) HCl adalah jenis oksidator kuat, mudah diperoleh, mempunyai harga yang relatif murah dan lebih aman digunakan dibandingkan jenis asam lainnya seperti HNO₃. Hal inilah yang digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menggunakan HCl. Penggunaan katalis HNO₃ dapat menyebabkan terbentuknya gas NO₂ selama proses hidrolisis berlangsung yang dapat membahayakan kesehatan dan keselamatan. Sedangkan penggunaan memberikan laju reaksi hidrolisis yang lebih lambat dibandingkan HCl.

Ketika hidrolisis sedang berlangsung, HCl akan masuk kedalam pori bahan melalui celah dan bergabung dengan air yang terdapat pada bahan. Ketika hidrolisis berlangsung, banyaknya gas CO₂ yang keluar dan cepat menyebabkan air yang menguap menjadi lebih cepat pula yang menyebabkan kadar air semakin menurun. Konsentrasi HCl yang semakin besar mengakibatkan ion H⁺ akan semakin banyak pula, sehingga kemungkinan untuk terjadi tumbukan kian banyak dan reaksi penguraian yang terjadi lebih tinggi, sehingga air yang terdapat di dalam bahan akan semakin sedikit dikarenakan glukosa yang terbentuk melalui proses penguraian reaksi yang berlangsung cepat (Putranto *dkk.*, 2013).

Senyawa asam yang digunakan sebagai katalis pada proses hidrolisis asam dapat berupa asam lemah maupun asam kuat. Hidrolisis asam encer secara umum terdiri dari dua tahapan. Tahapan pertama sebagian besar pati akan terhidrolisis menjadi maltosa. Dan pada tahapan kedua dioptimasi untuk menghidrolisis maltosa hingga menghasilkan glukosa. HCl encer merupakan jenis asam yang biasanya digunakan untuk menghidrolisis secara asam. Adapun kelemahan dari hidrolisis asam encer adalah gula yang hasil pada reaksi hidrolisis akan terdegradasi dan membentuk produk sampingan yang tidak diinginkan. Sedangkan kelebihan utama penggunaan dari asam encer yaitu reaksinya yang cepat sehingga mempercepat proses berikutnya sedangkan kerugiannya yaitu hasil gula yang diperoleh sedikit (Badger, 2002).

Melalui proses hidrolisis, pati dapat terurai menjadi maltosa. Satu molekul maltosa dapat menghasilkan dua molekul glukosa. Hidrolisis pati secara umum dapat dituliskan sebagai berikut :



Pada hidrolisis dengan asam hasil pemotongan rantai patinya lebih tidak teratur dibandingkan dengan hasil pemotongan rantai pati oleh enzim. Karena itu sebagian gula yang dihasilkan berupa gula pereduksi, sehingga pengukuran kandungan gula pereduksi tersebut dapat dijadikan alat pengontrol kualitas hasil. Walaupun hasil pemotongan rantai pati lebih tidak teratur, tetapi persentase konversi menjadi gula dengan menggunakan asam akan lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan enzim (Yohanna dan Andi, 1998, Fairus *dkk.*, 2010).

Penelitian Terdahulu

Menurut Sutamihardja *dkk* (2017) pada penelitiannya yang berjudul Hidrolisis Asam Klorida Tepung Pati Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) Dalam Pembuatan Gula Cair yang menggunakan berbagai macam konsentrasi asam klorida yaitu 0,25 N, 0,5 N dan 0,75 N dengan waktu hidrolisis yang berbeda antara lain 30, 60 dan 90 menit. Parameter pengujian yang digunakan pada penelitian ini yaitu kadar gula reduksi, kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat dan kandungan pati negatif. Dimana hasil penelitian yang didapat menunjukkan bahwa kadar gula reduksi dari pembuatan gula cair dengan konsentrasi HCl 0,25 N sebesar 19,94% selama 30 menit, 64,56% selama 60 menit, 67,49% selama 90 menit, pada konsentrasi HCl 0,5 N sebesar 51,54% selama 30 menit, 68,53% selama 60 menit, 84,22% selama 90 menit dan pada konsentrasi HCl 0,75 N sebesar 38,91% selama 30 menit, 75,08% selama 60 menit, 7,16% selama 90 menit. Sedangkan kadar air 16,22%, kadar abu 1,46%, kadar protein 2,16%, kadar lemak 0,53%, karbohidrat 63,90% dan kandungan pati negatif.

Menurut Febriyanto (2015) pada penelitiannya yang berjudul pembuatan glukosa cair dari tepung tapioka, tepung jagung dan tepung ubi jalar dengan metode hidrolisis asam. Penelitian ini menggunakan golongan asam kuat yaitu asam klorida dengan konsentrasi 1 N selama 60 menit dengan suhu 125⁰C. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapat hasil analisis glukosa cair dari tepung jagung yaitu 37,11% kadar glukosa, 59,50% °brix dan 55,13% jumlah rendemen. Pada tepung ubi jalar hasil yang didapat yaitu 30,46% kadar glukosa, 55,60% °brix, dan 52,67% jumlah rendemen. Sedangkan pada tepung tapioka terdapat perbedaan yang tidak signifikan terhadap kedua tepung

tersebut dengan hasil yaitu 40,69% kadar glukosa, 62,10% °brix, dan 58,52% jumlah rendemen.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian dimulai dari bulan Desember 2018 – Februari 2019.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan antara lain ubi jalar Cilembu, tepung ubi jalar Cilembu, air, HCl (0,2 N, 0,4 N, 0,6 N, 0,8 N), Na₂CO₃ 0,2 N, Lugol, DNS, aquadest, kentang, agar-agar, dextrose dan streptomycin sulfate.

Alat Penelitian

Alat yang digunakan antara lain wadah penampung tepung, beaker glass, erlenmeyer, aluminium foil, plastic wrap, autoclave, blender, refraktometer, oven, kain saring, cawan, cawan petridish, desikator, tanur, sentrifuge, tabung reaksi, pH meter, ayakan 60 mesh, pipet tetes, timbangan analitik, gelas ukur, spektrofometri, magnetic hotplate, magnetic stirer, inkubator dan kompor.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu :

Faktor I : Perbedaan konsentrasi HCl (H) terdiri dari 4 taraf yaitu:

H₁ = Konsentrasi HCl 0,2 N

H₂ = Konsentrasi HCl 0,4 N

H₃ = Konsentrasi HCl 0,6 N

H₄ = Konsentrasi HCl 0,8 N

Faktor II : Perbedaan lama waktu pemanasan (W) terdiri dari 4 taraf yaitu :

W_1 = Lama waktu pemanasan 30 menit

W_2 = Lama waktu pemanasan 60 menit

W_3 = Lama waktu pemanasan 90 menit

W_4 = Lama waktu pemanasan 120 menit

Banyaknya kombinasi perlakuan (T_c) adalah $4 \times 4 = 16$, maka jumlah ulangan (n) adalah sebagai berikut :

$$T_c (n-1) \geq 15$$

$$16 (n-1) \geq 15$$

$$16n - 16 \geq 15$$

$$16n \geq 31$$

$$n \geq 1,937 \dots \dots \dots \text{dibulatkan menjadi } n = 2$$

maka untuk ketelitian penelitian, dilakukan ulangan sebanyak 2 (dua) kali.

Model Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan model :

$$\tilde{Y}_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana :

\tilde{Y}_{ijk} : Pengamatan dari faktor H dari taraf ke-i dan faktor W pada taraf ke-j dengan ulangan ke-k.

μ : Efek nilai tengah

α_i : Efek dari faktor H pada taraf ke-i.

β_j : Efek dari faktor W pada taraf ke-j.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efek interaksi faktor H pada taraf ke-i dan faktor W pada taraf ke-j.

ϵ_{ijk} : Efek galat dari faktor H pada taraf ke-i dan faktor W pada taraf ke-j dalam ulangan ke-k.

Analisa Data

Apabila data yang diperoleh dari analisa sidik ragam menunjukkan hasil yang berbeda nyata atau sangat nyata maka dilanjutkan dengan uji beda rata-rata yang dinyatakan dalam uji *Least Significant Range* (LSR). Uji Duncan atau *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) memiliki nilai kritis yang tidak tunggal tetapi mengikuti urutan rata-rata yang dibandingkan. Uji DMRT berfungsi untuk mengetahui adanya perbedaan dari pemberian perlakuan yang dilakukan di uji F. Nilai kritis uji Duncan dinyatakan dalam nilai *Least Significant Range* (LSR) atau wilayah nyata terkecil.

Adapun uji lanjut dengan menggunakan uji *Least Significant Range* (LSR), dengan rumus :

$$S_x = \sqrt{\frac{KT \text{ galat}}{r}} \qquad LSR = SSR \times S_x$$

Keterangan :

S_x = Galat baku

KTG = Kuadrat Tengah Galat

r = Ulangan

LSR = *Least Significant range* (Jarak beda nyata terkecil)

SSR = *Student Significant Range*

Selisih antar perlakuan (d) dibandingkan dengan LSR :

$d \geq LSR$, maka tidak berbeda nyata

$d > LSR$, maka berbeda nyata

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu tahap pembuatan tepung pati ubi jalar Cilembu dan tahap pembuatan gula cair.

Pembuatan Tepung Ubi Jalar Cilembu

1. Ubi jalar Cilembu.
2. Kulit ubi jalar jalar Cilembu dicuci, dikupas dan dibersihkan.
3. Kemudian ubi jalar jalar Cilembu yang telah bersih diparut.
4. Lalu tambahkan aquadest secukupnya pada hasil parutan ubi jalar. Setelah itu diperas dan disaring menggunakan kain saring.
5. Hasil penyaringan didiamkan untuk mengendapkan patinya selama 8 jam.
6. Lalu dibuang air bagian atas sedangkan pati dicuci dengan air dan diendapkan lagi sampai terjadi pemisahan.
7. Setelah itu dihasilkan pati dari endapan tersebut yang kemudian dilakukan pengeringan dibawah sinar matahari dan pengovenan dengan suhu 60°C selama 1 jam dan diblender lalu diayak menggunakan ayakan 60 mesh.
8. Tepung ubi jalar Cilembu.

Pembuatan Gula Cair

1. Tepung ubi jalar Cilembu ditimbang sebanyak 25 gram dan dimasukkan dalam erlenmeyer.
2. Ditambahkan air mendidih sebanyak 75 ml.
3. Kemudian ditambahkan HCl (0,2 N, 0,4 N, 0,6 N, 0,8 N) sebanyak 15 ml pada masing-masing sampel.

4. Lalu larutan tepung dimasukkan ke dalam autoclave pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 30, 60, 90 dan 120 menit.
5. Setelah gula cair terbentuk dilakukan pengecekan pH dan dinetralkan dengan ditambahkan Na₂CO₃ 0,2 N.
6. Lalu glukosa cair di sentrifuse untuk memisahkan endapan yang ada dan dilakukan pengujian uji organoleptik (bau, rasa dan warna), kadar air, kadar abu, kadar gula pereduksi, tss, analisa pati (kualitatif) dan analisa mikrobiologi kapang.

Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang digunakan meliputi Uji Organoleptik Bau, Uji Organoleptik Rasa, Uji Organoleptik Warna, Kadar Air, Kadar Abu, Kadar Gula Pereduksi, Analisa Pati Kualitatif, TSS, dan Analisa Mikrobiologi Kapang.

Uji Organoleptik Bau (Rampengan *dkk.*, 1985)

Uji organoleptik bau gula cair digunakan untuk melihat tingkat kesukaan dari suatu produk agar panelis dapat menerimanya. Uji kesukaan ini dilakukan menggunakan skala numerik dan hedonik. Penilaian dilakukan kepada 10 panelis dimana setiap panelis diharuskan memberi penilaian menurut tingkat kesukaannya. Metode *deskriptif* digunakan untuk mengolah data yang akan diperoleh.

Tabel 4. Skala Uji Organoleptik terhadap Bau

Skala Hedonik	Skala Numerik
Sangat bau	1
Bau	2
Agak bau	3
Tidak bau	4
Sangat tidak bau	5

Uji Organoleptik Rasa (Rampengan *dkk.*, 1985)

Uji organoleptik rasa gula cair digunakan untuk melihat tingkat kesukaan dari suatu produk agar panelis dapat menerimanya. Uji kesukaan ini dilakukan menggunakan skala numerik dan hedonik. Penilaian dilakukan kepada 10 panelis dimana setiap panelis diharuskan memberi penilaian menurut tingkat kesukaannya. Metode *deskriptif* digunakan untuk mengolah data yang akan diperoleh.

Tabel 5. Skala Uji Organoleptik terhadap Rasa

Skala Hedonik	Skala Numerik
Sangat tidak manis	1
Tidak manis	2
Agak manis	3
Manis	4
Sangat manis	5

Uji Organoleptik Warna (Rampengan *dkk.*, 1985)

Uji organoleptik warna gula cair digunakan untuk melihat tingkat kesukaan dari suatu produk agar panelis dapat menerimanya. Uji kesukaan ini dilakukan menggunakan skala numerik dan hedonik. Penilaian dilakukan kepada 10 panelis dimana setiap panelis diharuskan memberi penilaian menurut tingkat kesukaannya. Metode *deskriptif* digunakan untuk mengolah data yang akan diperoleh.

Tabel 6. Skala Uji Organoleptik terhadap Warna

Skala Hedonik	Skala Numerik
Coklat	1
Coklat muda	2
Kuning kecoklatan	3
Kuning muda	4
Tidak bewarna	5

Kadar Air (AOAC, 2005)

Analisis kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven. Prinsipnya adalah menguapkan molekul air (H₂O) bebas yang ada dalam sampel. Kemudian sampel ditimbang sampai didapat bobot konstan yang diasumsikan semua air yang terkandung dalam sampel sudah diuapkan. Selisih bobot sebelum dan sesudah pengeringan merupakan banyaknya air yang diuapkan. Prosedur analisis kadar air sebagai berikut: cawan yang akan digunakan dioven terlebih dahulu selama 30 menit pada suhu 100-105°C, kemudian didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air dan ditimbang (A). Sampel ditimbang sebanyak 2 g dalam cawan yang sudah dikeringkan (B) kemudian dioven pada suhu 100-105°C selama 6 jam lalu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang (C). Tahap ini diulangi hingga dicapai bobot yang konstan. Kadar

air dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{B - C}{B - A} \times 100 \%$$

Keterangan :

A : berat cawan kosong dinyatakan dalam gram

B : berat cawan + sampel awal dinyatakan dalam gram

C : berat cawan + sampel kering dinyatakan dalam gram

Kadar Abu (AOAC, 2005)

Analisis kadar abu dilakukan menggunakan metode oven. Prinsipnya adalah pembakaran atau pengabuan bahan-bahan organik yang diuraikan menjadi air (H₂O) dan karbondioksida (CO₂) tetapi zat anorganik tidak terbakar. Zat anorganik ini disebut abu. Prosedur analisis kadar abu sebagai berikut: cawan yang akan digunakan dioven terlebih dahulu selama 30 menit pada suhu 100-105°C, kemudian didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air dan ditimbang (A). Sampel ditimbang sebanyak 2 g dalam cawan yang sudah dikeringkan (B) kemudian dibakar di atas nyala pembakar sampai tidak berasap dan dilanjutkan dengan pengabuan di dalam tanur bersuhu 550-600°C sampai pengabuan sempurna. Sampel yang sudah diabukan didinginkan dalam desikator dan ditimbang (C). Tahap pembakaran dalam tanur diulangi sampai didapat bobot yang konstan. Kadar abu dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{C - A}{B - A} \times 100 \%$$

Keterangan :

A : berat cawan kosong dinyatakan dalam gram

B : berat cawan + sampel awal dinyatakan dalam gram

C : berat cawan + sampel kering dinyatakan dalam gram

Kadar Gula Pereduksi (Apriyantono *dkk.*, 1989)

Sebanyak 1 ml sampel gula cair diencerkan dengan pengenceran 200 ml air dan diambil kembali 1 ml larutan hasil pengenceran kemudian lakukan kembali pengenceran dengan 10 ml aquadest. Ambil 1 ml sampel hasil pengenceran dan pindahkan ke dalam tabung reaksi yang telah dilapisi dengan aluminium foil dan kedap cahaya.

Sebanyak 3 ml pereaksi DNS (Asam Dinitro Salisilat) di tambahkan ke masing-masing sampel pada tabung reaksi. Larutan sampel pada tabung reaksi diletakkan dalam air mendidih selama 10 menit kemudian didinginkan di suhu ruang. Amati absorbansinya dengan metode spektrofotometer dilakukan dengan panjang gelombang 550 nm.

$$\% \text{ Glukosa} = \frac{(G \text{ sampel} - G \text{ blanko}) \times FP}{W} \times 100\%$$

Keterangan : G = Nilai Absorbansi

FP = faktor Pengencer

W = Berat sampel (mg)

Analisa Kandungan Pati (Kualitatif) (Febriyanto *dkk.*, 2015)

Pengujian kandungan pati secara kualitatif dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya pati dalam sampel sehingga hasil yang didapatkan berupa positif atau negatif tanpa adanya besaran kadar. Pengujian dilakukan dengan cara mengambil 5–10 tetes sampel glukosa cair yang telah dihasilkan dari bahan baku tepung ubi jalar Cilembu. Masing-masing sampel tersebut dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan sedikit air untuk mempermudah proses pengamatan dan dihomogenkan. Kemudian ditambahkan 3–5 tetes larutan lugol ke dalam tiap tabung reaksi, amati perubahan warna yang terjadi. Bila larutan sampel menghasilkan warna biru tua atau ungu maka sampel tersebut positif mengandung pati.

TSS (Febriyanto *dkk.*, 2015)

Pengukuran derajat brix bertujuan untuk mengetahui tingkat kemanisan dari sampel glukosa cair. Semakin tinggi derajat brix-nya maka semakin manis glukosa cair tersebut. Alat yang digunakan dalam analisis derajat brix yaitu

refraktometer. Pengujian ini dilakukan dengan cara meneteskan sampel glukosa cair pada prisma refraktometer dan kemudian dibaca skalanya. Hasil yang didapatkan dalam satuan %.

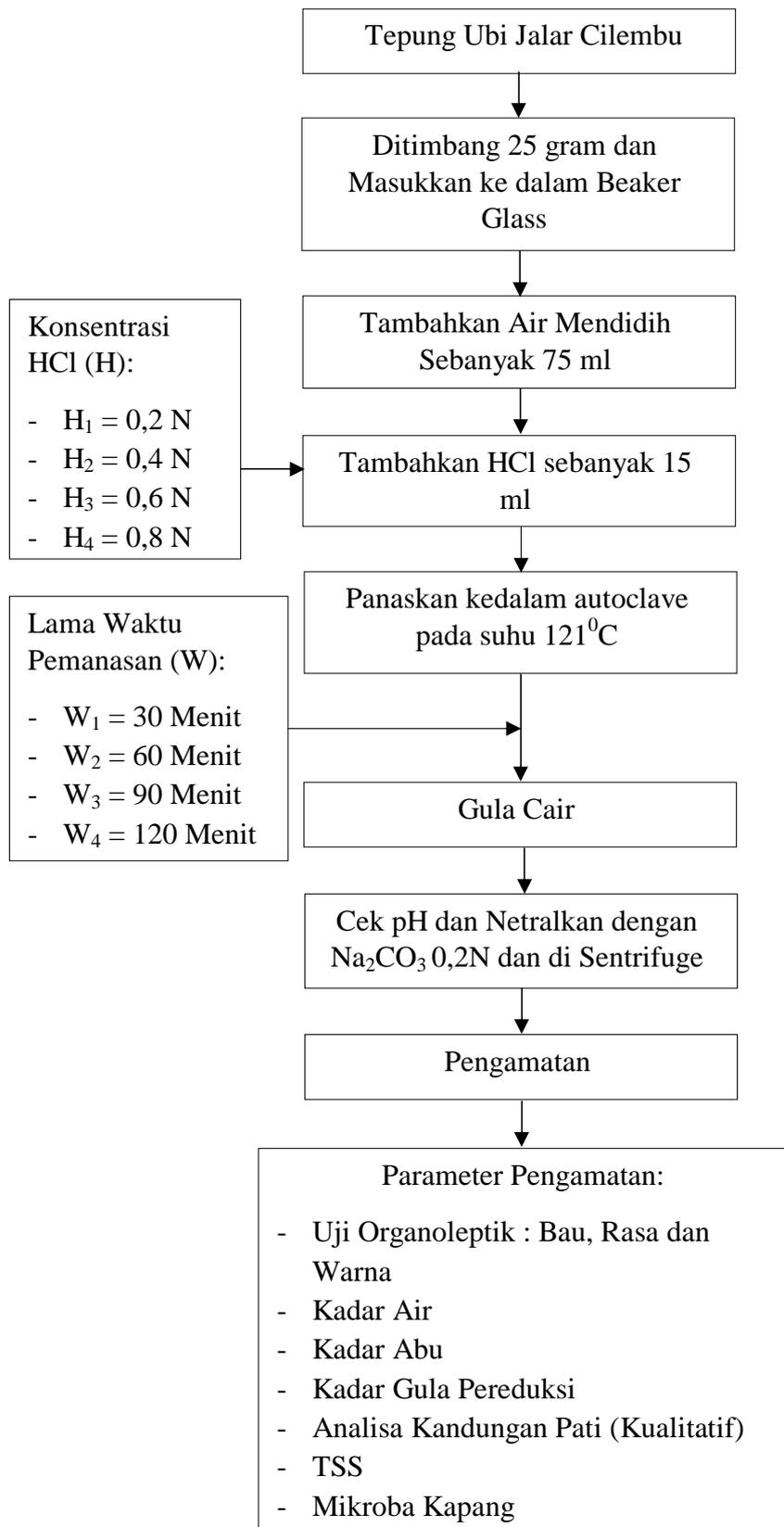
$$\text{TSS} = \text{°Brix} \times \text{faktor pengenceran}$$

Analisa Mikrobiologi Kapang (FDA BAM Chapter 18, 2001)

Pertumbuhan kapang dan khamir dalam sebuah media *potato dextrose agar* diinkubasikan selama 5 hari pada suhu 2°C berdasarkan FDA BAM Chapter 18 tahun 2001. Metode ini diawali dengan penimbangan contoh sebanyak 25 gram yang dilarutkan dalam larutan *buffered peptone water*, homogenkan dan dibuat pengenceran 10^{-1} sampai 10^{-3} kedalam cawan petri steril secara duplo, kemudian cawan petri diisi dengan media *potato dextrose agar*, goyangkan petri hingga contoh tercampur secara merata. Setelah pembedahan membeku, diinkubasikan pada suhu 25°C selama 2-5 hari (petri dibalik). Penghitungan koloni kapang dan khamir dapat dilakukan mulai hari kedua sampai kelima. Cara penghitungan koloni kapang dan khamir dibedakan oleh morfologinya, koloni kapang yaitu yang memiliki miselium sedangkan khamir yaitu koloni yang berwarna putih tanpa mempunyai miselium. Hasil dinyatakan sebagai jumlah kapang dan khamir per satuan gram contoh.



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Tepung Ubi Jalar Cilembu



Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Gula Cair

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan uji statistik secara umum menunjukkan bahwa konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan atau waktu memiliki pengaruh terhadap parameter yang diamati. Data rata-rata hasil pengamatan pengaruh konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan atau waktu pada masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Parameter yang Diamati

Konsentrasi HCl (N)	Organoleptik			Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Gula Pereduksi (%)	TSS (°Brix)	Kapang (Koloni/ml)
	Bau	Rasa	Warna					
H ₁ = 0,2	3,50	2,74	3,70	39,19	0,62	83,31	69,25	31,13
H ₂ = 0,4	3,33	2,98	3,66	38,28	0,74	93,23	71,88	26,25
H ₃ = 0,6	3,43	3,45	3,63	38,24	0,99	89,67	69,75	22,50
H ₄ = 0,8	3,49	3,71	3,60	37,70	1,73	85,05	67,25	18,00

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa konsentrasi HCl memiliki pengaruh yang berbeda pada setiap parameter tersebut. Semakin besar konsentrasi HCl maka organoleptik rasa dan kadar abu akan semakin meningkat sedangkan organoleptik warna, kadar air dan kapang akan semakin menurun. Pada parameter organoleptik bau menunjukkan bahwa konsentrasi HCl akan minimum pada konsentrasi ke 2. Pada parameter kadar gula pereduksi dan TSS menunjukkan bahwa konsentrasi HCl akan optimum pada konsentrasi ke 2.

Tabel 8. Pengaruh Lama Waktu Pemanasan atau Waktu terhadap Parameter yang Diamati

Lama Waktu Pemanasan (Menit)	Organoleptik			Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Gula Pereduksi (%)	TSS (°Brix)	Kapang (Koloni/ml)
	Bau	Rasa	Warna					
W ₁ = 30	3,24	2,86	3,71	40,86	0,74	86,11	56,60	31,63
W ₂ = 60	3,43	3,21	3,69	37,77	0,74	90,30	77,13	29,13
W ₃ = 90	3,44	3,30	3,63	37,41	1,12	88,28	73,25	23,13
W ₄ = 120	3,64	3,50	3,60	37,16	1,49	86,56	71,25	18,13

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa lama waktu pemanasan memiliki pengaruh yang berbeda pada setiap parameter tersebut. Lama waktu pemanasan yang semakin panjang akan mengakibatkan organoleptik bau dan rasa, serta kadar abu yang akan semakin meningkat sedangkan organoleptik warna, kadar air dan kapang akan menurun. Pada parameter kadar gula pereduksi dan TSS menunjukkan bahwa lama waktu pemanasan akan optimum pada waktu ke 2.

Organoleptik Bau

Pengaruh Konsentrasi HCl

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 1) diketahui bahwa interaksi konsentrasi HCl memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan ($p>0,05$) terhadap organoleptik bau sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

Pengaruh Lama Waktu Pemanasan

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 1) diketahui bahwa interaksi lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan ($p>0,05$) terhadap organoleptik bau sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

Pengaruh Interaksi antara Konsentrasi HCl dengan Lama Waktu Pemanasan terhadap Organoleptik Bau

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 1) diketahui bahwa interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan ($p>0,05$) terhadap organoleptik bau sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

Organoleptik Rasa

Pengaruh Konsentrasi HCl

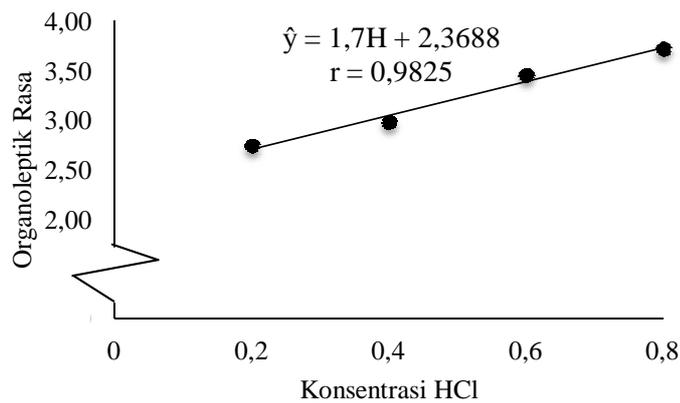
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat bahwa konsentrasi HCl akan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter organoleptik rasa. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Parameter Organoleptik Rasa.

Jarak	LSR		Perlakuan H	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	H ₁ =0,2	2,74	b	B
2	0,33	0,45	H ₂ =0,4	2,98	b	B
3	0,34	0,47	H ₃ =0,6	3,45	a	A
4	0,35	0,48	H ₄ =0,8	3,71	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR.

Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui bahwasanya organoleptik rasa terjadi peningkatan sejalan dengan bertambahnya konsentrasi HCl yang dipakai. Pada perlakuan H₁ dengan perlakuan H₂ tidak berbeda nyata dan sangat berbeda nyata dengan perlakuan H₃ dan H₄. Perlakuan H₂ dengan perlakuan H₃ dan H₄ sangat berbeda nyata. Perlakuan H₃ dengan perlakuan H₄ tidak berbeda nyata. Nilai rata-rata terendah pada organoleptik rasa berada di perlakuan H₁ yaitu 2,74 dan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan H₄ yaitu 3,71. Hal ini dapat dilihat secara jelas pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Konsentrasi HCl dengan Organoleptik Rasa

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa gula cair yang dihasilkan dari perlakuan 0,2 N sampai dengan perlakuan 0,8 N mengalami peningkatan. Pada perlakuan konsentrasi HCl 0,2 N berada pada titik terendah dengan nilai sebesar 2,74 dan pada konsentrasi HCl 0,8 N berada pada titik tertinggi dengan nilai sebesar 3,71.

Hasil penilaian organoleptik rasa oleh panelis menunjukkan bahwa rasa gula cair dari tepung ubi jalar cilembu memiliki rasa yang manis. Hal ini telah sesuai dengan standar glukosa cair pada SNI 01-2978-1992 menunjukkan bahwa glukosa cair memiliki rasa yang manis. Menurut hasil penelitian Febriyanto (2015) bahwa glukosa cair yang dihasilkan dengan menggunakan asam HCl 1 N setelah dibandingkan dengan standar acuan SNI 01-2978-1992 parameter pengujian fisik pada penelitian ini memenuhi persyaratan. Pada pengujian fisik rasa dari glukosa cair yang dihasilkan dari tepung tapioka, tepung jagung dan tepung ubi jalar ungu menghasilkan rasa yang manis.

Menurut Badger (2002) menyatakan bahwa hidrolisis asam encer secara umum terdiri dari dua tahapan yaitu tahap pertama sebagian besar pati akan terhidrolisis menjadi maltosa dan pada tahap kedua maltosa akan dihidrolisis

hingga menghasilkan glukosa. Setelah melewati tahapan tersebut maka glukosa cair yang dihasilkan akan menimbulkan rasa manis yang disukai oleh panelis.

Pengaruh Lama Waktu Pemanasan

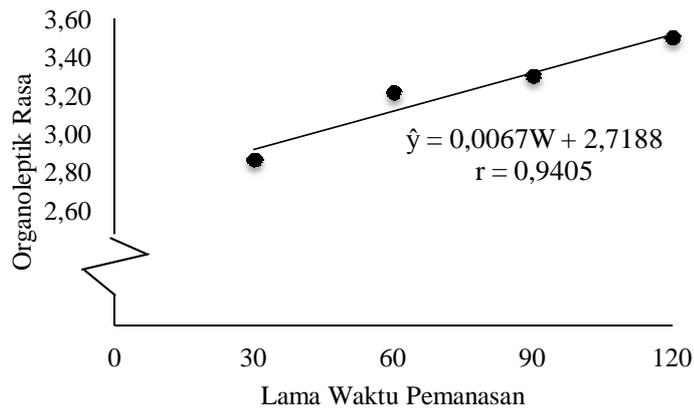
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat bahwa lama waktu pemanasan akan memberikan pengaruh berbeda nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter organoleptik rasa. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan Terhadap Parameter Organoleptik Rasa.

Jarak	LSR		Perlakuan W	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	W ₁ =30	2,86	b	B
2	0,33	0,45	W ₂ =60	3,21	a	A
3	0,34	0,47	W ₃ =90	3,30	a	A
4	0,35	0,48	W ₄ =120	3,50	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR.

Berdasarkan Tabel 10 dapat diketahui bahwasanya organoleptik rasa akan meningkat sejalan dengan lamanya waktu pemanasan. Pada perlakuan W₁ dengan perlakuan W₂, W₃ dan W₄ sangat berbeda nyata. Perlakuan W₂ dengan perlakuan W₃ dan W₄ sangat berbeda nyata. Perlakuan W₃ dengan perlakuan W₄ tidak berbeda nyata. Perlakuan W₁ memiliki nilai rataan terendah sebesar 2,86 pada organoleptik rasa dan perlakuan W₄ memiliki nilai rataan tertinggi sebesar 3,50. Hal ini dapat dilihat secara jelas pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Lama Waktu Pemanasan dengan Organoleptik Rasa

Pada Gambar 5 dapat diketahui bahwa gula cair yang dihasilkan dari perlakuan 30 menit sampai dengan perlakuan 120 menit mengalami peningkatan. Pada perlakuan lama waktu pemanasan 30 menit berada pada titik terendah dengan nilai sebesar 2,86 dan pada lama waktu pemanasan 120 menit berada pada titik tertinggi dengan nilai sebesar 3,50.

Semakin lama waktu pemanasan menunjukkan bahwa panelis semakin suka rasa manis dari gula cair tersebut. Menurut Meyer (1970) dalam Solehati (2016) dalam melakukan proses hidrolisis dalam pembuatan glukosa hal yang harus diperhatikan adalah lama hidrolisis yang dilakukan karena dapat mempengaruhi rasa sirup sehingga sirup yang akan dihasilkan memiliki rasa yang manis.

Perolehan glukosa yang kian bertambah disebabkan oleh proses hidrolisis yang semakin lama sehingga kesempatan untuk terjadinya tumbukan antara molekul air dengan molekul pati semakin lama pula sehingga menghasilkan glukosa yang semakin banyak (Idral *dkk.*, 2012)

Pengaruh Interaksi antara Konsentrasi HCl dengan Lama Waktu Pemanasan terhadap Organoleptik Rasa

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 2) diketahui bahwa interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan ($p>0,05$) terhadap organoleptik rasa sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

Organoleptik Warna

Pengaruh Konsentrasi HCl

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 3) diketahui bahwa konsentrasi HCl memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan ($p>0,05$) terhadap organoleptik warna sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

Pengaruh Lama Waktu Pemanasan

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 3) diketahui bahwa lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan ($p>0,05$) terhadap organoleptik warna sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

Pengaruh Interaksi antara Konsentrasi HCl dengan Lama Waktu Pemanasan terhadap Organoleptik Warna

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 3) diketahui bahwa interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan ($p>0,05$) terhadap organoleptik warna sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

Kadar Air

Pengaruh Konsentrasi HCl

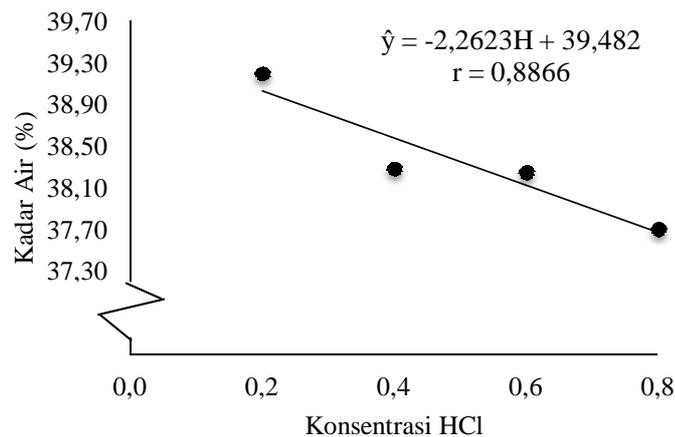
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 4) dapat dilihat bahwa konsentrasi HCl akan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter kadar air. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Parameter Kadar Air.

Jarak	LSR		Perlakuan H	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	H ₁ =0,2	39,19	a	A
2	0,62	0,85	H ₂ =0,4	38,28	b	AB
3	0,65	0,90	H ₃ =0,6	38,24	b	B
4	0,67	0,92	H ₄ =0,8	37,69	b	B

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR..

Berdasarkan Tabel 11 dapat dilihat bahwasanya kadar air akan menurun sejalan dengan konsentrasi HCl yang kian tinggi. Tabel 11 menunjukkan bahwa pada perlakuan H₁ berbeda tidak nyata dengan H₂ dan berbeda sangat nyata dengan perlakuan H₃ dan H₄. Perlakuan H₂ berbeda tidak nyata dengan H₃ dan H₄. Perlakuan H₃ berbeda tidak nyata dengan H₄. Kadar air tertinggi antar perlakuan konsentrasi HCl berada pada perlakuan H₁ yaitu sebesar 39,19% dan kadar air terendah berada pada perlakuan H₄ yaitu 37,69%. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Konsentrasi HCl dengan Kadar Air

Pada Gambar 6 dilihat bahwasanya kadar air yang diperoleh dari perlakuan konsentrasi HCl 0,2 N sampai konsentrasi 0,8 N mengalami penurunan. Pada konsentrasi HCl 0,2 N memiliki kadar air sebesar 39,19%. Kemudian terus mengalami penurunan sampai pada konsentrasi HCl 0,8 N menjadi 37,69%. Konsentrasi HCl berpengaruh sangat nyata pada penurunan kadar air. Hal ini dikarenakan air digunakan untuk merombak pati pada saat hidrolisis berlangsung yang dilakukan oleh katalis asam, asam klorida (HCl) akan mengikat air sehingga air yang terdapat pada bahan akan berkurang.

Konsentrasi HCl berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan kadar air dikarenakan air digunakan oleh asam untuk memecah pati pada saat proses hidrolisis dan pada proses hidrolisis asam, air akan diikat oleh asam klorida (HCl) sehingga air yang terdapat pada bahan akan berkurang.

Menurut Putranto *dkk* (2013) ketika hidrolisis sedang berlangsung, HCl akan masuk kedalam pori bahan melalui celah dan bergabung dengan air yang terdapat pada bahan. Ketika hidrolisis berlangsung, banyaknya gas CO₂ yang keluar dan cepat menyebabkan air yang menguap menjadi lebih cepat pula yang sehingga kadar air semakin menurun. Konsentrasi HCl yang semakin besar

mengakibatkan ion H^+ semakin banyak pula, maka kemungkinan untuk terjadi tumbukan kian banyak dan reaksi penguraian yang terjadi lebih tinggi, sehingga air yang terdapat di dalam bahan akan semakin sedikit dikarenakan terjadi perombakan yang cepat untuk dapat membentuk glukosa.

Menurut penelitian Solehati (2016) kadar air terendah berada pada konsentrasi 0,5 N yaitu sebesar 19,47%, kadar air pada gula cair ubi Cilembu akan semakin rendah apabila konsentrasi asam yang dipakai kian tinggi. Dikarenakan pati akan dirombak oleh asam pada saat hidrolisis berlangsung sehingga air akan diikat oleh asam klorida (HCl) ketika proses hidrolisis.

Pengaruh Lama Waktu Pemanasan

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 4) dapat dilihat bahwa lama waktu pemanasan akan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter kadar air. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Parameter Kadar Air.

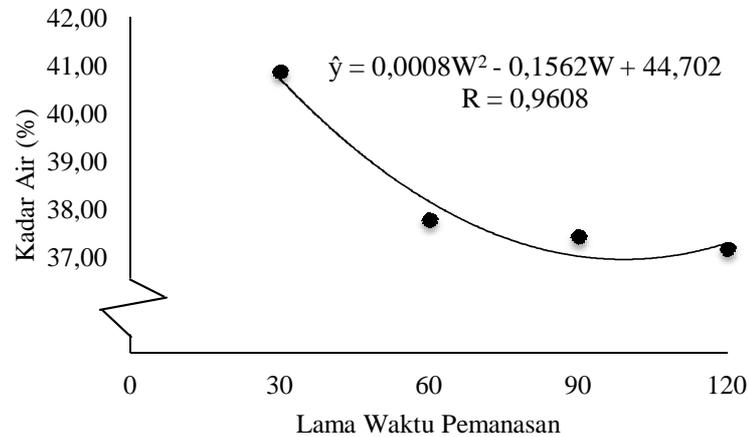
Jarak	LSR		Perlakuan W	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	$W_1=30$	40,86	a	A
2	0,62	0,85	$W_2=60$	37,77	b	B
3	0,65	0,90	$W_3=90$	37,41	b	B
4	0,67	0,92	$W_4=120$	37,16	b	B

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR.

Pada Tabel 12 diketahui bahwasanya kadar air akan menurun sejalan dengan lama waktu pemanasan. Pada perlakuan W_1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_2 , W_3 dan W_4 . Perlakuan W_2 berbeda tidak nyata dengan perlakuan W_3 dan W_4 . Perlakuan W_3 berbeda tidak nyata dengan perlakuan W_4 . Kadar air

tertinggi antar perlakuan lama waktu pemanasan berada pada perlakuan H₁ yaitu sebesar 40,86 % dan kadar air terendah berada pada perlakuan H₄ yaitu 37,16 %.

Hal ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan Lama Waktu Pemanasan dengan Kadar Air

Pada Gambar 7 dilihat bahwasanya kadar air yang diperoleh dari perlakuan lama pemanasan 30 menit sampai waktu 120 menit mengalami penurunan. Pada lama waktu pemanasan 30 menit memiliki kadar air sebesar 40,86% dan akan terus mengalami penurunan sampai pada lama waktu pemanasan 120 menit menjadi 37,16%.

Semakin lama waktu pemanasan maka kadar air pada setiap waktu akan semakin menurun. Ini karena lama waktu pemanasan akan menyebabkan air menguap. Menurut Agus (2011) air akan terus menguap dengan banyak apabila lama waktu hidrolisis semakin panjang dikarenakan pada proses pemanasan terdapat asam klorida (HCl) sehingga air yang ada didalam gula cair akan berkurang.

Pengaruh Interaksi antara Konsentrasi HCl dengan Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Air

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 4) diketahui bahwa interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air. Hasil uji beda rata-rata pengaruh interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap kadar air dapat dilihat pada Tabel 13.

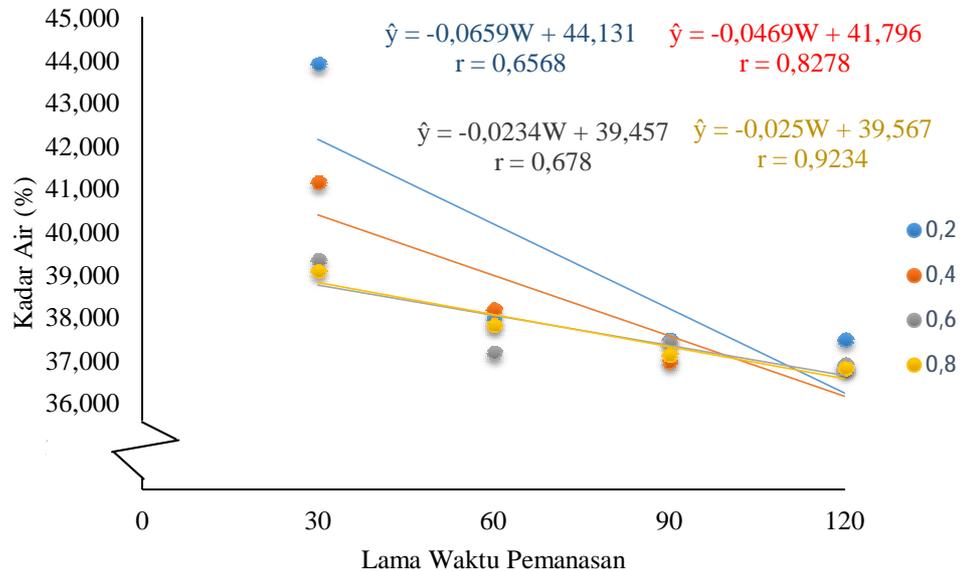
Tabel 13. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Air.

Jarak	LSR		Perlakuan	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	H ₁ W ₁	43,90	a	A
2	1,24	1,70	H ₁ W ₂	37,93	cd	BCD
3	1,30	1,79	H ₁ W ₃	37,47	d	BCD
4	1,33	1,84	H ₁ W ₄	37,47	d	BCD
5	1,36	1,87	H ₂ W ₁	41,13	b	A
6	1,38	1,90	H ₂ W ₂	38,17	cd	BCD
7	1,39	1,93	H ₂ W ₃	36,96	d	D
8	1,40	1,95	H ₂ W ₄	36,85	d	D
9	1,41	1,96	H ₃ W ₁	39,32	c	B
10	1,42	1,98	H ₃ W ₂	37,16	d	CD
11	1,42	1,99	H ₃ W ₃	37,43	d	BCD
12	1,42	2,00	H ₃ W ₄	36,89	d	D
13	1,42	2,01	H ₄ W ₁	39,07	cd	BC
14	1,42	2,01	H ₄ W ₂	37,80	d	BCD
15	1,42	2,02	H ₄ W ₃	37,11	d	CD
16	1,43	2,03	H ₄ W ₄	36,80	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR.

Pada Tabel 13 diketahui bahwasanya perlakuan dengan konsentrasi HCl 0,2 N dan lama waktu pemanasan 30 menit (H₁W₁) memiliki nilai kadar air tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu sebesar 43,90%. Sedangkan nilai kadar air terendah berada pada perlakuan dengan konsentrasi HCl

0,8 N dan lama waktu pemanasan 120 menit (H_4W_4) yaitu sebesar 36,80%. Hubungan interaksi antara konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap kadar air dapat dilihat secara jelas pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan dengan Kadar Air

Pada Gambar 8 dilihat bahwasanya sejalan dengan lamanya waktu pemanasan dan besarnya konsentrasi HCl maka kadar air yang didapatkan antar setiap perlakuan akan semakin rendah. Pada perlakuan H_1W_1 diperoleh kadar air tertinggi yaitu 49,90% dan terus mengalami penurunan hingga mencapai kadar air terendah yang berada pada perlakuan H_4W_4 yaitu 36,80%.

Kadar air akan mempengaruhi viskositas atau kekentalan dari gula cair tersebut. Semakin rendah kadar air yang diperoleh maka viskositas dari gula cair akan semakin tinggi sehingga gula cair yang dihasilkan akan semakin kental. Menurut Kusnandar (2010) semakin rendah kadar air maka kualitas glukosa cair tersebut semakin baik karena nilai viskositasnya tinggi sehingga glukosa cair akan

semakin kental, selain itu kadar air yang rendah juga akan mengurangi bahaya pertumbuhan mikroba.

Menurut penelitian Solehati (2016) bahwa semakin lama waktu hidrolisis dan semakin tinggi konsentrasi asam klorida (HCl) maka kadar air gula cair ubi Cilembu menurun. Kadar air yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 19,27%.

Menurut Yuniarti (2004) semakin lama waktu hidrolisis dan konsentrasi asam yang digunakan akan mengurangi kadar air dalam sirup karena semakin banyak air yang menguap. Kadar air dipengaruhi oleh suhu, waktu dan konsentrasi asam, semakin lama proses hidrolisis maka akan semakin sedikit kadar airnya karena air yang terdapat pada sampel akan menguap semakin banyak.

Kadar Abu

Pengaruh Konsentrasi HCl

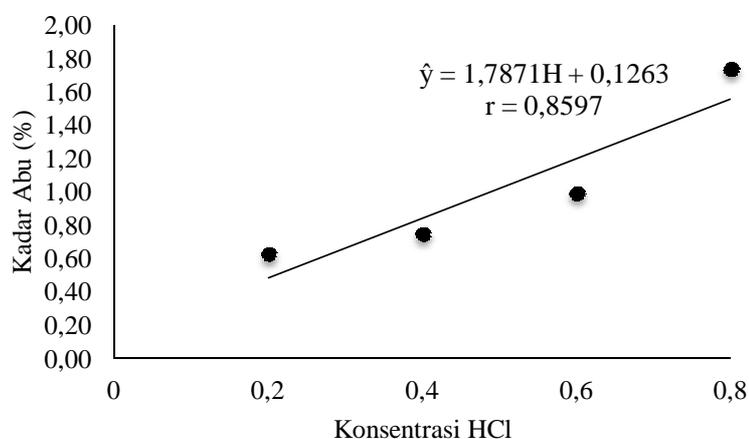
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 5) dapat dilihat bahwa konsentrasi HCl akan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter kadar abu. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Parameter Kadar Abu.

Jarak	LSR		Perlakuan H	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	H ₁ =0,2	0,62	d	D
2	0,01	0,01	H ₂ =0,4	0,74	c	C
3	0,01	0,01	H ₃ =0,6	0,99	b	B
4	0,01	0,01	H ₄ =0,8	1,73	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR.

Berdasarkan Tabel 14 dapat diketahui bahwa kadar abu mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi HCl. Perlakuan H₁ berbeda sangat nyata dengan perlakuan H₂, H₃ dan H₄. Perlakuan H₂ berbeda sangat nyata dengan perlakuan H₃ dan H₄. Perlakuan H₃ berbeda sangat nyata dengan H₄. Kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan H₄ yaitu sebesar 1,73% sedangkan nilai terendah berada pada perlakuan H₁ yaitu sebesar 0,62%. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Hubungan Konsentrasi HCl dengan Kadar Abu

Pada Gambar 9 dilihat bahwasanya kadar abu yang diperoleh dari perlakuan konsentrasi HCl 0,2 N sampai konsentrasi 0,8 N mengalami peningkatan. Pada konsentrasi HCl 0,2 N memiliki kadar abu sebesar 0,62% kemudian terus mengalami peningkatan sampai pada konsentrasi HCl 0,8 N menjadi 1,73%.

Menurut standar SNI 01-2978-1992 kadar abu pada sirup glukosa maksimal sebesar 1%, sedangkan pada penelitian ini masih terdapat kadar abu yang melebihi standar SNI sehingga dapat dikatakan bahwa beberapa gula cair dari bahan baku tapung ubi jalar cilembu tidak memenuhi syarat. Kadar abu yang

tidak memenuhi syarat disebabkan karena penambahan konsentrasi HCl yang semakin besar sehingga gula cair yang dihasilkan akan semakin asam yang mengakibatkan semakin banyaknya larutan penetral atau Na_2CO_3 yang ditambahkan. Kadar abu tepung ubi jalar tidak memenuhi syarat disebabkan karena glukosa cair terlalu banyak penambahan Na_2CO_3 pada saat penetralan produk yang menimbulkan kenaikan kadar abu karena Na_2CO_3 akan bereaksi dengan HCl dan akan membentuk mineral NaCl, mineral tersebut tidak akan hilang pada saat pemanasan dan akan tertinggal sebagai kaar abu (Febriyanto *dkk.*, 2015).

Pengaruh Lama Waktu Pemanasan

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 5) dapat dilihat bahwa lama waktu pemanasan akan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter kadar abu. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 15.

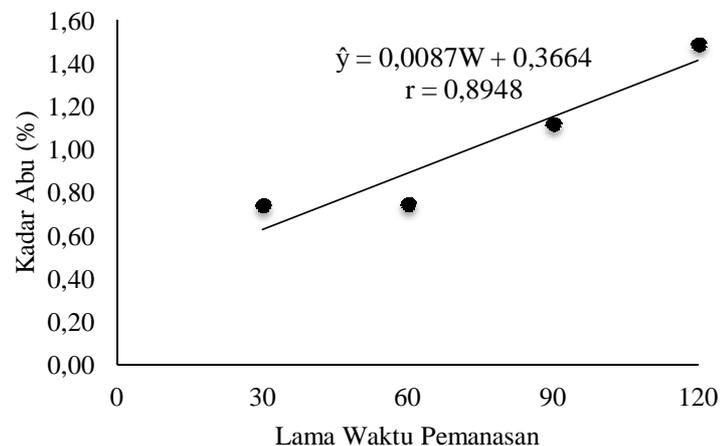
Tabel 15. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Parameter Kadar Abu.

Jarak	LSR		Perlakuan W	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	$W_1=30$	0,74	d	D
2	0,01	0,01	$W_2=60$	0,74	c	C
3	0,01	0,01	$W_3=90$	1,12	b	B
4	0,01	0,01	$W_4=120$	1,49	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR.

Berdasarkan Tabel 15 dapat diketahui bahwa kadar abu mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya lama waktu pemanasan. Perlakuan W_1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_2 , W_3 dan W_4 . Perlakuan W_2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_3 dan W_4 . Perlakuan W_3 berbeda sangat nyata

dengan W_4 . Kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan W_4 yaitu sebesar 1,49% sedangkan nilai terendah berada pada perlakuan W_1 yaitu sebesar 0,74%. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Hubungan Lama Waktu Pemanasan dengan Kadar Abu

Pada Gambar 10 diatas dilihat bahwasanya kadar abu yang diperoleh dari perlakuan 30 menit sampai ke perlakuan 120 menit akan terus meningkat. Pada lama waktu pemanasan 30 menit memiliki kadar abu sebesar 0,74% dan terus mengalami peningkatan hingga lama waktu pemanasan 120 menit sebesar 1,49%.

Menurut Fajar (2007) waktu reaksi mempengaruhi konversi yang dihasilkan. Semakin lama waktu reaksi, maka semakin tinggi pula konversi yang di hasilkan. Hal ini disebabkan oleh kesempatan zat reaktan untuk saling bertumbukan dan bereaksi semakin besar, sehingga konversi yang di hasilkan semakin tinggi. Hal ini mengakibatkan semakin banyaknya garam-garam mineral yang terbentuk sehingga semakin lama waktu pemanasan maka kadar abu akan semakin besar.

Pengaruh Interaksi antara Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Abu

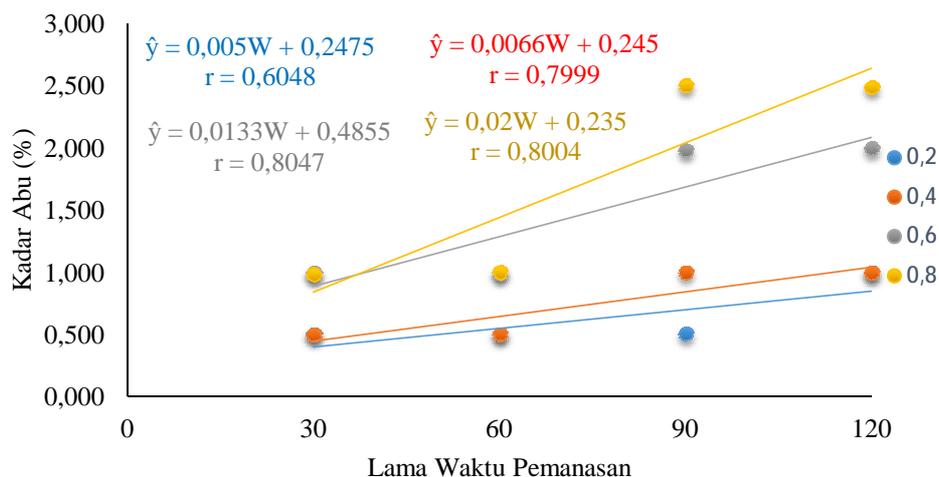
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 5) diketahui bahwa interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar abu. Hasil uji beda rata-rata pengaruh interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap kadar abu dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Abu.

Jarak	LSR		Perlakuan	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	H ₁ W ₁	0,49	f	D
2	0,01	0,02	H ₁ W ₂	0,50	f	D
3	0,01	0,02	H ₁ W ₃	0,50	f	D
4	0,01	0,02	H ₁ W ₄	0,99	d	C
5	0,01	0,02	H ₂ W ₁	0,50	f	D
6	0,01	0,02	H ₂ W ₂	0,50	f	D
7	0,01	0,02	H ₂ W ₃	0,99	d	C
8	0,01	0,02	H ₂ W ₄	0,99	de	C
9	0,01	0,02	H ₃ W ₁	0,99	de	C
10	0,01	0,02	H ₃ W ₂	0,99	de	C
11	0,01	0,02	H ₃ W ₃	1,98	c	B
12	0,01	0,02	H ₃ W ₄	1,99	b	B
13	0,01	0,02	H ₄ W ₁	0,98	e	C
14	0,01	0,02	H ₄ W ₂	1,00	d	C
15	0,01	0,02	H ₄ W ₃	2,47	a	A
16	0,01	0,02	H ₄ W ₄	2,48	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR.

Pada Tabel 16 dilihat bahwasanya perlakuan dengan konsentrasi HCl 0,2 N dan lama waktu pemanasan 30 menit (H₁W₁) mendapatkan nilai kadar abu terendah yaitu 0,49%. Sedangkan nilai tertinggi berada pada perlakuan konsentrasi HCl 0,8 N dan lama waktu pemanasan 120 menit (H₄W₄) yaitu 2,48%. Hubungan interaksi antara konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap kadar abu dapat dilihat secara jelas pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan dengan Kadar Abu

Berdasarkan Gambar 11 dapat diketahui bahwa seiring dengan lamanya pemanasan dan konsentrasi HCl maka kadar abu yang diperoleh dari masing-masing perlakuan akan mengalami peningkatan. Pada perlakuan H₁W₁ diperoleh kadar abu terendah yaitu sebesar 0,49% dan terus mengalami peningkatan hingga mencapai kadar abu tertinggi yaitu pada perlakuan H₄W₄ sebesar 2,48%.

Kadar abu yang diperoleh dari penelitian ini sebagian besar telah memenuhi standar SNI yaitu maksimal 1% sedangkan pada beberapa perlakuan kadar abu yang dihasilkan melebihi dari standar SNI. Peningkatan kadar abu disebabkan karena semakin banyak garam mineral yang terdapat pada gula pereduksi akibat proses penetralan asam dengan Na₂CO₃. Berdasarkan penelitian Devita (2013) semakin lama proses hidrolisis, semakin banyak volume asam serta semakin besar konsentrasi asam yang ditambahkan maka semakin banyak pula abu yang akan dihasilkan, hal ini karena pemecahan pati menjadi glukosa yang kian sempurna sehingga garam-garam organik yang terbentuk akan semakin banyak.

Kadar Gula Pereduksi

Pengaruh Konsentrasi HCl

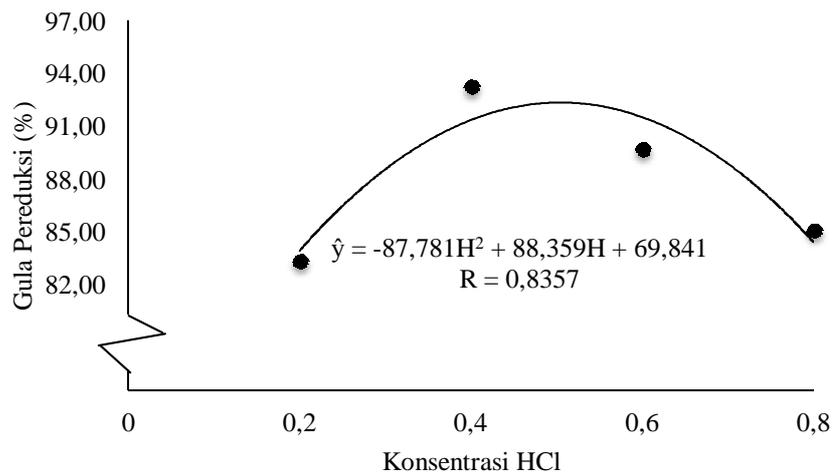
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 6) dapat dilihat bahwa konsentrasi HCl akan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter kadar gula pereduksi. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Parameter Kadar Gula Pereduksi.

Jarak	LSR		Perlakuan H	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	H ₁ =0,2	83,31	d	D
2	1,60	2,21	H ₂ =0,4	93,23	a	A
3	1,68	2,32	H ₃ =0,6	89,67	b	B
4	1,73	2,38	H ₄ =0,8	85,05	c	C

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR.

Pada Tabel 17 dilihat bahwasaya kadar gula pereduksi mengalami kenaikan kemudian akan turun kembali seiring dengan bertambahnya konsentrasi HCl yang digunakan. Pada perlakuan H₁ berbeda sangat nyata dengan perlakuan H₂, H₃ dan H₄. Perlakuan H₂ berbeda sangat nyata dengan perlakuan H₃ dan H₄. Perlakuan H₃ berbeda sangat nyata dengan perlakuan H₄. Kadar gula pereduksi tertinggi antar perlakuan konsentrasi HCl berada pada perlakuan H₂ yaitu sebesar 93,23% dan kadar gula pereduksi terendah berada pada perlakuan H₁ yaitu 83,31%. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Hubungan Konsentrasi HCl dengan Kadar Gula Pereduksi

Pada Gambar 12 diatas dilihat bahwasanya kadar gula pereduksi yang diperoleh dari perlakuan 0,2 N sampai ke perlakuan 0,8 N mengalami peningkatan dan kemudian akan turun kembali. Pada konsentrasi HCl 0,2 N memiliki kadar gula pereduksi sebesar 83,31% dan mengalami peningkatan pada konsentrasi HCl 0,4 N sebesar 93,23% dan mengalami penurunan lagi hingga mencapai 85,05% pada konsentrasi HCl 0,8 N.

Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa kadar gula pereduksi akan mencapai titik optimum pada konsentrasi HCL 0,4 N sebesar 93,98% dan akan mengalami penurunan kembali. Penurunan kadar gula pereduksi ini dikarenakan terjadi rekasi yang lebih lanjut sehingga proses pembentukan kadar gula pereduksi akan menurun. Berdasarkan penelitian Karimi *dkk.*, (2006) proses hidrolisis dipengaruhi oleh ukuran partikel, rasio asam dengan substrat, jenis dan konsentrasi asam, suhu dan waktu hidolisis. Peningkatan konsentrasi asam yang digunakan akan menurunkan jumlah glukosa yang dihasilkan karena glukosa yang terbentuk akan terdegrasi lebih lanjut. Hasil degradasi glukosa yang dapat mengganggu dan merusak hasil hidrolisis diantaranya HMF (Hidroksi Metil

Furfural). Menurut Putri dan Sukandar (2008) asam memecah molekul polisakarida secara acak sehingga hasil hidrolisis sulit diprediksikan. Hal ini yang mengakibatkan kandungan kadar gula pereduksi menjadi turun.

Menurut Fengel dan Wegener (1995) dehidrasi yang dikatalisis asam pada kondisi lunak menghasilkan pembentukan gula anhidro dengan ikatan glikosida antar molekul, yang dihasilkan dari eliminasi molekul air dari dua gugus hidroksil. Produk degradasi yang paling penting dari segi hasil dan kemungkinan penggunaannya adalah senyawa siklis furfural yang dibentuk dari pentosa dan asam uronat dan Hidroksi Metil Furfural (HMF) dari gula heksosa, terutama glukosa. Menurut Yuliana (2011) proses hidrolisis dengan menggunakan asam kuat berkonsentrasi rendah akan memberikan hasil penguraian glukosa yang menghasilkan produk sampingan sehingga dapat menghambat proses fermentasi. Penghambat yang potensial adalah senyawa Hidroksi Metil Furfural. Pada suhu dan konsentrasi yang tinggi mengakibatkan glukosa akan terdegradasi.

Pengaruh Lama Waktu Pemanasan

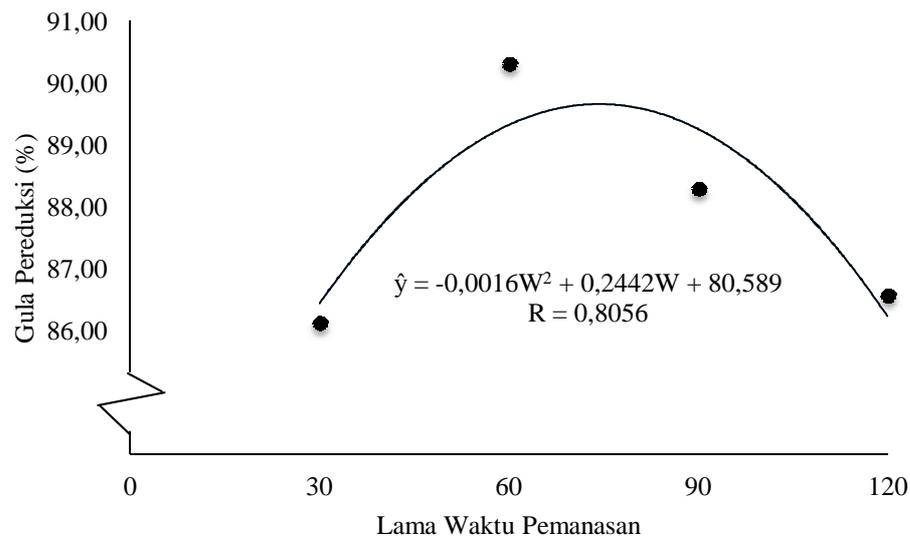
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 6) dapat dilihat bahwa lama waktu pemanasan akan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter kadar gula pereduksi. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan HCl terhadap Parameter Kadar Gula Pereduksi

Jarak	LSR		Perlakuan W	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	W ₁ =30	86,11	d	B
2	1,60	2,21	W ₂ =60	90,30	a	A
3	1,68	2,32	W ₃ =90	88,28	b	AB
4	1,73	2,38	W ₄ =120	86,56	c	B

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR.

Pada Tabel 18 dilihat bahwasanya kadar gula pereduksi akan naik hingga titik optimum kemudian akan turun kembali sejalan dengan lamanya waktu pemanasan. Pada perlakuan W_1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_2 dan berbeda tidak nyata dengan W_3 dan W_4 . Perlakuan W_2 berbeda tidak nyata dengan perlakuan W_3 dan W_4 . Perlakuan W_3 berbeda tidak nyata dengan perlakuan W_4 . Kadar gula pereduksi tertinggi antar perlakuan lama waktu pemanasan berada pada perlakuan W_2 yaitu sebesar 90,30% dan kadar gula pereduksi terendah berada pada perlakuan W_1 yaitu 86,11%. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Hubungan Lama Waktu Pemanasan dengan Kadar Gula Pereduksi

Pada Gambar 13 diatas dapat diketahui bahwasanya kadar kadar gula pereduksi yang diperoleh dari perlakuan 30 menit sampai ke perlakuan 120 menit mengalami peningkatan dan kemudian akan turun kembali. Pada lama waktu pemanasan 30 menit memiliki kadar kadar gula pereduksi ssebesar 86,11% dan mengalami peningkatan pada lama waktu pemanasan 90 menit sebesar 90,30%

dan mengalami penurunan lagi hingga mencapai 86,56% pada lama waktu pemanasan 120 menit.

Kadar gula pereduksi yang dihasilkan akan mencapai titik optimum pada lama waktu pemanasan 60 menit yaitu sebesar 90,30% dan akan menurun seiring dengan semakin lamanya waktu pemanasan. Menurut Karimi *dkk* (2006) apabila suhu hidrolisis terlalu tinggi atau waktu hidrolisis terlalu lama maka monosakarida yang terbentuk dapat terhidrolisis lanjut menjadi bahan yang lain, sehingga waktu hidrolisis ini dibatasi pada rentang waktu tertentu. Perubahan komponen tersebut diantaranya menjadi senyawa furfural, hidroksi metil furfural dan furan resins (Lavarack *dkk.*, 2002).

Pengaruh Interaksi antara Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan Terhadap Kadar Gula Pereduksi

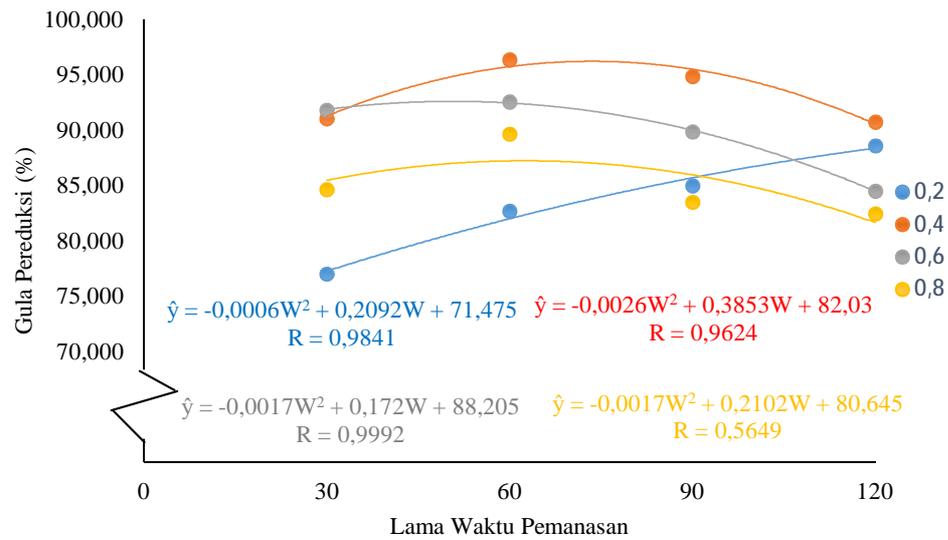
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 6) diketahui bahwa interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar gula pereduksi. Hasil uji beda rata-rata pengaruh interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap kadar abu dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Gula Pereduksi

Jarak	LSR		Perlakuan	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	H ₁ W ₁	77,00	g	H
2	3,21	4,42	H ₁ W ₂	82,68	f	G
3	3,37	4,64	H ₁ W ₃	84,96	ef	DEFG
4	3,45	4,76	H ₁ W ₄	88,58	de	CDEF
5	3,53	4,85	H ₂ W ₁	91,02	cd	BC
6	3,57	4,92	H ₂ W ₂	96,34	a	A
7	3,60	4,99	H ₂ W ₃	94,84	ab	AB
8	3,63	5,05	H ₂ W ₄	90,72	cd	BC
9	3,65	5,09	H ₃ W ₁	91,80	bcd	ABC
10	3,67	5,12	H ₃ W ₂	92,54	bc	ABC
11	3,67	5,15	H ₃ W ₃	89,84	cd	BCD
12	3,68	5,18	H ₃ W ₄	84,48	f	FG
13	3,68	5,20	H ₄ W ₁	84,62	f	Efg
14	3,69	5,22	H ₄ W ₂	89,64	cd	BCDE
15	3,69	5,24	H ₄ W ₃	83,48	f	G
16	3,70	5,25	H ₄ W ₄	82,44	f	G

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR.

Pada Tabel 19 dilihat bahwasanya perlakuan dengan konsentrasi HCl 0,4 N dan lama waktu pemanasan 60 menit (H₂W₂) memperoleh nilai kadar gula pereduksi tertinggi yaitu 96,34%. Sedangkan nilai paling rendah pada perlakuan konsentrasi HCl 0,2 N dan lama waktu pemanasan 30 menit (H₁W₁) yaitu 77,00%. Hubungan interaksi antara konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap kadar gula pereduksi dapat dilihat secara jelas pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Gula Pereduksi

Pada Gambar 14 dilihat bahwasanya lamanya pemanasan dan meningkatnya konsentrasi HCl maka kadar gula pereduksi yang diperoleh dari masing-masing perlakuan akan mengalami gerakan yang fluktuatif. Pada perlakuan H_1W_1 diperoleh kadar gula pereduksi terendah yaitu sebesar 77,00% dan mengalami peningkatan pada H_2W_1 sebesar 91,02% kemudian akan mengalami penurunan pada H_3W_1 dan H_4W_1 , hal ini dapat menunjukkan nilai optimum dari hasil kadar gula pereduksi. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa nilai optimum pada gula cair dari tepung ubi jalar cilembu berada pada perlakuan H_2W_2 yaitu sebesar 96,34%.

Menurut Yuniarti (2004) dalam Devita *dkk* (2015) menyatakan bahwa pada metode asam semakin lama proses hidrolisis dan semakin banyak konsentrasi asam yang digunakan maka gula reduksi akan semakin besar, namun jika terlalu lama dan semakin banyak penambahan asam maka terjadi penurunan kadar gula reduksi, hal ini dapat disebabkan adanya reaksi browning atau dehidrasi glukosa. Kadar gula reduksi memiliki standar baku pada hasil sirup

glukosa yang dihasilkan yaitu minimal sebesar 30% menurut SNI. Pada penelitian Devita (2015) menunjukkan bahwa hasil kadar gula reduksi tertinggi sebesar 31,42% dengan proses hidrolisis selama 4 jam dan konsentrasi HCl 0,5 N sebanyak 15 ml pada bahan baku ubi jalar ungu.

Menurut penelitian Sutamiharja (2017) menyatakan hasil optimasi pembuatan gula cair menunjukkan bahwa hidrolisis menggunakan asam dengan konsentrasi 0,5 N dan waktu hidrolisis 90 menit menghasilkan kadar gula sebesar 84,22%. Penurunan kadar kadar gula pereduksi disebabkan terjadinya reaksi kebalikan dari molekul glukosa dan maltosa membentuk oligosakarida yang lebih tinggi yang bersifat non pereduksi.

Pati Kualitatif

Pati adalah karbohidrat yang berbentuk polisakarida yang banyak terdapat di dalam kandungan tepung yang berasal dari umbu-umbian. Dari analisis pati secara kualitatif terhadap produk gula cair berbahan baku tepung ubi cilembu yang telah dilakukan, diperoleh hasil yang positif mengandung pati dan negatif atau tidak mengandung pati. Hasil yang positif ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi biru tua pada saat gula cair di teteskan larutan lugol, hasil ini terdapat pada perlakuan lama waktu pemanasan 30 menit yaitu pada sampel H_1W_1 , H_2W_1 , H_3W_1 dan H_4W_1 . Hal ini menunjukkan bahwa proses hidrolisis pada waktu pemanasan selama 30 menit belum berjalan secara sempurna sehingga masih terdapat kandungan pati didalam gula cair. Sedangkan pada sampel yang lainnya tidak mengalami perubahan warna jika di teteskan larutan lugol. Menurut hasil penelitian Sutamihardja *dkk* (2017) menyatakan bahwa analisis pati secara kualitatif yang telah dilakukan terhadap glukosa cair berbahan baku tepung pati

singkong didapatkan hasil negatif. Hal ini ditandai dengan tidak adanya perubahan warna pada sampel gula cair saat ditetesi larutan lugol, sehingga dapat dinyatakan bahwa bahan baku tepung pati singkong telah dihidrolisis dengan sempurna. Sampel akan menunjukkan hasil positif apabila masih ada pati yang belum terhidrolisis. Hal ini dapat diamati dari perubahan warna yang terjadi, apabila terbentuk warna biru tua atau ungu maka sampel glukosa cair tersebut positif mengandung pati.

TSS

Pengaruh Konsentrasi HCl

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 7) diketahui bahwa konsentrasi HCl memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan ($p>0,05$) terhadap parameter TSS sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

Pengaruh Lama Waktu Pemanasan

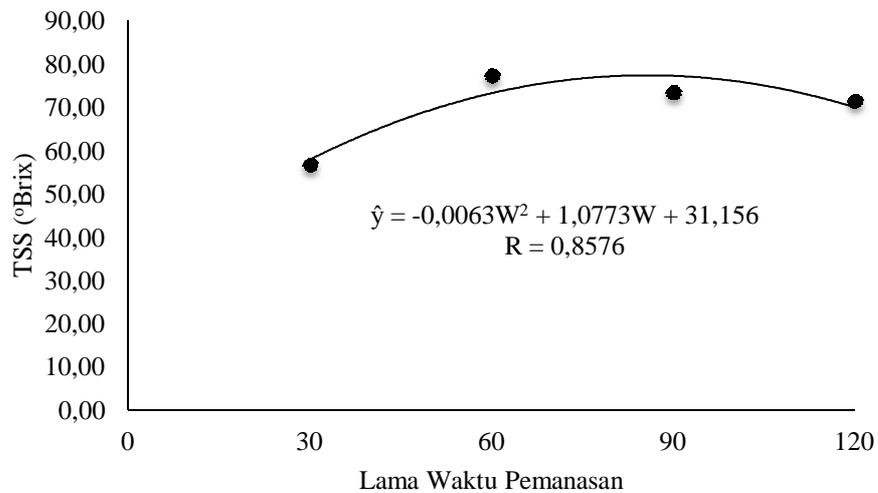
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 7) dapat dilihat bahwa lama waktu pemanasan akan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p<0,01$) terhadap parameter TSS. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Parameter TSS.

Jarak	LSR		Perlakuan W	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	$W_1=30$	56,50	c	C
2	3,38	4,65	$W_2=60$	77,13	a	A
3	3,55	4,89	$W_3=90$	73,25	b	AB
4	3,64	5,01	$W_4=120$	71,25	b	B

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR.

Berdasarkan Tabel 20 dapat diketahui bahwa perlakuan W_1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_2 , W_3 dan W_4 . Perlakuan W_2 berbeda tidak nyata dengan perlakuan W_3 dan W_4 . Perlakuan W_3 berbeda tidak nyata dengan perlakuan W_4 . Nilai rata-rata TSS terendah terdapat pada perlakuan W_1 yaitu sebesar $56,50^\circ\text{Brix}$ sedangkan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan W_2 yang memiliki nilai yaitu sebesar $77,13^\circ\text{Brix}$. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik Pengaruh Lama Waktu Pemanasan dengan TSS

Berdasarkan Gambar 15 diatas dapat diketahui bahwa TSS yang diperoleh dari perlakuan 30 menit sampai ke perlakuan 60 menit mengalami peningkatan dan akan mengalami penurunan hingga perlakuan 120 menit. Pada lama waktu pemanasan 30 menit memiliki TSS sebesar $56,5^\circ\text{Brix}$ dan meningkat hingga mencapai $77,13^\circ\text{Brix}$ dan akan turun kembali hingga $71,25^\circ\text{Brix}$ pada perlakuan 120 menit.

Lama waktu pemanasan terhadap TSS akan mencapai titik optimum pada waktu 60 menit yaitu sebesar $77,13^\circ\text{Brix}$ dan akan menurun lagi seiring dengan lamanya waktu pemanasan. Menurut Solehati (2016) TSS akan terus meningkat dikarenakan lama waktu reaksi yang berlangsung pada proses pemecahan molekul

pati semakin lama sehingga gula produksi yang dihasilkan semakin besar jumlahnya. Perolehan glukosa yang kian bertambah disebabkan oleh proses hidrolisis yang semakin lama dilakukan sehingga terjadi kesempatan tumbukan antar molekul air dengan molekul pati yang semakin lama pula hingga menghasilkan glukosa yang semakin banyak. Namun apabila waktu yang digunakan dalam hidrolisis terlalu lama akan menyebabkan glukosa akan terdegradasi menjadi hidroksi metil furfural dan bereaksi lebih lanjut membentuk asam formiat, sehingga kadar glukosa dapat menurun (Idral *dkk.*, 2012). Hal ini yang mengakibatkan terjadinya penurunan ketika pengukuran TSS.

Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap TSS

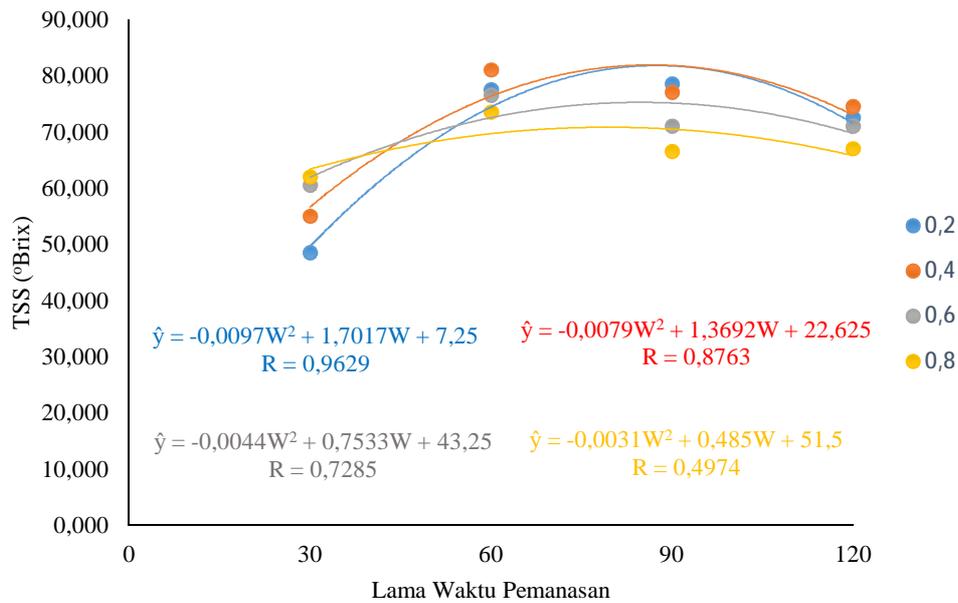
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 7) diketahui bahwa interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap TSS. Hasil uji beda rata-rata pengaruh interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap kadar abu dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap TSS

Jarak	LSR		Perlakuan	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	H ₁ W ₁	48,50	f	E
2	6,76	9,31	H ₁ W ₂	77,50	ab	AB
3	7,10	9,78	H ₁ W ₃	78,50	ab	A
4	7,28	10,03	H ₁ W ₄	72,50	bcd	ABC
5	7,44	10,23	H ₂ W ₁	55,00	f	E
6	7,53	10,37	H ₂ W ₂	81,00	a	A
7	7,59	10,52	H ₂ W ₃	77,00	ab	AB
8	7,64	10,64	H ₂ W ₄	74,50	abc	AB
9	7,68	10,73	H ₃ W ₁	60,50	ef	EF
10	7,73	10,79	H ₃ W ₂	76,50	ab	AB
11	7,73	10,86	H ₃ W ₃	71,00	bcd	ABCD
12	7,75	10,91	H ₃ W ₄	71,00	bcd	ABCD
13	7,75	10,95	H ₄ W ₁	62,00	ef	CDE
14	7,77	11,00	H ₄ W ₂	73,50	bcd	AB
15	7,77	11,04	H ₄ W ₃	66,50	de	BCD
16	7,80	11,06	H ₄ W ₄	67,00	cde	BCD

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR.

Pada Tabel 21 bahwasanya perlakuan dengan konsentrasi HCl 0,2 N dan lama waktu pemanasan 30 menit (H₁W₁) memperoleh nilai TSS terendah yaitu 48,50°Brix. Sedangkan nilai tertinggi berada pada perlakuan konsentrasi HCl 0,4 N pada lama waktu pemanasan 60 menit (H₂W₂) yaitu 81,00°Brix. Hubungan interaksi antar konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap TSS dapat dilihat secara jelas pada Gambar 16.



Gambar 16. Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan dengan TSS

Pada Gambar 16 dilihat bahwasanya sejalan dengan meningkatnya konsentrasi HCl dan lamanya pemanasan maka TSS yang didapatkan dari setiap perlakuan akan mengalami gerakan yang fluktuatif. Pada perlakuan H_1W_1 diperoleh TSS terendah yaitu sebesar $48,5^\circ\text{Brix}$ dan mengalami peningkatan pada H_2W_2 sebesar 81°Brix kemudian akan mengalami penurunan kembali, hal ini menunjukkan bahwa terdapat nilai optimum dari hasil TSS. Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa nilai optimum pada TSS dari tepung ubi jalar cilembu berada pada perlakuan H_2W_2 yaitu sebesar 81°Brix .

Pengaruh lama waktu pemanasan dengan konsentrasi HCl saling berkaitan antara parameter TSS dengan gula pereduksi, hal ini karena kedua pengujian ini digunakan untuk mengukur banyaknya kandungan gula pada bahan. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pemanasan hidrolisis dan semakin tinggi konsentrasi HCl yang digunakan maka akan semakin banyak pula

kandungan gula yang dihasilkan namun pada titik tertentu akan mengalami penurunan kembali.

Menurut Solehati (2016) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam HCl dan lama waktu hidrolisis maka TSS gula cair ubi Cilembu yang dihasilkan kian meningkat. Dan lama waktu reaksi yang berlangsung pada proses pemecahan molekul pati semakin lama sehingga gula produksi yang dihasilkan semakin besar jumlahnya.

Menurut pernyataan Judoamidjojo (1992) semakin lama hidrolisis, asam akan memecah molekul pati secara acak dan gula pereduksi yang dihasilkan juga semakin besar.

Mikroba Kapang

Pengaruh Konsentrasi HCl

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 8) dapat dilihat bahwa konsentrasi HCl akan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter mikroba kapang. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 22.

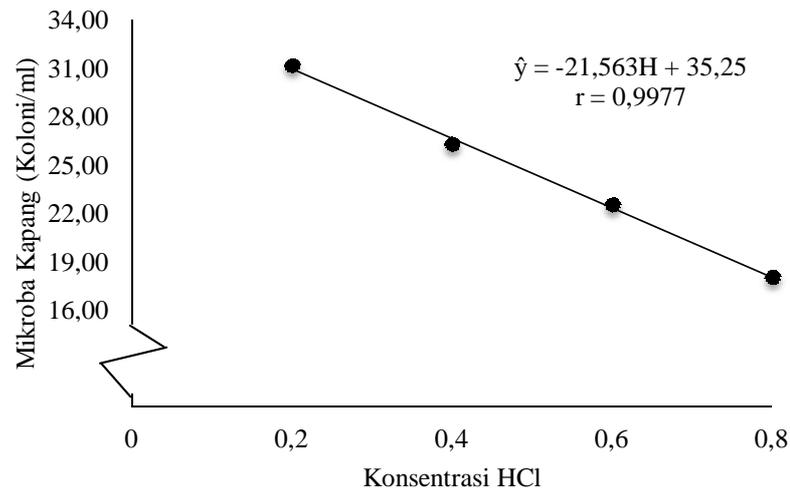
Tabel 22. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Parameter Mikroba Kapang

Jarak	LSR		Perlakuan H	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	$W_1=0,2$	31,13	a	A
2	2,26	3,11	$W_2=0,4$	26,25	b	B
3	2,37	3,27	$W_3=0,6$	22,50	c	C
4	2,43	3,35	$W_4=0,8$	18,00	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR.

Berdasarkan Tabel 22 dapat diketahui bahwa perlakuan H_1 berbeda sangat nyata dengan perlakuan H_2 , H_3 dan H_4 . Perlakuan H_2 berbeda sangat nyata dengan

perlakuan H₃ dan H₄. Perlakuan H₃ berbeda sangat nyata dengan perlakuan H₄. Nilai rata-rata mikrobiologi kapang tertinggi terdapat pada perlakuan H₁ yaitu sebesar 31,13 Koloni/ml sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan H₄ yaitu sebesar 18,00 Koloni/ml. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Grafik Pengaruh Konsentrasi HCl dengan Mikroba Kapang

Pada Gambar 17 di atas bahwasanya mikroba kapang yang diperoleh dari perlakuan 0,2 N sampai pada perlakuan 0,8 N akan menurun sejalan dengan bertambahnya konsentrasi HCl yang digunakan. Pada Konsentrasi HCl 0,2 N kapang yang terdapat pada gula cair dari tepung ubi jalar cilembu sebanyak 31,13 Koloni/ml dan mengalami penurunan sampai pada konsentrasi HCl 0,8 N yaitu sebesar 18,00 Koloni/ml.

Konsentrasi HCl pada parameter mikroba kapang berhubungan dengan banyaknya kadar air pada gula cair. Semakin banyak kadar air yang terdapat pada gula cair maka pertumbuhan kapang akan semakin banyak dan sebaliknya. Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi asam yang dipakai maka semakin kapang pada gula cair akan semakin menurun hal ini dikarenakan kadar air pada gula cair yang semakin menurun pula. Menurut Solehati (2016)

yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam klorida (HCl) maka suasana produk akan semakin asam sehingga asam klorida (HCl) akan menyerap lebih banyak air yang mengakibatkan kadar air pada produk (gula cair) akan semakin berkurang.

Pengaruh Lama Waktu Pemanasan

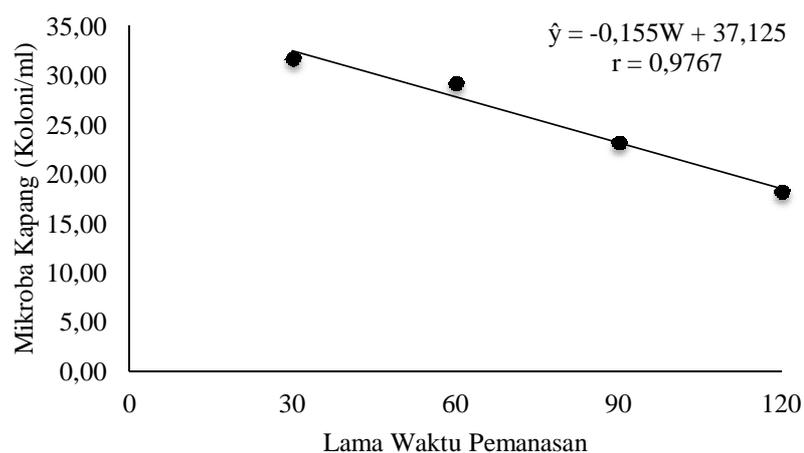
Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 8) dapat dilihat bahwa lama waktu pemanasan akan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter mikroba kapang. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Parameter Mikroba Kapang.

Jarak	LSR		Perlakuan W	Rataan	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	$W_1=30$	31,63	a	A
2	2,26	3,11	$W_2=60$	29,13	b	A
3	2,37	3,27	$W_3=90$	23,13	c	B
4	2,43	3,35	$W_4=120$	18,13	d	C

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf 5% (huruf kecil) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar) menurut uji LSR.

Berdasarkan Tabel 23 dapat diketahui bahwa perlakuan W_1 berbeda tidak nyata dengan perlakuan W_2 dan berbeda sangat nyata dengan W_3 dan W_4 . Perlakuan W_2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_3 dan W_4 . Perlakuan W_3 berbeda sangat nyata dengan perlakuan W_4 . Nilai rata-rata mikroba kapang tertinggi terdapat pada perlakuan W_1 yaitu sebesar 31,63 Koloni/ml sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan W_4 yaitu sebesar 18,13 Koloni/ml. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik Pengaruh Lama Waktu Pemanasan dengan Mikroba Kapang

Pada Gambar 18 diketahui bahwasanya mikroba kapang yang diperoleh dari perlakuan 30 menit sampai ke perlakuan 120 menit terus menurun sejalan dengan lamanya waktu pemanasan. Pada lama waktu pemanasan 30 menit kapang yang terdapat pada gula cair dari tepung ubi jalar cilembu sebanyak 31,63 Koloni/ml dan mengalami penurunan sampai pada lama waktu pemanasan 120 menit yaitu sebesar 18,13 Koloni/ml.

Lama waktu pemanasan yang kian lama akan menurunkan jumlah kapang pada gula cair, hal ini dikarenakan air yang terdapat di dalam bahan akan menguap seiring dengan lamanya waktu pemanasan sehingga jumlah kapang akan menurun. Waktu pemanasan yang semakin lama akan membuat produk (gula cair) akan semakin steril sehingga kemungkinan kapang akan mencemari bahan akan semakin kecil.

Pengaruh Interaksi antara Konsentrasi HCl dengan Lama Waktu Pemanasan terhadap Mikroba Kapang

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 8) diketahui bahwa interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda

tidak nyata dengan ($p > 0,05$) terhadap parameter mikroba kapang sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada pengaruh konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap gula cair dari tepung ubi jalar cilembu dapat ditarik kesimpulan antara lain :

1. Konsentrasi HCl memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter Organoleptik Rasa, Kadar Air, Kadar Abu, Kadar Gula Pereduksi dan Mikroba Kapang. Konsentrasi HCl Memberikan pengaruh yang tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap parameter Organoleptik Bau, Organoleptik Warna dan TSS.
2. Lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter Organoleptik Rasa, Kadar Air, Kadar Abu, TSS dan Mikroba Kapang. Memiliki pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap parameter Kadar Gula Pereduksi. Dan memiliki pengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap parameter Organoleptik Bau dan Organoleptik Warna.
3. Interaksi antara Konsentrasi HCl dan Lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) pada parameter Kadar Air, Kadar Abu dan Kadar Gula Pereduksi. Memiliki pengaruh berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap parameter TSS. Dan memiliki pengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) pada parameter Organoleptik Bau, Organoleptik Rasa, Organoleptik Warna dan Mikroba Kapang.
4. Hasil Penelitian terbaik terdapat pada perlakuan H₂W₂ yaitu dengan konsentrasi HCl 0,4 N dan lama waktu pemanasan 60 menit.

Saran

1. Pada pembuatan gula cair dengan metode hidrolisis asam maka penggunaan konsentrasi HCl 0,04 N dan lama waktu pemanasan 60 menit dapat dijadikan sebagai rujukan.
2. Perlu dilakukan pengujian yang lebih lengkap sesuai dengan SNI glukosa cair seperti cemaran logam dan pengujian mikrobiologi lainnya.
3. Produk yang telah dihasilkan untuk dilakukan penyimpanan pada suhu rendah atau *refrigerator*.
4. Pada penelitian selanjutnya untuk menghasilkan pati yang lebih banyak dapat menggunakan metode basah dalam menghasilkan pati.

DAFTAR PUSTAKA

- Albaasith, Z., N.L, Rahmad., T, Rondang. 2014. Pembuatan Sirup Glukosa dari Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminatabalbisianacolla*) Secara Enzimatis. Jurnal Teknik Kimia USU. Vol. 3, No. 2.
- Aini, N. 2004. Pengolahan Tepung Ubi Jalar dan Produknya untuk Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Pedesaan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemistry. AOAC Int, Washington D.C.
- Apriyantono, A.D., Fardiaz, N.L, Puspita., Sendarwati., Budiyanto, S. 1989. *Analisis Pangan*. Bogor (ID) : Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Arief, M.D. 2012. Pemanfaatan Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* (L). Lam) cv. Cilembu sebagai Bahan Substitusi Tepung Terigu dalam Pembuatan Biskuit. (Skripsi). Fakultas Teknobiologi. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Yogyakarta.
- Austin, G.T. 1996. *Industri Proses Kimia jilid I*. Erlangga. Jakarta.
- Badger, P.C. 2002. *Ethanol from cellulose: A General Review*. p. 17-21. In J. Janick and A. Whipkey (Ed.). Trends in New Crops and New Uses. ASHS Press. Alexandria, VA.
- BAM. 2001. Aerobic Plate Count. <http://www.fda.gov/food/foodscienceresearch/loboratorymethods/ucm071435.htm>. Diakses pada 02 November 2018.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2016. Produksi Ubi Jalar Menurut Provinsi 1993-2015. Aвалиabel at:www.bps.go.id/linktabeldinamis/view/id/883.
- CNBC. 2018. Produksi Gula Turun Tiap Tahun Pabrik Pabrik Gula Harus dimerges. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20180329133602-4-9044/produksi-gula-turun-tiap-tahun-pabrik-gula-harus-dimerger>. Diakses pada 04 November 2018.
- DEM. 2018. Pemulihan Industri Gula Nasional 2018.
- Devita, C. 2013. Perbandingan Metode Hidrolisis Menggunakan Enzim Amilase dan Asam dalam Pembuatan Sirup Glukosa dari Pati Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas L*). (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

- Devita, C., W, Pratjojo., S.M.R, Sedyawati. 2015. Perbandingan Metode Hidrolisis Enzim dan Asam Dalam Pembuatan Sirup Glukosa Ubi Jalar Ungu. Indonesian Journal of Chemical Science.
- Ega, L. 2002. Kajian Sifat Fisik dan Kimia Serta Pola Hidrolisis Pati Ubi Jalar Kualitas Unggul Secara Enzimatis dan Asam. Tesis Program Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Endah, R., E, Kriswiyanti., A, Nur. 2009. Bioetanol Fuel Grade dari Talas (*Colosacia esculenta*). Jurnal Ekuilibrium Vol 8 No. 1.
- Endah, R., P, Sunarto., R.F, Berta. 2009. Kinetika Reaksi Tepung Sorgum Dengan Katalis Asam Klorida (HCl). Jurnal Ekuilibrium. Vol 5, No1. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Fairus, S., Haryono., A, Miranthi., A, Aprianto. 2010. Pengaruh Konsentrasi HCl dan Waktu Hidrolisis Terhadap Perolehan Glukosa yang Dihasilkan dari Pati Biji Nangka. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. Bandung.
- Fajar. 2007. Studi Potensi Sampah Kota Sebagai Bahan Baku Etanol. Tesis UGM. Yogyakarta.
- Faoji, Y. 2009. Studi Kelayakan Pendirian Industri Sirup Glukosa Dari Tapioka Di Pesantren Raudlatul Ulum, Pati, TA. IPB. Bogor.
- Febriyanto, A., D, Widiastuti., H, Nashrianto. 2015. Pembuatan Glukosa Cair dari Tepung Tapioka, Tepung Jagung dan Tepung Ubi Jalar dengan Metode Hidrolisis Asam. Universitas Pakuan Bogor. Bogor.
- Fengel, D. dan Wegener, G. 1995. *Kayu Kimia Ultrastruktur dan Reaksi-reaksi*. Walter de Gruyter and Co. Berlin.
- Girindra, A. 1993. *Biokimia 1*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Idral, D., M, Salim., E, Mardiah. 2012. Pembuatan Bioetanol Ampas Sagu dengan Proses Hidrolisis Asam dan Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Jurnal Kimia UNAND vol 1, November 16.
- Julita, A.O. 2012. Karakteristik Tepung Pati dari Ubi Jalar Cilembu dan Ubi Jalar Ungu Ayuramurasaki. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ketra, A.R. dan W, Okta. 2015. Substitusi Ubi Jalar Dalam Pembuatan Bolu Gulung. Jurnal Agritepa Vol. 1 No. 2. Fakultas Pertanian. Universitas Dehasen. Bengkulu.

- Karimi, K., S, Kheradmandinia., M.J, Taherzadeh. 2006. Conversion of rice straw to sugars by dilute-acid hydrolysis. *Biomass and Bioenergy*. 30: 247-253.
- Kusnandar, F. 2010. *Kimia Pangan Komponen Mikro*. PT Dian Rakyat. Jakarta.
- Lavarack, B.P., G.P, Griffin., D, Rodman. 2002. The acid hydrolysis of sugarcane bagasse hemicellulose to produce xylose, arabinose, glucose and other products. *Biomass and Bioenergy* 23: 367-380
- Machbubatul. 2008. Pembuatan Kaldu dari Kepala Ikan Tuna dengan Cara Hidrolisis Asam. Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Murray. 2003. *Harper's Illustrated Biochemistry*. Mc Graw Hill Company. New York.
- Permanasari, A.R. 2015. Pembuatan Gula Cair dari Pati Singkong dengan Menggunakan Hidrolisis Enzimatis. Politeknik Negeri Bandung. *Jurnal Fluida* Volume 11, No. 2, Nopember 2015, Hlm. 9 -14.
- Parwiyanti, F.P. dan A, Renti. 2011. Sifat Kimia dan Fisik Gula Cair dari Pati Umbi Gadung (*Dioscorea hispida Denntsi*). Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Purwanto, E. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Semarang. Semarang.
- Putri, L.S.E. dan D, Sukandar. 2008. Konversi Pati Ganyong (*Canna edulis Ker.*) Menjadi Bioetanol melalui Hidrolisis Asam dan Fermentasi. *Biodiversitas* 9: 112-116 .
- Rampengan, V.J., Pontoh., D.T. Sembel. 1985. Dasar-dasar Pengawasan Mutu Pangan. Badan Kerja sama Perguruan Tinggi Negeri Indonesia Bagian Timur, Ujung Pandang.
- Richana, N. 2013. *Menggali Potensi Ubi Kayu dan Ubi Jalar*. Penerbit Nuansa Cendekia. Bandung.
- Rochmawatin, N. 2010. Pengaruh Konsentrasi Enzim dan Lama Sakarifikasi pada Hidrolisis Enzimatis Terhadap Produksi Sirup Glukosa dari Pati Ubi Kayu (*Manihot esculenta*). Skripsi Jurusan Kimia. UIN. Malang.
- Sarwono, B. 2007. *Bertanam Ubi Jalar*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Silalahi, J. 2006. *Makanan Fungsional*. Kanisius. Yogyakarta.
- Solehati, S.S. 2016. Kajian Konsentrasi Asam Klorida dan Waktu Hidrolisis terhadap Karakteristik Gula Cair dari Ubi Cilembu (*Ipomea batatas L.*) Universitas Pasundan. Bandung.

- Sugiyono. 2003. *Teknologi Pengolahan Tepung Sereal dan Umbi-Umbian*. Pusat Studi Pangan Dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sun, Y. dan J, Cheng. 2002. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. *Bioresource Technology* 83: 1-11.
- Suprapti, M.L. 2003. *Tepung Ubi Jalar : Pembuatan dan Pemanfaatannya*. Cetakan Pertama. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Sutamihardja, R.T.M., Srikandi., D.P. Herdiani. 2017. Hidrolisis Asam Klorida Tepung Pati Singkong (*Manihot esculenta Crantz*) Dalam Pembuatan Gula Cair. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*. Vol. 5 No. 1 Januari 2015, 83-91.
- Suriawiria, U. 2001. *Sukses Beragrobisnis Jamus Kayu : Shitake, kuping, tiram*. Cetakan III. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tino, M. 2006. Perubahan Komposisi Pati dan Gula dua Jenis Ubi Jalar Nirikum "Cilembu" selama Penyimpanan. *Jurnal Bionatura* Vol. 8 No. 2:161-170.
- Terahara, N., I. Konczak., H. Ono., M, Yoshimoto., O, Yamakawa. 2004. Characterization of acylated anthocyanins in callus induced from storage root of purple-fleshed sweet potato. *Ipomea batatas L*. *Journal of Biomedicine and Biotechnology* 5:297-286.
- Triyono, A. 2009. Komposisi Gula Glukosa dari Hasil Hidrolisis Pati Ubi Jalar (*Ipomea batatas L*) dalam Upaya Pemanfaatan Pati Umbi-Umbian. B2PTTG-LIPI. Subang.
- Triyon, A. 2010. Mempelajari Pengaruh Maltodekstrin dan Susu Skim Terhadap Komposisi Yoghurt Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus L*). *Jurnal Sains Kimia*. Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna-LIPI. Semarang.
- Ulfana, P.D. 2010. Kajian Proses Hidrolisis Asam Rumpun Laut *Gracillaria salicornia* dan *Sargassum sp* (Skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Bogor.
- Waters Coporation. 2010. *Instruction Manual of High Performance Karbohidrat Column*. USA.
- Widyastuti, R. 2010. Perbedaan Pengaruh Gizi dan Tingkat Kecukupan Energi dan Protein pada Pasien Gagal Ginjal Kronik di RSUD Arifin Achamad Provinsi Riau. *Jurnal Gizi* Volume 1 No. 2 Oktober 2014. Poltekekes Kemenkes Riau. Riau.
- Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

_____. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Embrio Biotekindo. Bogor.

Yuniarti, Yusak. 2004. Pengaruh Variasi Volume HCl 0,05 N dan Waktu Hidrolisis Terhadap Mutu Sirup pada Pembuatan Sirup Glukosa dari Pati Ubi Jalar (*Ipomea batatas L, Sin batatas edulis choisy*). Jurnal Sains dan Kimia. Universitas Negeri Sumatera Utara. Medan.

Yuniwati, M., D. Ismiyati., R. Kurniasih. 2011. Kinetika Reaksi Hidrolisis Pati Pisang Tanduk dengan Katalisator Asam Chlorida. Jurnal Teknologi, Volume 4 Nomor 2, Desember 2011, 107-112. Yogyakarta.

Zhang, Z., Wheatley, C.C., Corke, H. 2002. Biochemical Changes During Storage of Sweet Potato Roots Differing in Dry Matter Content. *Postharvest Biology and Technology*. 24:317 – 325.

Lampiran 1. Tabel Data Rataan Organoleptik Bau

Perlakuan	UI	UII	Total	Rataan
H1W1	3,400	3,400	6,800	3,400
H1W2	3,400	3,800	7,200	3,600
H1W3	3,500	3,300	6,800	3,400
H1W4	3,300	3,900	7,200	3,600
H2W1	3,100	3,200	6,300	3,150
H2W2	3,000	3,400	6,400	3,200
H2W3	3,300	3,400	6,700	3,350
H2W4	3,200	4,000	7,200	3,600
H3W1	3,000	3,200	6,200	3,100
H3W2	3,300	3,500	6,800	3,400
H3W3	3,300	3,600	6,900	3,450
H3W4	3,700	3,800	7,500	3,750
H4W1	3,200	3,400	6,600	3,300
H4W2	3,400	3,600	7,000	3,500
H4W3	3,500	3,600	7,100	3,550
H4W4	3,200	4,000	7,200	3,600
Total			109,900	
Rataan				3,434

Tabel Analisis Sidik Ragam Organoleptik Bau

SK	db	JK	KT	F hit	Ket	0,05	0,01
Perlakuan	15	1,007	0,067	0,938	tn	2,35	3,41
H	3	0,153	0,051	0,715	tn	3,24	5,29
H Lin	1	0,002	0,002	0,022	tn	4,49	8,53
H Kuad	1	0,113	0,113	1,576	tn	4,49	8,53
H Kub	1	0,039	0,039	0,546	tn	4,49	8,53
W	3	0,641	0,214	2,985	tn	3,24	5,29
W Lin	1	0,588	0,588	8,217	*	4,49	8,53
W Kuad	1	2,537	2,537	35,454	tn	4,49	8,53
W Kub	1	2,590	2,590	36,193	**	4,49	8,53
HxW	9	0,213	0,024	0,330	tn	2,54	3,78
Galat	16	1,1450	0,0716				
Total	31	2,1522					

Keterangan

- FK : 377,44%
 KK : 7,789%
 ** : Sangat Nyata
 * : Nyata
 tn : Tidak Nyata

Lampiran 2. Tabel Data Rataan Organoleptik Rasa

Perlakuan	UI	UII	Total	Rataan
H1W1	2,500	2,400	4,900	2,450
H1W2	2,800	2,800	5,600	2,800
H1W3	2,900	2,600	5,500	2,750
H1W4	3,100	2,800	5,900	2,950
H2W1	2,400	2,800	5,200	2,600
H2W2	2,700	3,600	6,300	3,150
H2W3	2,900	3,100	6,000	3,000
H2W4	3,200	3,100	6,300	3,150
H3W1	3,000	3,500	6,500	3,250
H3W2	3,200	3,500	6,700	3,350
H3W3	3,200	3,800	7,000	3,500
H3W4	3,400	4,000	7,400	3,700
H4W1	2,800	3,500	6,300	3,150
H4W2	3,500	3,600	7,100	3,550
H4W3	3,800	4,100	7,900	3,950
H4W4	4,000	4,400	8,400	4,200
Total			103,000	
Rataan				3,219

Tabel Analisis Sidik Ragam Organoleptik Rasa

SK	db	JK	KT	F hit	Ket	0,05	0,01
Perlakuan	15	6,879	0,459	4,859	**	2,35	3,41
H	3	4,706	1,569	16,623	**	3,24	5,29
H Lin	1	4,624	4,624	48,996	**	4,49	8,53
H Kuad	1	0,001	0,001	0,013	tn	4,49	8,53
H Kub	1	0,081	0,081	0,858	tn	4,49	8,53
W	3	1,701	0,567	6,009	**	3,24	5,29
W Lin	1	1,600	1,600	16,954	**	4,49	8,53
W Kuad	1	4,700	4,700	49,801	tn	4,49	8,53
W Kuad	1	4,801	4,801	50,874	**	4,49	8,53
HxW	9	0,471	0,052	0,555	tn	2,54	3,78
Galat	16	1,510	0,094				
Total	31	8,389					

Keterangan

FK	: 331,53%
KK	: 9,544%
**	: Sangat Nyata
*	: Nyata
tn	: Tidak Nyata

Lampiran 3. Tabel Data Rataan Organoleptik Warna

Perlakuan	UI	UII	Total	Rataan
H1W1	3,500	3,800	7,300	3,650
H1W2	3,700	3,600	7,300	3,650
H1W3	3,700	3,700	7,400	3,700
H1W4	3,500	3,800	7,300	3,650
H2W1	3,500	3,800	7,300	3,650
H2W2	3,600	3,800	7,400	3,700
H2W3	3,300	3,500	6,800	3,400
H2W4	3,600	3,900	7,500	3,750
H3W1	3,600	4,000	7,600	3,800
H3W2	3,500	3,700	7,200	3,600
H3W3	3,700	3,500	7,200	3,600
H3W4	3,300	3,500	6,800	3,400
H4W1	3,700	3,800	7,500	3,750
H4W2	3,800	3,800	7,600	3,800
H4W3	3,300	3,700	7,000	3,500
H4W4	3,200	3,500	6,700	3,350
Total			115,900	
Rataan				3,622

Tabel Analisis Sidik Ragam Organoleptik Warna

SK	db	JK	KT	F hit	Ket	0,05	0,01
Perlakuan	15	0,5997	0,0400	1,2923	tn	2,35	3,41
H	3	0,021	0,007	0,226	tn	3,24	5,29
H Lin	1	0,018	0,018	0,584	tn	4,49	8,53
H Kuad	1	0,003	0,003	0,091	tn	4,49	8,53
H Kub	1	0,000	0,000	0,002	tn	4,49	8,53
W	3	0,198	0,066	2,138	tn	3,24	5,29
W Lin	1	0,176	0,176	5,675	*	4,49	8,53
W Kuad	1	3,172	3,172	102,535	tn	4,49	8,53
W Kub	1	3,195	3,195	103,275	**	4,49	8,53
HxW	9	0,380	0,042	1,366	tn	2,54	3,78
Galat	16	0,495	0,031				
Total	31	1,095					

Keterangan

- FK : 419,78%
 KK : 4,856%
 ** : Sangat Nyata
 * : Nyata
 tn : Tidak Nyata

Lampiran 4. Tabel Rataan Kadar Air

Perlakuan	UI	UII	Total	Rataan
H1W1	44,118	43,684	87,802	43,901
H1W2	37,624	38,235	75,859	37,929
H1W3	37,000	37,931	74,931	37,466
H1W4	37,379	37,561	74,940	37,470
H2W1	41,294	40,976	82,269	41,135
H2W2	37,500	38,835	76,335	38,167
H2W3	36,893	37,019	73,912	36,956
H2W4	36,765	36,926	73,691	36,845
H3W1	39,024	39,613	78,638	39,319
H3W2	37,129	37,198	74,327	37,163
H3W3	36,275	38,585	74,860	37,430
H3W4	36,275	37,500	73,775	36,887
H4W1	39,109	39,024	78,133	39,067
H4W2	37,981	37,624	75,604	37,802
H4W3	36,893	37,321	74,214	37,107
H4W4	36,842	36,765	73,607	36,803
Total			1222,895	
Rataan				38,215

Tabel Analisis Sidik Ragam Kadar Air

SK	db	JK	KT	F hit	Ket	0,05	0,01
Perlakuan	15	108,665	7,244	21,261	**	2,35	3,41
H	3	11,944	3,981	11,685	**	3,24	5,29
H Lin	1	10,265	10,265	30,127	**	4,49	8,53
H Kuad	1	1,658	1,658	4,865	*	4,49	8,53
H Kub	1	0,021	0,021	0,063	tn	4,49	8,53
W	3	76,772	25,591	75,105	**	3,24	5,29
W Lin	1	58,440	58,440	171,512	**	4,49	8,53
W Kuad	1	2465,014	2465,014	7234,481	**	4,49	8,53
W Kub	1	2446,682	2446,682	7180,678	tn	4,49	8,53
HxW	9	19,949	2,217	6,505	**	2,54	3,78
Galat	16	5,452	0,341				
Total	31	114,117					

Keterangan

FK	: 46733,483%
KK	: 1,527%
**	: Sangat Nyata
*	: Nyata
tn	: Tidak Nyata

Lampiran 5. Tabel Rataan Kadar Abu

Perlakuan	UI	UII	Total	Rataan
H1W1	0,492	0,490	0,982	0,491
H1W2	0,495	0,497	0,992	0,496
H1W3	0,500	0,497	0,997	0,499
H1W4	0,995	0,990	1,985	0,993
H2W1	0,497	0,495	0,992	0,496
H2W2	0,495	0,497	0,992	0,496
H2W3	0,990	0,995	1,985	0,993
H2W4	0,990	0,985	1,975	0,988
H3W1	0,990	0,985	1,975	0,988
H3W2	0,980	0,990	1,970	0,985
H3W3	1,970	1,980	3,950	1,975
H3W4	2,000	1,980	3,980	1,990
H4W1	0,980	0,975	1,955	0,978
H4W2	0,995	0,995	1,990	0,995
H4W3	2,463	2,475	4,938	2,469
H4W4	2,487	2,475	4,962	2,481
Total			36,620	
Rataan				1,144

Tabel Analisis Sidik Ragam Kadar Abu

SK	db	JK	KT	F hit.		0,05	0,01
Perlakuan	15	14,445	0,963	29687,258	**	2,35	3,41
H	3	7,167	2,389	73650,125	**	3,24	5,29
H Lin	1	6,641	6,641	204745,588	**	4,49	8,53
H Kuad	1	0,030	0,030	929,021	**	4,49	8,53
H Kub	1	0,496	0,496	15275,764	**	4,49	8,53
W	3	5,286	1,762	54323,386	**	3,24	5,29
W Lin	1	4,529	4,529	139631,291	**	4,49	8,53
W Kuad	1	6,708	6,708	206799,996	tn	4,49	8,53
W Kub	1	7,465	7,465	230138,863	**	4,49	8,53
HxW	9	1,991	0,221	6820,927	**	2,54	3,78
Galat	16	0,001	0,000				
Total	31	14,445					

Keterangan

FK	: 41,91%
KK	: 0,498%
**	: Sangat Nyata
*	: Nyata
tn	: Tidak Nyata

Lampiran 6. Tabel Rataan Kadar Gula Pereduksi

Perlakuan	UI	UII	Total	Rataan
H1W1	76,72	77,28	154,000	77,000
H1W2	80,48	84,88	165,360	82,680
H1W3	85,68	84,24	169,920	84,960
H1W4	90,00	87,16	177,160	88,580
H2W1	90,32	91,72	182,040	91,020
H2W2	96,64	96,04	192,680	96,340
H2W3	94,64	95,04	189,680	94,840
H2W4	89,28	92,16	181,440	90,720
H3W1	92,88	90,72	183,600	91,800
H3W2	91,48	93,60	185,080	92,540
H3W3	89,12	90,56	179,680	89,840
H3W4	82,48	86,48	168,960	84,480
H4W1	85,72	83,52	169,240	84,620
H4W2	89,64	89,64	179,280	89,640
H4W3	83,44	83,52	166,960	83,480
H4W4	82,80	82,08	164,880	82,440
Total			2809,960	1404,980
Rataan				87,811

Tabel Analisis Sidik Ragam Kadar Gula Pereduksi

SK	db	JK	KT	F hit.		0,05	0,01
Perlakuan	15	814,912	54,327	23,754	**	2,35	3,41
H	3	486,061	162,020	70,843	**	3,24	5,29
H Lin	1	1,096	1,096	0,479	tn	4,49	8,53
H Kuad	1	423,114	423,114	185,004	**	4,49	8,53
H Kub	1	61,852	61,852	27,044	**	4,49	8,53
W	3	87,088	29,029	12,693	**	3,24	5,29
W Lin	1	0,188	0,188	0,082	tn	4,49	8,53
W Kuad	1	14243,776	14243,776	6228,013	**	4,49	8,53
W Kub	1	14156,876	14156,876	6190,016	tn	4,49	8,53
HxW	9	241,762	26,862	11,745	**	2,54	3,78
Galat	16	36,593	2,287				
Total	31	851,505					

Keterangan

FK	: 246746,10%
KK	: 1,722%
**	: Sangat Nyata
*	: Nyata
tn	: Tidak Nyata

Lampiran 7. Tabel Rataan TSS

Perlakuan	UI	UII	Total	Rataan
H1W1	45	52	97,000	48,500
H1W2	76	79	155,000	77,500
H1W3	77	80	157,000	78,500
H1W4	70	75	145,000	72,500
H2W1	55	55	110,000	55,000
H2W2	82	80	162,000	81,000
H2W3	78	76	154,000	77,000
H2W4	73	76	149,000	74,500
H3W1	56	65	121,000	60,500
H3W2	80	73	153,000	76,500
H3W3	72	70	142,000	71,000
H3W4	70	72	142,000	71,000
H4W1	60	64	124,000	62,000
H4W2	70	77	147,000	73,500
H4W3	65	68	133,000	66,500
H4W4	68	66	134,000	67,000
Total			2225,000	
Rataan				69,531

Tabel Analisis Sidik Ragam TSS

SK	db	JK	KT	F hit.		0,05	0,01
Perlakuan	15	2481,469	165,431	16,289	**	2,35	3,41
H	3	86,594	28,865	2,842	tn	3,24	5,29
H Lin	1	26,406	26,406	2,600	tn	4,49	8,53
H Kuad	1	52,531	52,531	5,172	*	4,49	8,53
H Kub	1	7,656	7,656	0,754	tn	4,49	8,53
W	3	1954,094	651,365	64,134	**	3,24	5,29
W Lin	1	652,056	652,056	64,202	**	4,49	8,53
W Kuad	1	9402,125	9402,125	925,748	**	4,49	8,53
W Kub	1	8100,088	8100,088	797,547	tn	4,49	8,53
HxW	9	440,781	48,976	4,822	**	2,54	3,78
Galat	16	162,500	10,156				
Total	31	2643,969					

Keterangan

- FK : 154707,03%
 KK : 4,583%
 ** : Sangat Nyata
 * : Nyata
 tn : Tidak Nyata

Lampiran 8. Tabel Rataan Mikroba Kapang

Perlakuan	UI	UII	Total	Rataan
H1W1	35,000	37,000	72,000	36,000
H1W2	35,000	36,000	71,000	35,500
H1W3	30,000	32,000	62,000	31,000
H1W4	20,000	24,000	44,000	22,000
H2W1	33,000	35,000	68,000	34,000
H2W2	32,000	30,000	62,000	31,000
H2W3	20,000	24,000	44,000	22,000
H2W4	15,000	21,000	36,000	18,000
H3W1	30,000	29,000	59,000	29,500
H3W2	28,000	28,000	56,000	28,000
H3W3	15,000	20,000	35,000	17,500
H3W4	13,000	17,000	30,000	15,000
H4W1	29,000	25,000	54,000	27,000
H4W2	22,000	22,000	44,000	22,000
H4W3	13,000	14,000	27,000	13,500
H4W4	9,000	10,000	19,000	9,500
Total			783,000	
Rataan				24,469

Tabel Analisis Sidik Ragam Mikroba Kapang

SK	Db	JK	KT	F hit.		0,05	0,01
Perlakuan	15	2035,469	135,698	29,947	**	2,35	3,41
H	3	745,594	248,531	54,848	**	3,24	5,29
H Lin	1	743,906	743,906	164,172	**	4,49	8,53
H Kuad	1	0,281	0,281	0,062	tn	4,49	8,53
H Kub	1	1,406	1,406	0,310	tn	4,49	8,53
W	3	1236,344	412,115	90,949	**	3,24	5,29
W Lin	1	1193,556	1193,556	263,406	**	4,49	8,53
W Kuad	1	372,031	372,031	82,103	**	4,49	8,53
W Kub	1	329,244	329,244	72,661	tn	4,49	8,53
HxW	9	53,531	5,948	1,313	tn	2,54	3,78
Galat	16	72,500	4,531				
Total	31	2107,969					

Keterangan

- FK : 19159%
 KK : 8,700%
 ** : Sangat Nyata
 * : Nyata
 tn : Tidak Nyata