

**PENGARUH KONSENTRASI HCI TERHADAP
KARAKTERISTIK GULA CAIR SORGUM
(*Sorghum bicolor* L.)**

SKRIPSI

Oleh :

**SITI AISYAH
1604310005
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

**PENGARUH KONSENTRASI HCl TERHADAP
KARAKTERISTIK GULA CAIR SORGUM
(*Sorghum bicolor L.*)**

SKRIPSI

Oleh :

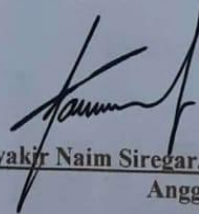
**SITI AISYAH
1604310005
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

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

Komisi Pembimbing



Misril Fuadi, S.P., M.Sc.
Ketua



Syakir Naim Siregar, S.P., M.Si.
Anggota

Disahkan Oleh :
Dekan



Assoc. Prof. Dr. Ir. Asritafarni Munar, M.P.

Tanggal Lulus : 03-09-2020

PERNYATAAN

Dengan ini saya :

Nama : Siti Aisyah
NPM : 1604310005

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Karakteristik Gula Cair Sorgum (*Sorghum bicolor L.*) 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 dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan dari ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, September 2021.

Yang menyatakan



Siti Aisyah

RINGKASAN

Penelitian ini berjudul “Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Karakteristik Gula Cair Sorgum (*Sorghum bicolor L.*)”. Penelitian ini dibimbing oleh Bapak Misril Fuadi, S.P., M.Sc., selaku Ketua Komisi Pembimbing dan Bapak Syakir Naim Siregar, S.P., M.Si., selaku Anggota Komisi Pembimbing. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pembuatan gula cair dari tepung Sorgum (*Sorghum bicolor L.*) secara sederhana dan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi HCl terhadap karakteristik gula cair dari tepung Sorgum (*Sorghum bicolor L.*). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) factorial dengan 2 ulangan. Faktor I adalah konsentrasi HCl (H) yang terdiri dari 4 taraf yaitu $H_1 = 0,2\%$, $H_2 = 0,4\%$, $H_3 = 0,6\%$ dan $H_4 = 0,8\%$. Faktor II adalah lama waktu pemanasan (W) yang terdiri dari 4 taraf yaitu $W_1 = 30$ menit, $W_2 = 60$ menit, $W_3 = 90$ menit dan $W_4 = 120$ menit. Parameter yang diamati meliputi organoleptik aroma, warna, rasa, kadar air, kadar abu, kadar gula pereduksi, total kapang dan khamir dan total soluble solid. Penambahan konsentrasi HCl memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap organoleptik rasa, organoleptik warna, kadar air, kadar abu, kadar gula pereduksi, total kapang dan khamir dan total soluble solid dan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap organoleptik warna. Lama waktu pemanasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap organoleptik rasa, kadar air, kadar gula pereduksi, total kapang dan khamir dan total soluble solid, memberikan pengaruh berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap organoleptik aroma dan kadar abu dan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap organoleptik warna. Interaksi antara penambahan konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p > 0,01$) terhadap kadar gula pereduksi dan total soluble solid.

SUMMARY

This research is entitled "The Effect of HCl Concentration on the Characteristics of Liquid Sugar Sorghum (*Sorghum bicolor L.*)". This research was supervised by Mr. Misril Fuadi, S.P., M.Sc., as Chairman of the Advisory Commission and Mr. Syakir Naim Siregar, S.P., M.Sc., as a member of the Advisory Committee. This study aims to study the manufacture of liquid sugar from Sorghum flour (*Sorghum bicolor L.*) in a simple way and to determine the effect of HCl concentration on the characteristics of liquid sugar from Sorghum (*Sorghum bicolor L.*) flour. This study used a factorial Completely Randomized Design (CRD) with 2 replications. Factor I is the concentration of HCl (H) which consists of 4 levels, namely $H_1 = 0.2\%$, $H_2 = 0.4\%$, $H_3 = 0.6\%$ and $H_4 = 0.8\%$. Factor II is the heating time (W) which consists of 4 levels, namely $W_1 = 30$ minutes, $W_2 = 60$ minutes, $W_3 = 90$ minutes and $W_4 = 120$ minutes. Parameters observed included organoleptic aroma, color, taste, moisture content, ash content, reducing sugar content, total mold and yeast and total soluble solid. The addition of HCl concentration gave a very significant effect ($p < 0.01$) on organoleptic taste, organoleptic color, moisture content, ash content, reducing sugar content, total mold and yeast and total soluble solid and gave an insignificant difference ($p > 0.05$) to color organoleptic. The heating time gave a very significant effect ($p < 0.01$) on the organoleptic taste, water content, reducing sugar content, total mold and yeast and total soluble solid, giving a significantly different effect ($p < 0.05$) on the organoleptic aroma and ash content and gave no significant difference ($p > 0.05$) on color organoleptic. The interaction between the addition of HCl concentration and the length of heating time gave a very significant difference ($p > 0.01$) on the levels of reducing sugars and total soluble solids.

RIWAYAT HIDUP

Siti Aisyah lahir di Hutalombang, pada tanggal 27 Oktober 1997. Penulis merupakan anak ke enam dari enam bersaudara dari keluarga Ayahanda Kisroh Nasution dan Ibunda Husni.

Jenjang Pendidikan yang ditempuh penulis :

1. Sekolah Dasar (SD) Negeri 127 Hutalombang, Kecamatan Puncak Sorik Marapi, Mandailing Natal (Tahun 2004-2010).
2. Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Puncak Sorik Marapi, Mandailing Natal (Tahun 2010-2013).
3. Madrasah Aliyah (MA) Negeri 1 Panyabungan, Mandailing Natal (Tahun 2013-2016).
4. Penulis diterima di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Program Studi (S1) Teknologi Hasil Pertanian pada tahun 2016.

Selain menjalani aktifitas perkuliahan di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara penulis aktif di kegiatan kampus serta keorganisasian antara lain :

1. Pada tahun 2016 penulis mengikuti kegiatan PKKMB dan Masta yang diadakan oleh Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Pada tahun 2016 penulis terpilih sebagai anggota bidang kewirausahaan di himpunan mahasiswa Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (Himalogista).

3. Pada tahun 2016 penulis mengikuti Mapan (Masa Pengenalan Ikatan) yang diadakan oleh PK IMM Faperta Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Pada tahun 2016 penulis terpilih sebagai anggota bidang Keterampilan Himpunan Mahasiswa Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (Himalogista).
5. Pada tahun 2017 penulis terpilih sebagai ketua bidang Keterampilan di Himpunan Mahasiswa Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (Himalogista).
6. Pada tahun 2017 penulis terpilih sebagai anggota bidang IMMawati PK IMM Faperta Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Pada tahun 2018 penulis mengikuti kegiatan seminar Pak Tani Digital Goes to Campus 2018.
8. Pada tahun 2018 penulis mengikuti kegiatan Mubes Himalogista yang menandakan berakhirnya masa jabatan di Himalogista Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Pada tahun 2019 penulis menyelesaikan Kuliah Kerja Nyata di Desa Kotangan, Deli Serdang.
10. Pada tahun 2019 penulis menyelesaikan Praktek Kerja Lapangan di PTPN IV Kebun Bah Jambi, Simalungun.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillah puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya serta nikmat yang begitu besar baik nikmat Iman dan nikmat Islam sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi lengkap yang berjudul “**Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Karakteristik Gula Cair Sorgum (*Sorghum bicolor* L.)**”. Skripsi ini digunakan untuk memenuhi syarat dalam rangka menyelesaikan program Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak dibantu berbagai pihak. Sebagai rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada Orangtuaku tercinta, Ayahanda Kisroh Nasution dan Ibunda Husni yang telah mendidik dan selalu mendoakan penulis, memberikan semangat, dukungan, cinta yang tak terhingga serta materi yang selalu diberikan kepada penulis dalam meraih ilmu dan cita-cita sehingga dapat menyelesaikan skripsi sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan sarjana S-1 Fakultas Pertanian Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Saudara dan Saudari saya yang tiada henti memberikan saya dukungan setiap harinya.

Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Ibu Dr. Assoc. Prof. Dr. Ir. Asritanarni Munar, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Bapak Misril Fuadi, S.P., M.Sc., selaku ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian. Bapak Misril Fuadi, S.P., M.Sc., selaku ketua komisi pembimbing yang telah banyak memberikan arahan dan masukan kepada penulis.

Bapak Syakir Naim Siregar, S.P., M.Si., selaku anggota komisi pembimbing yang telah banyak memberikan arahan dan masukan kepada penulis. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Pertanian terkhusus dosen Program Studi Teknologi Hasil Pertanian yang telah banyak memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis. Kakak senior Annisa Fitri, S.P., yang telah membantu dan memberi masukan selama penulisan Skripsi.

Sahabat tersayang (Widya Utama Sari, Rafiah RH Sirait dan Masnoni Siahaan) atas pertemanan yang selama ini telah kita lalui dari awal perkuliahan sampai akhir perkuliahan dan terima kasih atas segala dukungan moril yang telah diberikan kepada saya sampai saat ini. Sahabat cihuy Akhsanun Nisa, Audia Dwi Ariska Putri dan Ayu Nurjannah yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Para teman seperjuangan angkatan 2016 dalam menyelesaikan studi strata 1 terutama teman-teman sekelasku Program Studi Teknologi Hasil Pertanian.

Medan, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
RIWAYAT HIDUP.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	2
Hipotesa Penelitian	2
Kegunaan Penelitian	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
Sorgum	4
Komposisi	6
Tepung Sorgum.....	7
Glukosa Cair	8
Pati	9
Hidrolisis.....	10
Faktor-Faktor Hidrolisis.....	12
Hidrolisis Secara Asam.....	13
BAHAN DAN METODE	16
Tempat dan Waktu Penelitian.....	16
Bahan Penelitian	16
Alat Penelitian.....	16
Model Penelitian	16
Model Rancangan Percobaan.....	17
Pelaksanaan Penelitian.....	17

Pembuatan Tepung Sorgum (<i>Sorghum bicolor L.</i>).....	18
Pembuatan Gula Cair.....	18
Parameter Pengamatan.....	19
Kadar Gula Pereduksi.....	19
Analisis Kadar Air.....	21
Total Soluble Solid (TSS).....	22
Analisis Kadar Abu.....	22
Analisa Mikrobiologi Kapang Khamir.....	23
Organoleptik Aroma.....	24
Organoleptik Rasa.....	24
Organoleptik Warna.....	25
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
Kadar Gula Pereduksi.....	29
Analisis Kadar Air.....	35
Total Soluble Solid (TSS).....	39
Analisis Kadar Abu.....	42
Analisa Mikrobiologi Kapang Khamir.....	46
Organoleptik Aroma.....	52
Organoleptik Rasa.....	53
Organoleptik Warna.....	57
KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN.....	73

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Kandungan Gizi Sorgum per 100 gram Bahan	6
2.	Kandungan Gizi Sorgum.....	8
3.	Standar Nasional Indonesia Sirup Glukosa.....	9
4.	Skala Uji Organoleptik terhadap Aroma	24
5.	Skala Uji Organoleptik terhadap Rasa	24
6.	Skala Uji Organoleptik terhadap Warna	25
7.	Daftar Hasil Uji Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Parameter Yang Diamati	28
8.	Daftar Hasil Uji Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Parameter.....	28
9.	Daftar Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Konsentrasi HCL terhadap Gula Pereduksi.....	29
10.	Daftar Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Gula Pereduksi.....	31
11.	Daftar Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Gula Pereduksi.....	33
12.	Daftar Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Konsentrasi HCL terhadap Kadar Air	35
13.	Daftar Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Air	37
14.	Daftar Uji Beda Rata-rata Konsentrasi HCl terhadap Parameter Total Soluble Solid (TSS)	39
15.	Daftar Uji Beda Rata-rata Lama Waktu Pemanasan terhadap Parameter Total Souble Solid (TSS)	41
16.	Daftar Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Kadar Abu.....	43
17.	Daftar Hasil Uji Beda Rata-Rata Penngaruh Konsentrasi Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Abu.....	44
18.	Daftar Uji Beda Rata-rata Konsentrasi HCl terhadap Parameter Kapang dan Khamir	46
19.	Daftar Uji Beda Rata-rata Lama Waktu Pemanasan terhadap Parameter Total Kapang dan Khamir.....	48
20.	Daftar Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Interaksi Konsentrasi	

HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap Total Kapan dan Khamir.....	50
21. Daftar Hasil Uji Beda Rata-rata Konsentrasi HCl terhadap Organoleptik Rasa.....	53
22. Daftar Hasil Uji Beda Rata-rata Lama Waktu Pemanasan terhadap Organoleptik Rasa	55

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> L.)	5
2.	Diagram Alir Pembuatan Tepung Sorghum.....	26
3.	Diagram Alir Pembuatan Gula Cair	27
4.	Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Gula Pereduksi.....	30
5.	Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Gula Pereduksi.....	32
6.	Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Gula Pereduksi	34
7.	Pengaruh Konsentrasi HCL terhadap Kadar Air.....	36
8.	Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Air	38
9.	Konsentrasi HCl terhadap Parameter Total Soluble Solid (TSS).....	40
10.	Lama Waktu Pemanasan terhadap Total Soluble Solid (TSS).....	42
11.	Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Kadar Abu	43
12.	Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Abu	45
13.	Konsentrasi HCl terhadap Kapang dan Khamir.....	47
14.	Lama Waktu Pemanasan terhadap Total Kapang dan Khamir.....	59
15.	Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap Total Kapang dan Khamir	51
16.	Penambahan Konsentrasi HCl terhadap Parameter Organoleptik Rasa.....	54
17.	Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Parameter Organoleptik Rasa.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Data Rataan Organoleptik Aroma.....	65
2.	Data Rataan Organoleptik Rasa	66
3.	Data Rataan Organoleptik Warna	67
4.	Data Rataan Kadar Air	68
5.	Data Rataan Kadar Abu	69
6.	Data Rataan Kadar Gula Pereduksi.....	70
7.	Data Rataan <i>Total Soluble Solid</i> (TSS).....	71
8.	Data Rataan Total Kapang Dan Khamir	72

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) merupakan tanaman pangan penting kelima setelah padi, gandum, jagung, barley, Sorgum menjadi makanan utama lebih dari 750 juta orang di daerah tropis setengah kering di Afrika, Asia dan Amerika Latin (FSD 2003, Reddy *et al.* 2007). Di Afrika, biji sorgum dikonsumsi dalam bentuk olahan roti, bubur, minuman, berondong, dan kripik (Dicko *et al.* 2006). Di Indonesia sorgum merupakan tanaman sereal pangan ke tiga setelah padi dan jagung. Walaupun potensi sorgum di Indonesia cukup besar dengan beragam varietas, baik lokal maupun introduksi, tetapi pengembangannya bukan hal mudah. Banyak masalah dihadapi termasuk sosial, budaya, dan psikologis di mana beras merupakan pangan bergengsi (*superior food*) sedang sorgum kurang bergengsi (*inferior food*), sementara gandum adalah bahan pangan impor yang sangat bergengsi. Sorgum merupakan bahan pangan pendamping beras yang mempunyai keunggulan komparatif terhadap sereal lain seperti jagung, gandum, dan beras.

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. 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.

Sirup glukosa dan gula pasir atau sukrosa memiliki perbeda. Sukrosa merupakan bagian gula disakarida yang terdiri dari ikatan glukosa dan fruktosa. Sedangkan sirup glukosa merupakan monosakarida yang terdiri dari satu monomer yaitu glukosa.

Menurut Albaasith *et al* (2014) reaksi yang terjadi antara air dengan reaktan berlangsung dengan sangat lambat sehingga dibutuhkan katalisator yang dapat memperbesar keaktifannya. Katalisator yang biasanya digunakan berasal dari golongan asam kuat seperti HCl.

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 “**Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Karakteristik Gula Cair Sorgum (*Sorghum bicolor* L.)**”

Tujuan Penelitian

1. Untuk mempelajari pembuatan gula cair dari tepung Sorgum secara sederhana.
2. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi HCl terhadap karakteristik gula cair dari tepung Sorgum.

Hipotesa Penelitian

1. Adanya pengaruh penambahan konsentrasi HCl terhadap pembuatan gula cair dari tepung Sorgum.
2. Adanya pengaruh lama waktu pemanasan terhadap pembuatan gula cair dari tepung Sorgum.

3. Adanya pengaruh interaksi antara penambahan konsentrasi HCl dengan lama pemanasan atau waktu terhadap pembuatan gula cair dari tepung Sorgum.

Kegunaan Penelitian

1. Sebagian persyaratan untuk menyelesaikan tugas akhir pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Untuk meningkatkan daya guna Sorgum sebagai alternatif dalam pemakaian gula.
3. Untuk meningkatkan nilai jual Sorgum hingga dapat menghasilkan produk.
4. Penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber informasi tentang Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Karakteristik Gula Cair Sorgum.

TINJAUAN PUSTAKA

Sorgum (*Sorghum bicolor* L.)

Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) merupakan salah satu tanaman bahan pangan penting di dunia. Kebanyakan produksinya digunakan sebagai bahan makanan, minuman, makanan ternak, dan kepentingan industri. Tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L.) merupakan sumber karbohidrat yang mudah dibudidayakan. Dalam setiap 100 gram sorgum, terkandung 73,0 g karbohidrat dan 332 kalori, serta nutrisi lainnya, seperti protein, lemak, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin B1 dan air (Rukmana dan Oesman, 2001).

Tanaman ini telah lama dibudidayakan namun masih dalam areal yang terbatas. Di Indonesia sorgum (*Sorghum bicolor* L.) dikenal sebagai palawija dengan sebutan cantel, jagung cantel, dan gandrung. Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) merupakan bahan pangan yang juga mengandung karbohidrat seperti beras, terigu dan jagung. Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) adalah salah satu bahan pangan yang potensial untuk substitusi terigu dan beras karena masih satu famili dengan gandum dan padi, hanya berbeda subfamili, sehingga karakteristik tepungnya relatif lebih baik dibanding tepung umbi-umbian. Oleh karena itu sorgum (*Sorghum bicolor* L.) merupakan pengganti karbohidrat alternatif (Ruchjaningsih, 2008).

Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) memiliki struktur yang mirip dengan jenis sereal lainnya. Komponen utama dari sorgum (*Sorghum bicolor* L.) adalah pericarp (lapisan luar), testa antara pericarp dan endosperm (yang mungkin ada atau tidak ada), endosperm, dan embrio. Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) merupakan bahan pangan pokok di beberapa negara sub tropis di Asia maupun Afrika.

Tanaman sorgum (*Sorghum bicolor L.*) dengan berbagai nama daerah, antara lain yaitu: Jagung, Padi, Centel, Gandum, Oncer (Jawa), Jagung Cetrik Gandrung, Gaudrum, Degem, Kumpay (Sunda), Wataru Hamu (Sumba), Sela (Flares), Bata (Bugis), Bagung Barai, Gandum (Minangkabau). Namun pada umumnya masyarakat ragu dalam pengolahan biji sorgum (*Sorghum bicolor L.*) menjadi berbagai jenis produk, karena dalam kulit dan biji sorgum (*Sorghum bicolor L.*) tersebut terdapat zat anti gizi yang dapat mengganggu pencernaan kita. Zat anti gizi tersebut berupatanin dan asam fitat (Angelina *et al.*, 2013).



Gambar 1. Sorgum(*Sorghum bicolor L.*)

Secara taksonomi, tanaman Sorgum digolongkan sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*

Class : *Monocotyledoneae*

Ordo : *Poales*

Family : *Poaceae*

Sub family : *Panicoideae*

Genus : *Sorghum*

Species : *Bicolor*

Genus sorgum (*Sorghum bicolor L.*) terdiri atas 20 atau 32 spesies, berasal dari Afrika Timur, satu spesies di antaranya berasal dari Meksiko. Tanaman ini dibudidayakan di Eropa Selatan, Amerika Utara, Amerika Tengah, dan Asia Selatan. Di antara spesies-spesies sorgum, yang paling banyak dibudidayakan adalah spesies *Sorghum bicolor L. Moench*. Morfologi tanaman sorgum (*Sorghum bicolor L.*) mencakup akar, batang, daun, tunas, bunga, dan biji (Iriani dan Mangkulawu, 2013).

Komposisi Sorgum(*Sorghum bicolor L.*)

Pada masing-masing bagian biji sorgum (*Sorghum bicolor L.*) memiliki kandungan gizi yang berbeda-beda. Endosperm merupakan bagian terbesar dari biji sorgum (*Sorghum bicolor L.*) (82%) memiliki kandungan pati tertinggi. Sedangkan lembaga adalah bagian biji sorgum (*Sorghum bicolor L.*) yang kaya kandungan gizi berupa protein, lemak, abu, dan serat, tetapi sedikit mengandung pati. Pati mengandung 2 jenis zat, yaitu amilosa dan amilopektin. Menurut kandungan amilosanya, biji sorgum terdiri dari 2 jenis, yaitu : jenis ketan (*waxy sorghum*) mengandung sekitar 1-2% amilosa dan jenis beras (*non-waxy sorghum*) mengandung amilosa sekitar 25%. Sorgum jenis beras sering digunakan sebagai campuran dalam beras untuk nasi, sedangkan sorgum (*Sorghum bicolor L.*) jenis ketan biasa digunakan sebagai makanan kecil seperti Lemper, Jadah, Wajik, Rengginan dan sebagainya (Agroinovasi Badan Litbang Pertanian, 2011).

Tabel 1. Kandungan Gizi Sorgum per 100 gram Bahan

Kandungan Zat Gizi	Jumlah
Kalori (cal)	332
Protein (g)	11,00
Lemak (g)	3,30
Karbohidrat (g)	73,0
Kalsium (mg)	28,0
Besi (mg)	4,40
Posfor (mg)	0,60
Kalsium (mg)	31,00
Fosfor (mg)	287
Vitamin B1(mg)	0,380
Abu (g)	1,6
Serat Kasar (g)	2,0
Energy (kcal)	329

Sumber : Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI (1992).

Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor L.*)

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 penjemuran atau dengan alat pengering biasa (Winarno, 1997).

Tepung merupakan bentuk olahan setengah jadi yang sangat dianjurkan karena luwes, mudah dicampur dan difortifikasi untuk meningkatkan mutugizinya, awet serta hemat ruang penyimpanan dan distribusi. Tepung sorgum (*Sorghum bicolor L.*) adalah tepung yang berasal dari biji sorgum (*Sorghum bicolor L.*). Tepung sorgum (*Sorghum bicolor L.*) memiliki kandungan nutrisi yang relative sama dengan beras, terigu dan jagung yaitu pada kandungan protein, lemak, dan karbohidrat yang cukup memadai (Suarni, 2000).

Tabel 2. Kandungan Gizi Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor L.*)

Kandungan Gizi	Tepung Sorgum (%)
Lemak (g)	3,3
Serat Kasar (%)	6,3
Karbohidrat (g)	74,6
Kadar Protein (g)	11,2
Kadar Karbohidrat	91,83
Kadar Pati	75,28
Kadar Abu (%)	2,24

Sumber: USDA, 2009

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 enzimatis 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 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 hydroxymethylfurfural dan bereaksi lebih lanjut membentuk asam formiat, sehingga kadar glukosa dapat 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 monosakarid 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 (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).

Hidrolisis

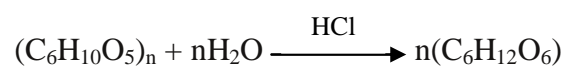
Hidrolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan bantuan air untuk memisahkan ikatan kimia dari substansinya. Sedangkan hidrolisis pati adalah proses pemecahan molekul amilum menjadi bagian-bagian penyusun amilum yang lebih sederhana seperti dekstrin, isomaltosa, maltosa dan glukosa (Terahara, 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 enzimatik, hidrolisis asam dan gabungan dari hidrolisis enzim dan asam. Hidrolisis enzimatik

memiliki keunggulan yang lebih daripada 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 enzimatik. Sedangkan HCl merupakan asam yang biasa digunakan untuk hidrolisis pati dengan metode asam (Triyono, 2010). Proses hidrolisis secara enzimatik 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).

Proses hidrolisis pati dalam suasana asam pertama kali ditemukan oleh kirchoff pada tahun 1812, namun produksi secara komersial mulai terjadi sejak 1850. Pada proses ini sejumlah pati diasamkan hingga pH=2, kemudian dipanaskan dengan uap pada tangki bertekanan (converter) pada suhu 120-140°C. Derajat konversi yang diperoleh bergantung pada konsentrasi asam, waktu konversi, suhu dan tekanan selama reaksi. Hidrolisa secara asam merupakan proses likuifikasi, 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 tingkatan dalam reaksi tersebut. Mula-mula molekul pati dipecah menjadi rangkaian unit glukosa yang lebih pendek yang disebut

dextrin. Kemudian dextrin akan dipecah lebih jauh menjadi maltosa (dua unit glukosa) dan maltosa kan dipecah menjadi glukosa (Retno, 2009).

Faktor-Faktor Hidrolisis

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.

Katalis

Penggunaan katalisator pada reaksi hidrolisis dilakukan pertama kali oleh Braconnot pada 1819. Beliau 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 di gunakan berupa asam, yaitu asam klorida, asam sulfat, asam sulfit, asam nitrat, atau yang lainnya. Makin banyak asam yang di pakai sebagai katalisator, makin cepat jalannya reaksi hidrolisa. Penggunaan katalisator dengan konsentrasi kecil (larutan encer) lebih disukai karena akan memudahkan pencampuran sehingga reaksi dapat berjalan merata dan efektif. Penggunaan konsentrasi katalisator yang kecil dapat mengurangi kecepatan reaksi. Namun hal ini dapat diatasi dengan menaikkan suhu reaksi.

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).

Diantara 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).

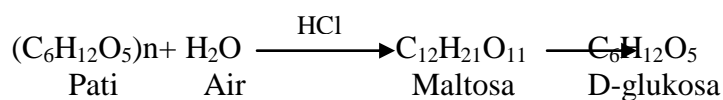
Menurut Widyastuti (2010) HCl digunakan sebagai katalis dengan pertimbangan bahwa HCl merupakan salah satu jenis oksidator kuat, harganya relatif murah dan mudah diperoleh, lebih aman jika dibandingkan dengan jenis asam yang lain seperti HNO₃. Penggunaan katalis HNO₃ dapat menyebabkan terbentuknya gas NO₂ selama proses hidrolisis berlangsung yang dapat membahayakan kesehatan dan keselamatan. Sedangkan penggunaan memberikan laju reaksi hidrolisis yang lebih lambat dibandingkan HCl.

Ketika proses hidrolisis berlangsung, larutan HCl akan masuk kedalam pori bahan atau celah dan bergabung dengan air yang terdapat di dalam bahan. Pada saat hidrolisis, banyaknya gas CO₂ yang keluar dan cepat akan

menyebabkan menguapnya air yang terdapat di dalam bahan menjadi lebih cepat pula yang mengakibatkan kadar air semakin menurun. Konsentrasi HCl yang semakin besar mengakibatkan ion H^+ akan semakin banyak pula, sehingga kemungkinan terjadinya tumbukan semakin banyak dan terjadinya reaksi penguraian lebih besar, maka air yang terdapat di dalam bahan akan semakin berkurang karena reaksi penguraian yang cepat untuk dapat membentuk glukosa (Purwanto, 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 tahap. Tahap pertama sebagian besar pati akan terhidrolisis menjadi maltosa. Dan pada tahap 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 keuntungan 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 (Fairus, S *dkk* 2010).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2020 sampai dengan Januari 2021.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan antara lain Sorgum (*Sorghum bicolor L.*), Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor L.*), Air, HCl (0,2 N, 0,4 N, 0,6 N, 0,8 N), Na₂SO₄, Lugol dan Aquadest.

Alat Penelitian

Alat yang digunakan antara lain blender, wadah penampung tepung, beaker glass, erlenmeyer, aluminium foil, thermometer, stopwatch, autoclave, stirer, refraktometer, oven, kain saring, cawan petridish, desikator, tanur dan tabung reaksi, timbangan analitik dan gelas ukur.

Model Penelitian

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

Faktor I : Jumlah Konsentrasi HCl (H) terdiri dari 4 taraf yaitu:

H1	= 0,2 N	H3	= 0,6 N
H2	= 0,4 N	H4	= 0,8N

Faktor II : Lama Waktu Pemanasan (W) terdiri dari 4 taraf yaitu :

W1	= 30 menit	W3	= 90 menit
W2	= 60 menit	W4	= 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 :

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

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 factor H pada taraf ke-i.

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

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efek interaksi factor 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.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu tahap pembuatan tepung pati Sorgum (*Sorghum bicolor L.*) dan tahap pembuatan gula cair.

Pembuatan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor L.*)

1. Sorgum (*Sorghum bicolor L.*).
2. Sorgum (*Sorghum bicolor L.*) disortasi dan dicuci dengan air bersih, lalu tiriskan.
3. Kemudian sorgum di blender.
4. Lalu tambahkan aquadest secukupnya. 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 sorgum (*Sorghum bicolor L.*).

Pembuatan Gula Cair

1. Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor L.*) ditimbang sebanyak 25 gram dan dimasukkan dalam beaker glass.
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 121⁰C dengan tekanan 1 atm selama 30, 60, 90, dan 120 menit.
5. Setelah gula cair terbentuk dilakukan pengecekan pH dan dinetralkan dengan ditambahkan Na₂CO₃.

6. Lalu glukosa cair di sentrifuge untuk memisahkan endapan yang ada dan didiamkan hingga dingin dan dilakukan pengujian kadar gula pereduksi, kadar air, total soluble solide (TSS), kadar abu, analisa mikroba kapang dan khamir dan organoleptik (aroma, rasa dan warna).

Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang digunakan meliputi Uji kadar gula pereduksi, kadar air, total soluble solide (TSS), kadar abu, analisa mikroba kapang dan khamir dan organoleptik (aroma, rasa dan warna).

Kadar Gula Reduksi

Cara Pembuatan Reagensia

1. Nelson

- a. Reagensia nelson A : larutkan 12,5 gr Natrium Karbonat Anhidrat, 12,5 gr Rchelle, 10 gr Natrium bikarbonat dan 100 gr natrium sulfat anhidrat dalam 350 ml air suling. Encerkan sampai 500 ml.
- b. Reagensia nelson b : larutkan 7,5 gr $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dalam 50 ml air suling dan tambahkan 1 tetes asam sulfat pekat. Reagensia nelson dibuat dengan cara mencampur 25 bagian reagensia nelson a dan 1 bagian nelson b, pencampuran dikerjakan pada setiap hari akan digunakan.

2. Larutan arsenolybdat

- a. Larutkan 25 gr amobium molybdat dalam 450 ml air suling dan tambahkan 25 ml asam sulfat pekat. Larutkan pada tempat yang lain 3 gr $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dalam 25 ml air suling, kemudian tuangkan larutan ini kedalam larutan yang pertama. Simpanlah kedalam botol coklat dann inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Reagensia ini baru bisa digunakan setelah masa inkubasi tersebut, reagensia ini berwarna kuning.

Penyiapan Kurva Standar

1. Dibuat larutan glukosa standar (10 mg/100 ml).
2. Dari larutan glukosa standar tersebut dilakukan 6 kali pengenceran sehingga diperoleh larutan glukosa dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8 dan 10 mg/100 ml.

$$2 \text{ mg/100 ml} = 20\text{ppm} \rightarrow \frac{20 \text{ ml}}{100 \text{ ml}} \times 100\text{ppm}$$

$$4 \text{ mg/100 ml} = 40\text{ppm} \rightarrow \frac{20 \text{ ml}}{50 \text{ ml}} \times 100\text{ppm}$$

$$6 \text{ mg/100 ml} = 60\text{ppm} \rightarrow \frac{6 \text{ ml}}{10 \text{ ml}} \times 100 \text{ ppm}$$

$$8 \text{ mg/100 ml} = 80\text{ppm} \rightarrow \frac{20 \text{ ml}}{25 \text{ ml}} \times 100\text{ppm}$$

3. Disiapkan 7 tabung reaksi yang bersih. Masing-masing tabung diisi dengan 1 ml larutan glukosa standar tersebut. Satu buah tabung reaksi diisi dengan 1 ml aquadest sebagai blanko.
4. Ditambahkan kedalam masing-masing tabung tersebut 1 ml reagensia Nelson (campuran Nelson A & B , 25 : 1 v/v) dan dipanaskan semua tabung pada suhu 100°C selama 20 menit.

$$\text{Nelson a} \rightarrow \frac{25}{26} \times 15 \text{ ml} = 14,42 \text{ ml}$$

$$\text{Nelson b} \rightarrow \frac{1}{26} \times 15 \text{ ml} = 0,58 \text{ ml}$$

5. Diambil semua tabung dan segera bersama-sama dengan yang berisi aquadest didinginkan sampai suhu 25°C.
6. Setelah dingin ditambah 1 ml reagensia Arsenomolibdat dikocok sampai semua endapan Cu_2O yang ada larut kembali.
7. Setelah endapan larut sempurna, ditambah 7 ml aquadest, digojok sampai homogen.
8. Ditera Optical Density "OD" masing-masing larutan tersebut pada panjang gelombang 540 nm.

Penentuan Gula Reduksi Contoh

1. Disiapkan larutan contoh yang mempunyai kadar gula reduksi sekitar 2-8 mg/100 ml. Perlu diperhatikan larutan contoh ini harus jernih, karena itu bila dijumpai larutan contoh yang keruh atau berwarna perlu dilakukan perjernihan dengan penambahan Pb asetat.

2. Dipipet 1 ml larutan contoh yang jernih tersebut kedalam tabung reaksi yang bersih.
3. Ditambah 1 ml reagensia Nelson dan selanjutnya diperlukan sama dengan penyiapan kurva standar diatas.
4. Kadar gula reduksi dapat ditentukan berdasarkan nilai OD larutan contoh dan kurva standar

Perhitungan = $Y = a + bX$

Kadar gula reduksi (%) = $\frac{X \times FP}{mg \text{ sampel}} \times 100\%$

Keterangan :

Y = Nilai absorbansi

X = Nilai gula reduksi

a dan b = Konstanta regresi

FP = Faktor pengenceran

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

Total Soluble Solid (TSS) (Sulistyo, 2010)

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 %.

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

Analisa Mikrobiologi Kapang dan Khamir (FDA BAM Chapter 18, 2001)

Pertumbuhan kapang dan khamir dalam sebuah media *potato dextrose agar* diinkubasikan selama 5 hari pada suhu 25⁰C 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 pembenihan membeku, diinkubasikan pada suhu 25⁰C selama 5 hari (petri tidak dibalik). Penghitungan koloni kapang dan khamir dapat dilakukan mulai hari ketiga 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.

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

Uji organoleptic aroma 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 7 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 Aroma

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

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

Uji organoleptic 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 7 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

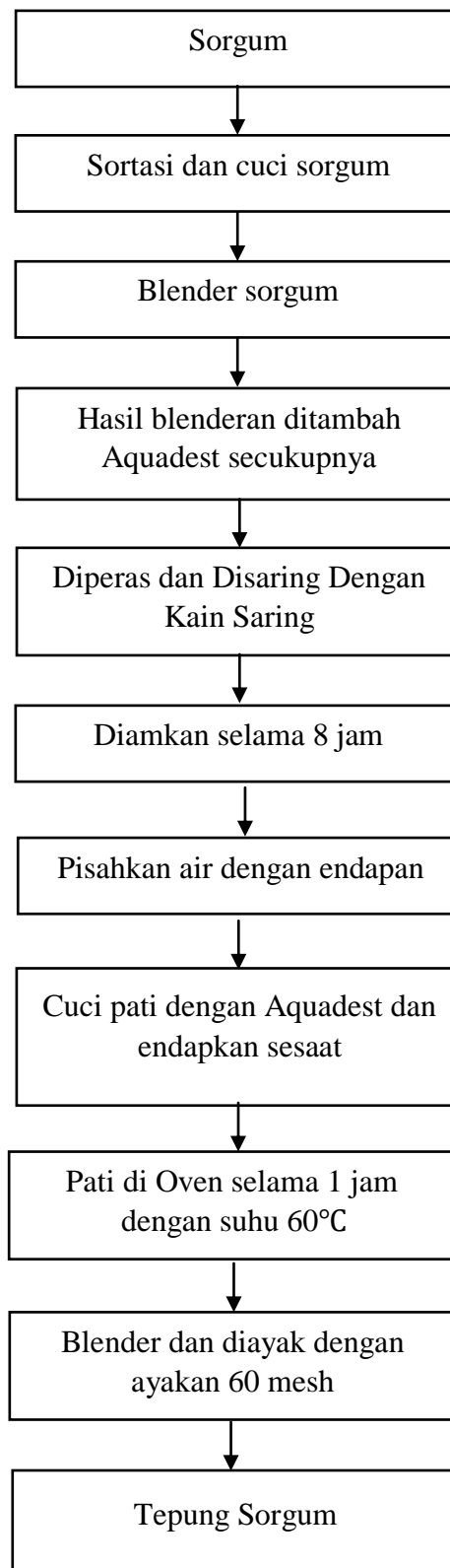
Skala Hedonik	Skala Numerik
Tidak manis	1
Agak manis	2
Manis	3
Sangat manis	4

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

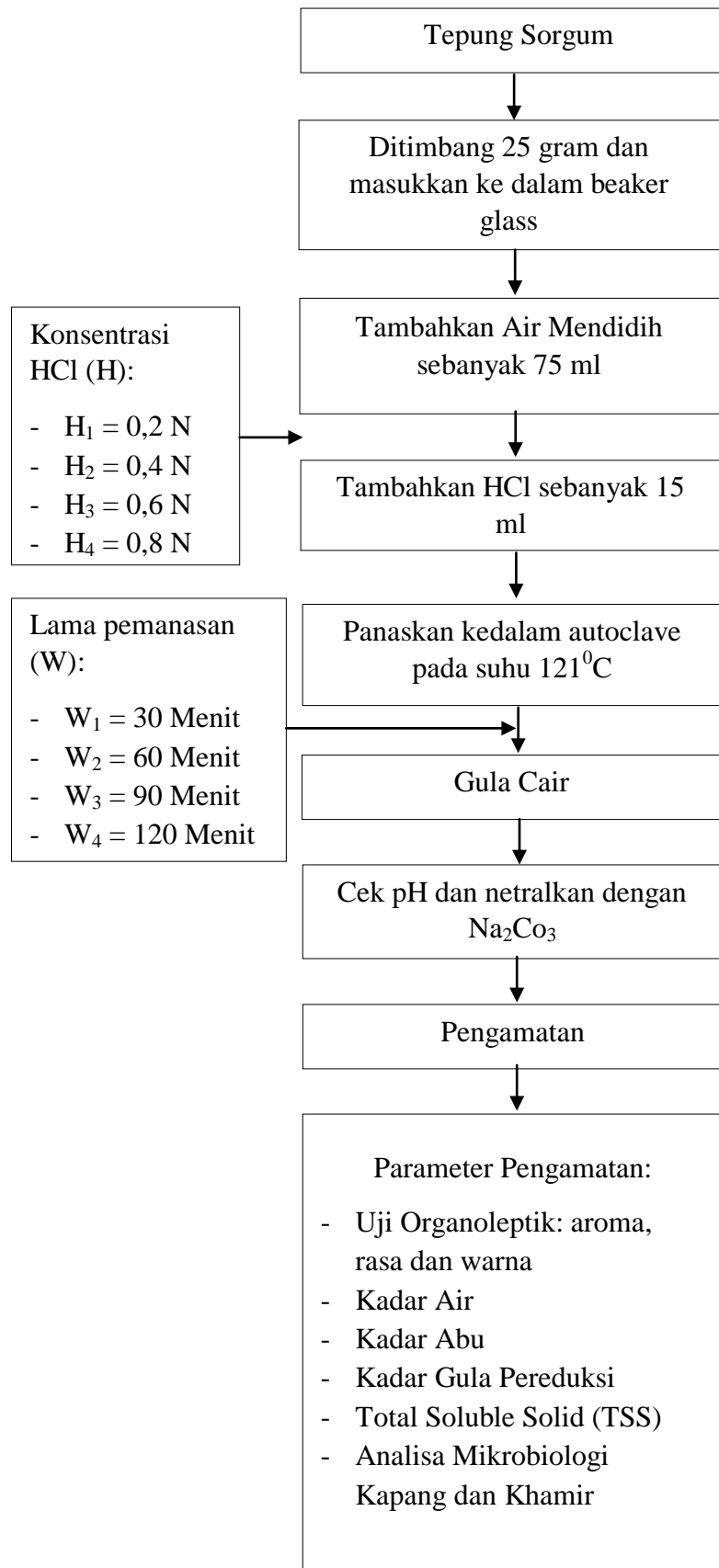
Uji organoleptik warna gula cair digunakan untuk melihat tingkat kesukaan dari suatu produk agar panelis dapat menerimanya. Uji kesukaan ini dilakukan menggunakan skala numerik dan hedonik. Penilaian dilakukan kepada 7 panelis dimana setiap panelis diharuskan memberi penilaian menurut tingkat kesukaannya. Metode *deskriptif* digunakan untuk mengolah data yang akan diperoleh.

Tabel 6. Skala Uji Organoleptik terhadap Warna

Skala Hedonik	Skala Numerik
Sangat Kuning	1
Kuning	2
Kuning Bening	3
Tidak Berwarna	4



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor L.*)



Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Gula Cair

HASIL DAN PEMBAHASAN

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

Tabel 7. Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Parameter Yang Diamati

Konsentrasi HCl (N)	Kadar Gula Pereduksi	Kadar Air (%)	Total Soluble Solid (^o Brix)	Kadar Abu (%)	Kapang dan Khamir (CFU/ml)	Organoleptik		
						Aroma	Rasa	Warna
H ₁ = 0,2 N	83,53	57,35	7,63	0,49	2,50	2,58	2,79	3,24
H ₂ = 0,4 N	82,97	56,85	9,00	0,66	1,41	2,51	3,03	3,19
H ₃ = 0,6 N	80,93	55,30	10,88	0,84	1,25	2,41	3,19	3,08
H ₄ = 0,8 N	76,73	53,89	13,13	1,71	0,48	2,43	3,38	3,00

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi HCl maka kadar gula pereduksi, kadar air, total soluble solide (TSS), kapang dan kamir, organoleptik aroma dan organoleptik warna akan menurun. Sedangkan semakin tinggi konsentrasi HCl maka kadar abu dan organoleptik rasa akan meningkat.

Tabel 8. Pengaruh Lama Waktu Pemanasan Terhadap Parameter

Lama Waktu Pemanasan (Menit)	Kadar Gula Pereduksi	Kadar Air (%)	Total Soluble Solid (^o Brix)	Kadar Abu (%)	Kapang dan Khamir (CFU/ml)	Organoleptik		
						Aroma	Rasa	Warna
W ₁ = 30	82,52	57,44	8,00	0,66	1,76	2,54	2,85	3,24
W ₂ = 60	81,75	56,30	9,38	0,91	1,40	2,53	3,01	3,16
W ₃ = 90	80,42	55,34	10,88	0,98	1,29	2,45	3,18	3,10
W ₄ = 120	79,47	54,31	12,38	1,15	1,19	2,41	3,34	3,00

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pemanasan maka total soluble solid (TSS), kadar abu dan organoleptik rasa akan meningkat.

Sedangkan semakin lama waktu pemanasan kadar gula pereduksi, kadar air, kapang dan khamir, organoleptik aroma dan organoleptik warna akan menurun.

Kadar Gula Pereduksi

Konsetrasi HCl

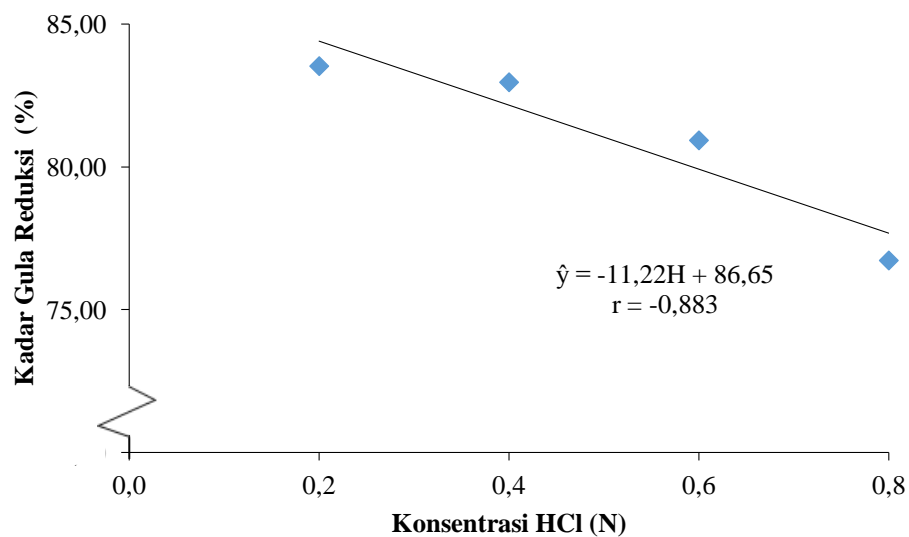
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 1) dapat dilihat konsentrasi HCL memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap gula pereduksi. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 9 berikut:

Tabel 9. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Konsentrasi HCL terhadap Gula Pereduksi

Konsentrasi HCl (N)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
H ₁ = 0,2	83,53	-	-	-	a	A
H ₂ = 0,4	82,97	2	0,74	1,02	b	B
H ₃ = 0,6	80,93	3	0,78	1,07	c	C
H ₄ = 0,8	76,73	4	0,80	1,10	d	D

Keterangan: Angka angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 9 dapat dilihat bahwa H₁ berbeda sangat nyata dengan H₂, H₃ dan H₄. H₂ berbeda sangat nyata dengan H₃ dan H₄. Dan H₃ berbeda sangat nyata dengan H₄. Nilai rataan tertinggi pada gula pereduksi terletak pada perlakuan H₁ yaitu 83,53% dan nilai terendah terdapat pada perlakuan H₄ yaitu 76,73%. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini:



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi HCL terhadap Gula Pereduksi

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi pada perlakuan H_1 (0,2%) dengan nilai sebesar 83,53% mengalami penurunan pada perlakuan H_4 (0,8%) dengan nilai 76,73%. Hal ini dikarenakan terjadi reaksi kebalikan dari molekul glukosa dan maltosa membentuk oligosarida yang lebih tinggi yang bersifat non pereduksi yang dipengaruhi oleh asam lunak dan waktu lama pemanasan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Winarno (2002) bahwa gula pereduksi merupakan gula yang mereduksi senyawa yang mengandung logam bersifat oksidator. Hal ini karena gula pereduksi mempunyai gugus aldehid atau keton dan gula yang termasuk kedalam gula pereduksi yaitu glukosa, maltose, fruktosa dan laktosa. Penambahan larutan HCl yang tinggi pada gula pereduksi akan menyebabkan penurunan pada parameter gula pereduksi hal ini disebabkan karena terjadi reaksi kebalikan dari molekul glukosa dan maltosa yang membentuk oligosakarida yang lebih tinggi yang bersifat non pereduksi. Maka konsentrasi paling baik yaitu dengan konsentrasi HCl 0,2 N dengan waktu 90 menit.

Lama Waktu Pemanasan (Menit)

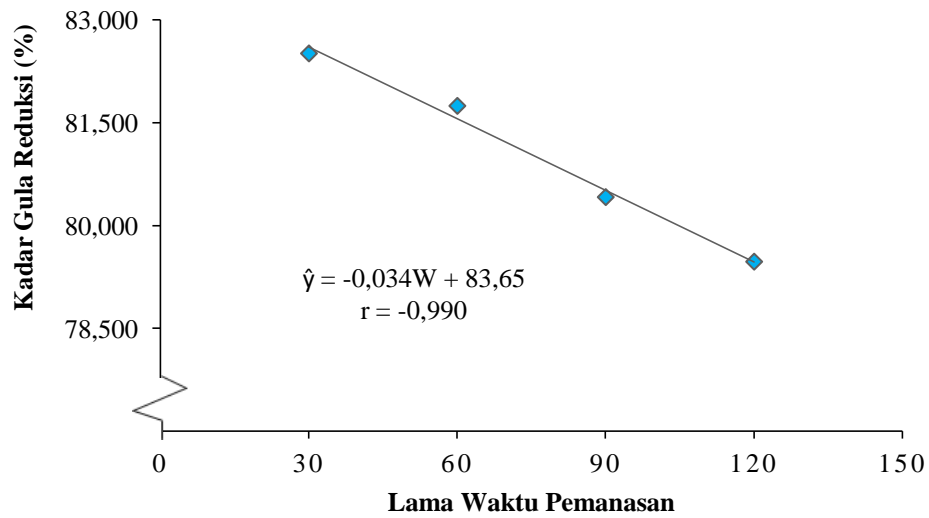
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 6) dapat dilihat lama waktu pemanasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap gula pereduksi. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 10 berikut:

Tabel 10. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Gula Pereduksi

Lama Waktu Pemanasan (menit)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
$W_1 = 30$	82,515	-	-		a	A
$W_2 = 60$	81,749	2	0,740	1,019	a	A
$W_3 = 90$	80,416	3	0,777	1,070	b	B
$W_4 = 120$	79,474	4	0,797	1,098	c	C

Keterangan: Angka angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 10 dapat dilihat bahwa W_1 berbeda sangat nyata dengan W_2 , W_3 dan W_4 . W_2 berbeda sangat nyata dengan W_3 dan W_4 . Dan W_3 berbeda sangat nyata dengan W_4 . Nilai rataan tertinggi pada gula pereduksi terletak pada perlakuan W_1 yaitu 82,51% dan nilai terendah terdapat pada perlakuan W_4 yaitu 79,47%. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini:



Gambar 5. Pengaruh Lama Waktu Pemanasan Terhadap Gula Pereduksi

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi pada perlakuan W_1 (30 menit) dengan nilai sebesar 82,51% dan nilai terendah pada perlakuan W_4 (120 menit) dengan nilai sebesar 79,47%. 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 Dengan Pengaruh Lama Waktu Pemanasan Terhadap Gula Pereduksi

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 1) diketahui bahwa interaksi konsentrasi HCl dengan pengaruh lama waktu pemanasan memiliki pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap gula pereduksi. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Hasil uji beda rata-rata pengaruh interaksi konsentrasi

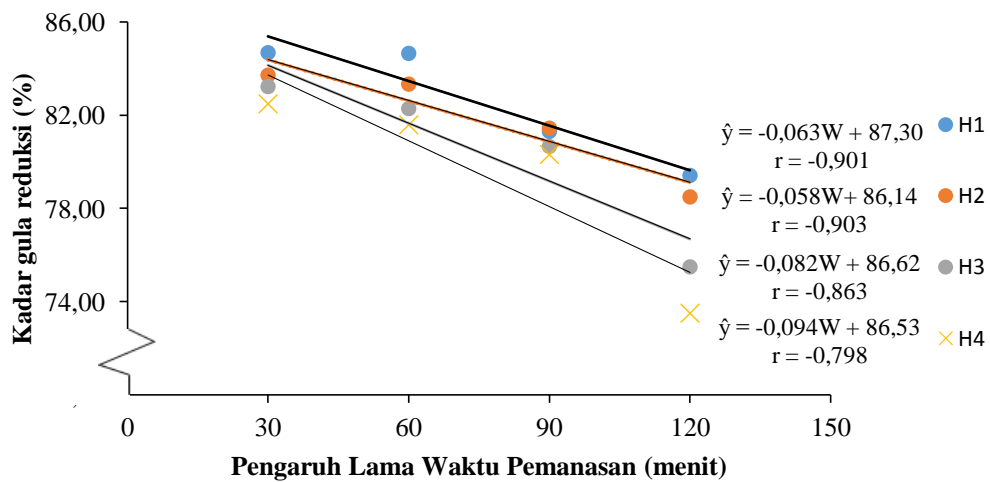
HCl dan lama waktu pemanasan terhadap kadar abu dapat dilihat pada Tabel 11 berikut:

Tabel 11. Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan Terhadap Kadar Gula Pereduksi

Perlakuan	Rataan	LSR		Notasi	
		0,05	0,01	0,05	0,01
H ₁ W ₁	84,69	-	-	a	A
H ₁ W ₂	83,72	1,48	2,04	c	C
H ₁ W ₃	83,23	1,55	2,14	e	E
H ₁ W ₄	82,49	1,59	2,20	f	F
H ₂ W ₁	84,66	1,63	2,24	b	B
H ₂ W ₂	83,34	1,65	2,27	d	D
H ₂ W ₃	82,29	1,66	2,30	g	G
H ₂ W ₄	81,59	1,67	2,33	h	H
H ₃ W ₁	81,31	1,68	2,35	i	I
H ₃ W ₂	81,45	1,69	2,36	j	J
H ₃ W ₃	80,66	1,69	2,38	k	K
H ₃ W ₄	80,32	1,70	2,39	l	L
H ₄ W ₁	79,42	1,70	2,40	m	M
H ₄ W ₂	78,50	1,70	2,41	n	N
H ₄ W ₃	75,49	1,70	2,42	o	O
H ₄ W ₄	73,50	1,71	2,42	p	P

Keterangan: Angka angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$

Pada Tabel 11 dapat dilihat bahwasanya perlakuan dengan konsentrasi HCl 0,2 N dan lama waktu pemanasan 30 menit (H₁W₁) memperoleh nilai kadar gula pereduksi tertinggi yaitu 84,69%. Sedangkan nilai paling rendah pada perlakuan konsentrasi HCl 0,8 N dan lama waktu pemanasan 120 menit (H₄W₄) yaitu 73,50%. Hubungan interaksi antara konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap kadar gula pereduksi dapat dilihat secara jelas pada Gambar 6 dibawah ini:



Gambar 6. Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Gula Pereduksi

Berdasarkan Gambar 6 di atas dapat diketahui bahwa seiring bertambahnya konsentrasi HCl dan konsentrasi lama waktu pemanasan maka kadar gula reduksi yang dihasilkan antara masing-masing perlakuan akan berfluktuasi atau naik turun dan tidak ada ketetapan. Hal ini dapat dilihat pada grafik antar perlakuan konsentrasi HCl dan konsentrasi lama waktu pemanasan. Pada perlakuan H_1W_1 kadar gula reduksi yang didapat adalah 84,69% dan terus menurun sampai perlakuan H_4W_4 seiring dengan banyaknya penambahan konsentrasi HCl dan konsentrasi lama waktu pemanasan. Hal ini sesuai Yuniarti dalam Devita *dkk* (2015) menyatakan bahwa semakin banyak konsentrasi asam yang digunakan dan semakin lama proses hidrolisis asam maka gula reduksi akan semakin besar, namun jika banyak penambahan asam dan terlalu lama dalam proses hidrolisis maka terjadi penurunan kadar gula reduksi, hal ini dapat disebabkan adanya reaksi browning atau dehidrasi glukosa. Menurut SNI kadar gula reduksi

memiliki standar baku pada hasil sirup glukosa yang dihasilkan yaitu minimal sebesar 30%.

Kadar Air

Konsentrasi HCl

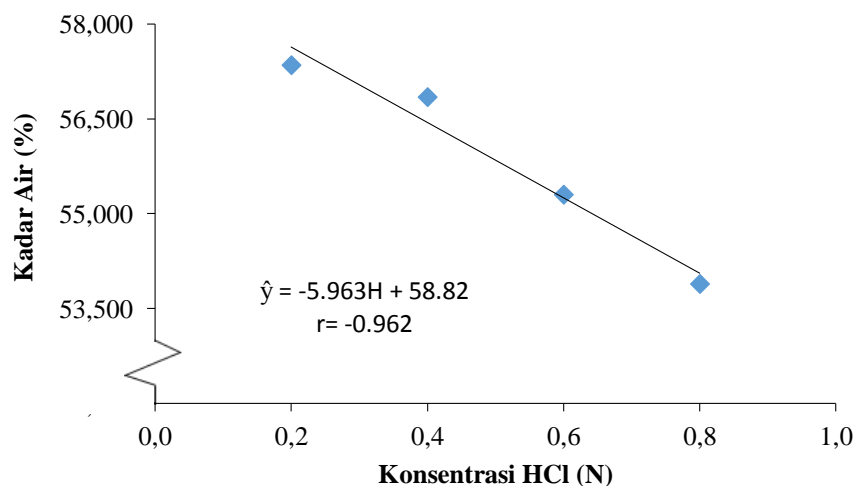
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat konsentrasi HCL memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 12 berikut:

Tabel 12. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Konsentrasi HCL terhadap Kadar Air

Konsentrasi HCl (N)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
H ₁ = 0,2	57,351	-	-	-	a	A
H ₂ = 0,4	56,846	2	0,52	0,72	a	A
H ₃ = 0,6	55,303	3	0,55	0,76	b	B
H ₄ = 0,8	53,890	4	0,56	0,77	c	C

Keterangan: Angka angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 12 dapat dilihat bahwa H₁ berbeda sangat nyata dengan H₂, H₃ dan H₄. H₂ berbeda sangat nyata dengan H₃ dan H₄. Dan H₃ berbeda sangat nyata dengan H₄. Nilai rataan tertinggi pada kadar air terletak pada perlakuan H₁ yaitu 57,351% dan nilai terendah terdapat pada perlakuan H₄ yaitu 53,890%. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah ini:



Gambar 7. Pengaruh Konsentrasi HCL terhadap Kadar Air

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi pada perlakuan H_1 (0,2%) dengan nilai sebesar 57,351% mengalami penurunan pada perlakuan H_4 (0,8%) dengan nilai sebesar 53,890%. Hal ini dikarenakan konsentrasi HCl dapat mengikat air sehingga air yang ada pada bahan menurun dan air digunakan untuk merombak pati pada saat berlangsungnya hidrolisis asam dengan diikat oleh asam klorida (HCl). Hal ini sesuai dengan pernyataan Putranto (2013) bahwa 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 CO_2 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.

Lama Waktu Pemanasan (Menit)

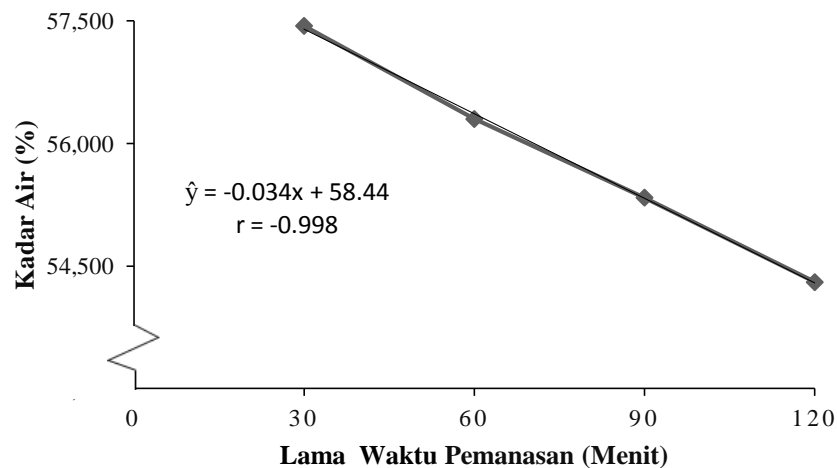
Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat lama waktu pemanasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 13 berikut:

Tabel 13. Hasil Uji Beda Rata Rata Pengaruh Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Air

Lama Waktu Pemanasan (menit)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
$W_1 = 30$	57,443	-	-	-	a	A
$W_2 = 60$	56,303	2	0,52	0,72	a	A
$W_3 = 90$	55,340	3	0,55	0,76	b	B
$W_4 = 120$	54,305	4	0,56	0,77	c	C

Keterangan: Angka angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 13 dapat dilihat bahwa W_1 berbeda sangat nyata dengan W_2 , W_3 dan W_4 . W_2 berbeda sangat nyata dengan W_3 dan W_4 . Dan W_3 berbeda sangat nyata dengan W_4 . Nilai rataan tertinggi pada kadar air terletak pada perlakuan W_1 yaitu 57,443% dan nilai terendah terdapat pada perlakuan W_4 yaitu 54,305%. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 8 dibawah ini:



Gambar 8. Pengaruh Lama Waktu Pemanasan Terhadap Kadar Air

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi pada perlakuan W_1 (30 menit) dengan nilai sebesar 57,443% dan nilai terendah pada perlakuan W_4 (120 menit) dengan nilai sebesar 54,305%. Semakin tinggi waktu yang digunakan maka semakin turun kadar air pada bahan. Hal ini dikarenakan pada saat waktu pemanasan yang tinggi kandungan air pada bahan menguap. Hal ini sesuai dengan pernyataan Agus (2011) bahwa menguapnya air pada bahan disebabkan karena faktor waktu pemanasan yang digunakan terlalu lama dan dipengaruhi juga dari perlakuan asam klorida (HCl), karena asam klorida (HCl) dapat terhidrolisis jika waktu pemanasannya semakin lama sehingga air yang ada didalam gula cair akan berkurang.

Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi HCl Dengan Pengaruh Lama Waktu Pemanasan Terhadap Kadar Air

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 4) diketahui bahwa interaksi konsentrasi HCl dengan pengaruh lama waktu pemanasan memiliki pengaruh

tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar air. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Total Soluble Solid (TSS)

Konsentrasi HCl

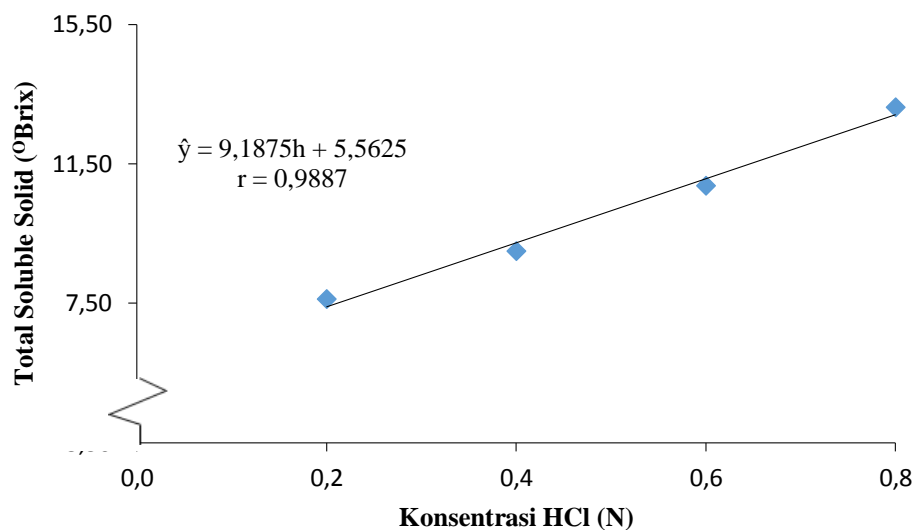
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 3) dapat dilihat bahwa konsentrasi HCl (%) memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter Total Soluble Solid (TSS). Perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 14 berikut:

Tabel 14. Uji Beda Rata-rata Konsentrasi Hcl Terhadap Parameter Total Soluble Solid (TSS)

Konsentrasi HCl (N)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
H ₁ = 0,2	7,63	-	-	-	d	D
H ₂ = 0,4	9,00	2	0,73	1,00	c	C
H ₃ = 0,6	10,88	3	0,76	1,05	b	B
H ₄ = 0,8	13,13	4	0,78	1,08	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p > 0,01$.

Dari Tabel 14 dapat dilihat bahwa perlakuan H₁ berbeda sangat nyata terhadap perlakuan H₂, H₃ dan H₄. Perlakuan H₂ berbeda sangat nyata terhadap perlakuan H₃ dan H₄. Perlakuan H₃ berbeda sangat nyata terhadap perlakuan H₄. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada perlakuan H₄ = 13,13 °brix dan nilai terendah terdapat pada perlakuan H₁ = 7,63 °brix. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9 dibawah ini:



Gambar 9. Konsentrasi HCl Terhadap Parameter Total Soluble Solid (TSS)

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi HCl (%) maka Total Soluble Solid (TSS) akan semakin meningkat. Dengan Nilai terendah pada konsentrasi HCl 0,2 dengan nilai 7,63 °brix dan nilai tertinggi pada konsentrasi HCl 0,8 dengan nilai 13,13 °brix . Konsentrasi HCl pada parameter Total Soluble Solid yang semakin meningkat disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi HCl maka semakin tinggi TSS yang dihasilkan. Menurut Kadek (2015) bahwa °brix adalah jumlah zat padatan semua yang terlarut (dalam gram). Hal ini menunjukkan bahwa pada pati sorgum HCl bekerja efektif pada konsentrasi HCl 0,8. Kadek menyatakan bahwa penambahan HCl yang ditambahkan maka kadar glukosa yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan karena fungsi dari HCl memutuskan rantai cabang (α-1,6) yang tidak terputus oleh enzim amilase menjadi glukosa (monosakarida).

Lama Waktu Pemanasan (Menit)

Daftar sidik ragam (Lampiran 3) dapat dilihat bahwa pengaruh lama waktu pemanasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap

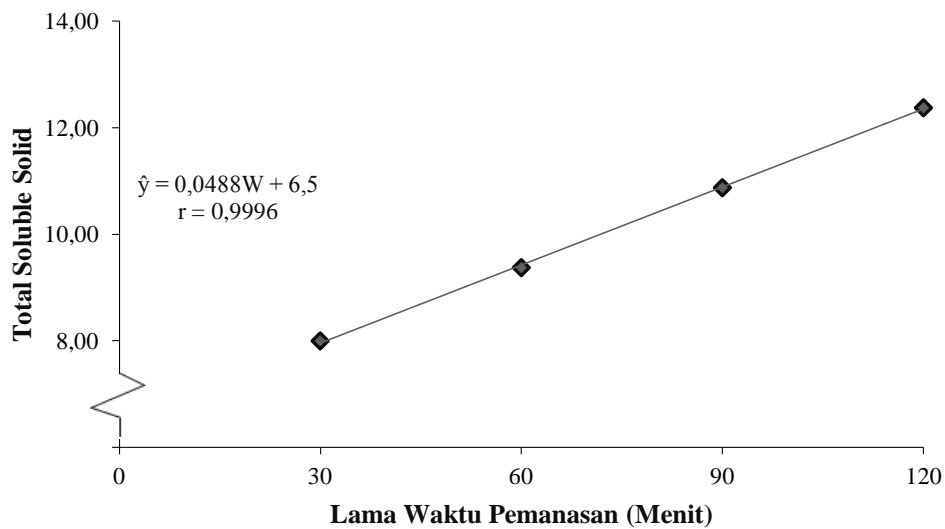
parameter Total Soluble Solid (TSS). Perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada tabel 15 berikut:

Tabel 15. Uji Beda Rata-rata Lama Waktu Pemanasan Terhadap Parameter Total Soluble Solid (TSS)

Lama Waktu Pemanasan (menit)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
			$W_1 = 30$	8,00	-	-
$W_2 = 60$	9,38	2	0,73	1,00	c	C
$W_3 = 90$	10,88	3	0,76	1,05	b	B
$W_4 = 120$	12,38	4	0,78	1,08	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p > 0,01$.

Dari Tabel 15 dapat dilihat bahwa perlakuan W_1 berbeda sangat nyata terhadap perlakuan W_2 , W_3 dan W_4 . Perlakuan W_2 berbeda sangat nyata terhadap perlakuan W_3 dan W_4 . Perlakuan W_3 berbeda sangat nyata terhadap perlakuan W_4 . Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada perlakuan $W_4 = 12,38^\circ\text{brix}$ dan nilai terendah terdapat pada perlakuan $W_1 = 8,00^\circ\text{brix}$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10 dibawah ini:



Gambar 10. Lama Waktu Pemanasan Terhadap Total Soluble Solid (TSS)

Pada Gambar 10 bahwa lama waktu pemanasan terhadap parameter *Total Soluble Solid* (TSS) akan semakin meningkat. Nilai terendah terdapat pada perlakuan 30 menit dengan nilai 8,00 °brix dan nilai tertinggi pada perlakuan 120 menit dengan nilai 12,38°brix. Menurut Ratna (2015) *Total Soluble Solid* (TSS) akan makin meningkat karena semakin lama waktu pemanasan reaksi yang terjadi pada proses pemecahan molekul pati semakin lama sehingga gula produksi yang dihasilkan semakin besar jumlahnya. Perolehan glukosa yang semakin bertambah selama proses hidrolisis yang dilakukan akan menjadikan kesempatan terjadinya tumbukan antar molekul air dengan molekul pati yang semakin lama pula hingga menghasilkan glukosa yang semakin banyak. Namun apabila waktu yang digunakan makin lama akan terjadi degradasi atau kerusakan pada bahan.

Kadar Abu

Konsentrasi HCl

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 4) dapat dilihat bahwa konsentrasi HCl akan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$)

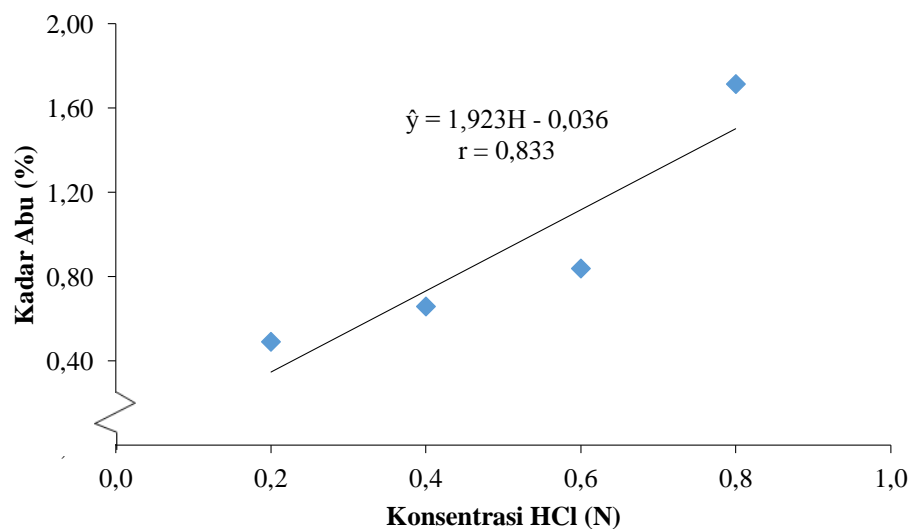
terhadap parameter Kadar Abu. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 16 berikut:

Tabel 16. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Kadar Abu

Konsentrasi HCl (N)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
H1 = 0,2	0,49	-	-	-	d	D
H2 = 0,4	0,66	2	0,34	0,46	c	C
H3 = 0,6	0,84	3	0,35	0,49	b	B
H4 = 0,8	1,71	4	0,36	0,50	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 16 dapat diketahui perlakuan H_1 berpengaruh berbeda sangat nyata dengan H_2 , H_3 dan H_4 , H_2 berbeda sangat nyata dengan H_3 dan H_4 dan H_3 berbeda sangat nyata dengan H_4 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $H_4 = 0,8\%$ yaitu sebesar 1,71% dan nilai terendah terdapat pada perlakuan $H_1 = 0,2\%$ sebesar 0,49%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11 dibawah ini:



Gambar 11. Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Kadar Abu

Pada Gambar 11 diatas dapat diketahui bahwa kadar abu gula cair yang dihasilkan pada perlakuan konsentrasi HCl berkisar antara 0,49% sampai 1,71%. Standar mutu kadar abu berdasarkan SNI 01-2978-1992 adalah maksimal 1%. Kadar abu dengan perlakuan konsentrasi HCl tidak memenuhi syarat mutu. Nilai kadar abu gula cair secara asam lebih tinggi, dibanding gula cair secara enzimatis karena pada saat dilakukan penetralan gula cair secara asam penambahan Na_2CO_3 jauh lebih banyak dibandingkan penambahan pada gula cair secara enzimatis. Na_2CO_3 akan bereaksi dengan HCl membentuk NaCl yang merupakan garam anorganik yang dapat mempengaruhi kadar abu, sehingga kadar abu dalam gula cair secara asam lebih tinggi dibandingkan secara enzimatis (Saputra, 2015).

Lama Waktu Pemanasan (Menit)

Berdasarkan analisa siddik ragam (Lampiran 4) dapat dilihat bahwa konsentrasi lama waktu pemanasan akan memberikan pengaruh berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap parameter Kadar Abu. Tingkat perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 17 berikut:

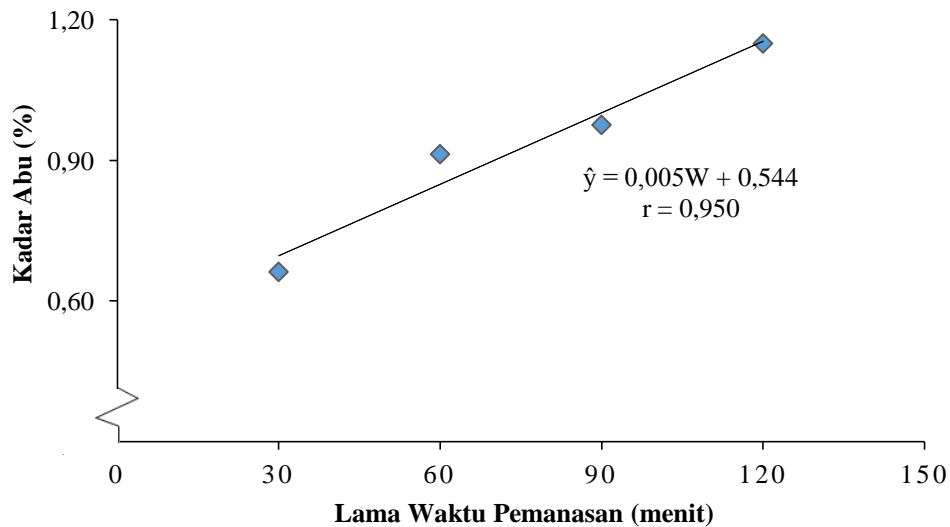
Tabel 17. Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Konsentrasi Lama Waktu Pemanasan terhadap Kadar Abu

Lama Waktu Pemanasan (menit)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
W1 = 30	0,66	-	-		d	D
W2 = 60	0,91	2	0,34	0,46	c	C
W3 = 90	0,98	3	0,35	0,49	b	B
W4 = 120	1,15	4	0,36	0,50	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Berdasarkan Tabel 17 dapat diketahui perlakuan W_1 berpengaruh berbeda nyata dengan W_2 , W_3 dan W_4 , W_2 berbeda nyata dengan W_3 dan W_4 dan W_3

berbeda nyata dengan W_4 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $W_4 = 0,8\%$ yaitu sebesar 1,15% dan nilai terendah terdapat pada perlakuan $W_1 = 0,2\%$ sebesar 0,66%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 12 dibawah ini:



Gambar 12. Pengaruh Lama Waktu Pemanasan Terhadap Kadar Abu

Pada Gambar 12 diatas dapat diketahui bahwa kadar abu gula cair yang dihasilkan berkisar antara 0,66% sampai 1,15%. Kadar abu pada bahan akan semakin meningkat jika lama pemanasan juga meningkat. Hal ini sesuai dengan Fajar (2007) menyatakan bahwa konversi yang dihasilkan berpengaruh pada waktu. Semakin tinggi konversi yang dihasilkan, maka semakin lama pula waktu reaksinya. 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.

Total Mikroba dan Kapang

Konsentrasi HCl

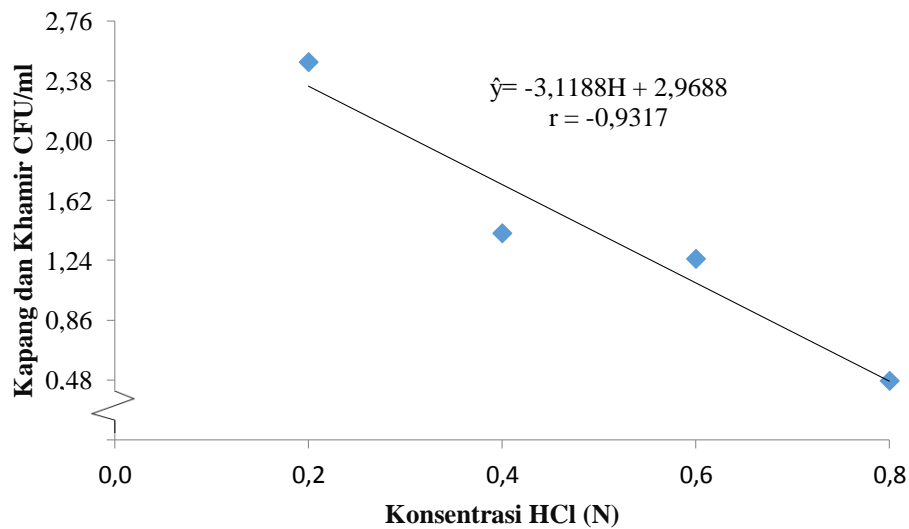
Daftar Sidik Ragam (Lampiran 5) dapat dilihat bahwa konsentrasi HCl memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap parameter Kapang dan khamir. Perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 18 berikut:

Tabel 18. Uji Beda Rata-rata Konsentrasi HCl Terhadap Parameter Kapang dan Khamir

Konsentrasi HCl (N)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
H ₁ = 0,2	2,50	-	-	-	a	A
H ₂ = 0,4	1,41	2	0,26	0,35	b	B
H ₃ = 0,6	1,25	3	0,27	0,37	b	B
H ₄ = 0,8	0,48	4	0,28	0,38	c	C

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p > 0,01$.

Dari Tabel 18 dapat dilihat bahwa perlakuan H₁ berbeda sangat nyata terhadap perlakuan H₂, H₃ dan H₄. Perlakuan H₂ berbeda tidak nyata terhadap perlakuan H₃ tetapi berbeda sangat nyata terhadap perlakuan H₄. Perlakuan H₃ berbeda sangat nyata terhadap perlakuan H₄. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada perlakuan H₁ = 2,50 CFU/ml dan nilai terendah terdapat pada perlakuan H₄ = 0,48 CFU/ml. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 13 dibawah ini:



Gambar 13. Konsentrasi HCl Terhadap Kapang dan Khamir

Pada Gambar 13 diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi HCl maka parameter kapang dan khamir akan semakin menurun. Pada perlakuan HCl 0,2N = 2,50 CFU/ml dan perlakuan 0,8N = 0,48 CFU/ml. Konsentrasi HCl semakin meningkat akan menyebabkan total kapang dan khamir semakin menurun. Menurut Buckle (1987) semakin rendah kadar air gula cair, maka kualitas gula cair tersebut semakin baik karena nilai viskositasnya tinggi sehingga gula cair tersebut semakin kental. Selain itu kadar air yang rendah akan mengurangi bahaya pertumbuhan mikroba. Jadi kadar air memegang peranan penting dalam proses pembusukan dan ketengikan. Semakin tinggi kandungan kadar air pada gula cair maka semakin banyak aktivitas kapang dan khamir dan sebaliknya. Penambahan konsentrasi HCl pada pembuatan gula cair maka akan membuat suasana produk semakin asam sehingga asam klorida (HCl) akan menyerap lebih banyak air yang mengakibatkan kadar air pada produk akan semakin berkurang.

Lama Waktu Pemanasan

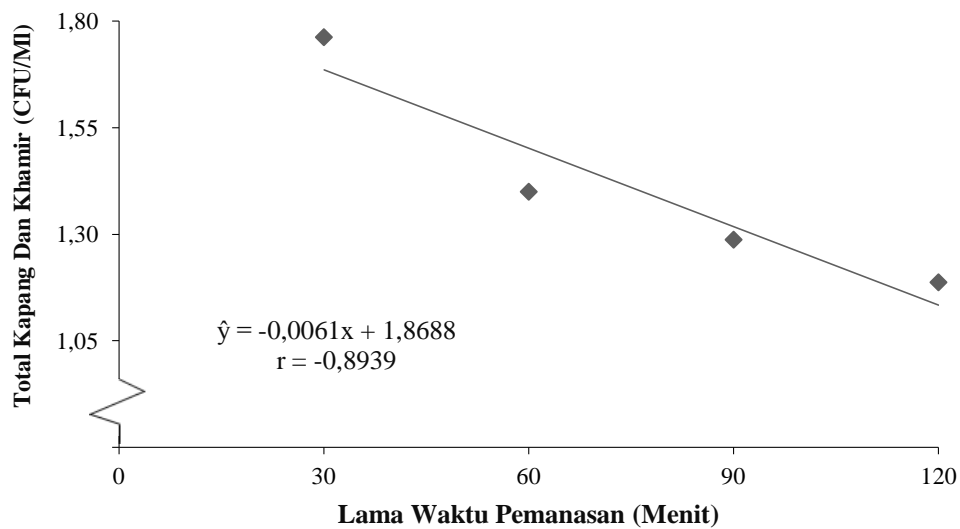
Dari daftar sidik ragam (lampiran 5) dapat dilihat bahwa lama waktu pemanasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p > 0,01$) terhadap parameter Total kapang dan khamir. Perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 19 berikut:

Tabel 19. Uji Beda Rata-rata Lama Waktu Pemanasan Terhadap Parameter Total Kapang dan Khamir

Lama Waktu Pemanasan (menit)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
			$W_1 = 30$	1,76	-	-
$W_2 = 60$	1,40	2	0,26	0,35	b	B
$W_3 = 90$	1,29	3	0,27	0,37	b	B
$W_4 = 120$	1,19	4	0,28	0,38	b	B

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p > 0,01$.

Dari Tabel 19 dapat dilihat bahwa perlakuan W_1 berbeda sangat nyata terhadap perlakuan W_2 , W_3 dan W_4 . Perlakuan W_2 berbeda tidak nyata terhadap perlakuan W_3 dan W_4 . Perlakuan W_3 berbeda tidak nyata terhadap perlakuan W_4 . Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada perlakuan $W_1 = 1,76$ CFU/ml dan nilai terendah terdapat pada perlakuan $W_4 = 1,19$ CFU/ml. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 14 dibawah ini:



Gambar 14. Lama Waktu Pemanasan Terhadap Total Kapang dan Khamir

Pada Gambar 14 di atas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pemanasan maka total kapang dan khamir akan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena seiring dengan penambahan waktu dalam pemanasan akan menyebabkan jumlah bakteri akan menurun. Menurut Triwahyu (2014) menurunnya jumlah bakteri pada bahan diakibatkannya pada lamanya pemanasan, semakin lama pemanasan yang dilakukan maka makin lama pula penghambatan dalam pertumbuhan bakteri yang terjadi. Faktor utama penyebab kerusakan akibat pengeringan sel bakteri kemungkinan karena *shock osmotik* dengan kerusakan membran dan perpindahan ikatan hidrogen dalam sel. Hal ini disebabkan juga dengan kandungan kadar air yang terdapat pada gula cair yang semakin menurun sehingga aktivitas kapang dan khamir akan terhambat.

Pengaruh Interaksi antara Konsentrasi HCl dengan Lama Waktu Pemanasan Terhadap Total Kapang dan Khamir

Berdasarkan analisis sidik (Lampiran 5) diketahui bahwa interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap total kapang dan khamir. Hasil uji beda rata-rata

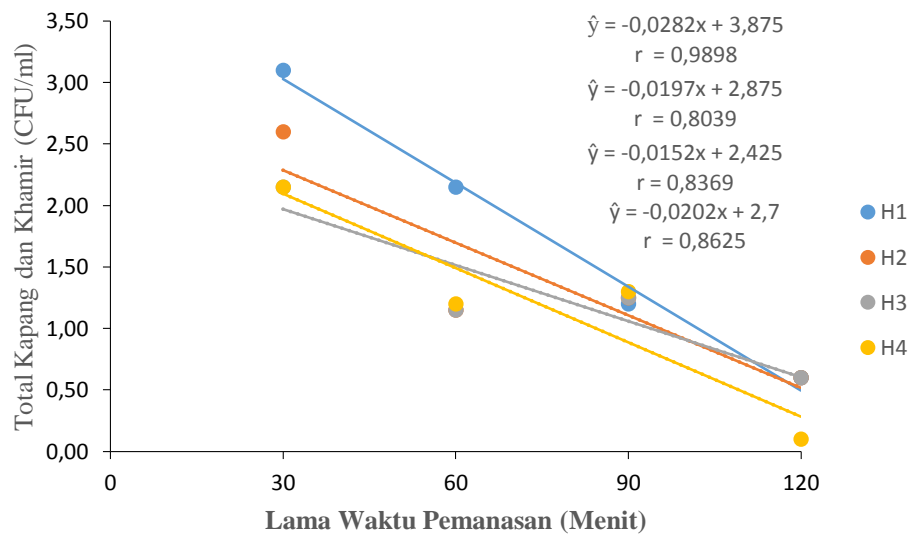
pengaruh interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap total kapang dan khamir pada Tabel 20 berikut:

Tabel 20. Hasil Uji Beda Rata-rata Pengaruh Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan Terhadap Total Kapang dan Khamir

Perlakuan	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
H1W1	3,10	-	-	-	a	A
H1W2	2,60	2	0,51	0,71	a	A
H1W3	2,15	3	0,54	0,74	b	B
H1W4	2,15	4	0,55	0,76	b	B
H2W1	2,15	5	0,56	0,78	b	B
H2W2	1,15	6	0,57	0,79	c	C
H2W3	1,15	7	0,58	0,80	c	C
H2W4	1,20	8	0,58	0,81	c	C
H3W1	1,20	9	0,58	0,81	c	C
H3W2	1,25	10	0,59	0,82	c	C
H3W3	1,25	11	0,59	0,82	c	C
H3W4	1,30	12	0,59	0,83	c	C
H4W1	0,60	13	0,59	0,83	c	C
H4W2	0,60	14	0,59	0,83	c	C
H4W3	0,60	15	0,59	0,84	c	C
H4W4	0,10	16	0,59	0,84	d	D

Keterangan: Angka angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Pada Tabel 20 dilihat bahwasanya perlakuan dengan konsentrasi HCl 0,2 N dan lama waktu pemanasan 30 menit (H_1W_1) memperoleh nilai total kapang dan khamir tertinggi yaitu 3,10 CFU/ml. Sedangkan nilai paling rendah pada perlakuan konsentrasi HCl 0,8 N dan lama waktu pemanasan 120 menit (H_4W_4) yaitu 0,10 CFU/ml. Hubungan interaksi antara konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan terhadap total kapang dan khamir dapat dilihat secara jelas pada Gambar 15 dibawah ini:



Gambar 15. Grafik Hubungan Interaksi Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan terhadap Total Kapang dan Khamir

Berdasarkan Gambar 15 di atas dapat diketahui bahwa seiring bertambahnya konsentrasi HCl dan konsentrasi lama waktu pemanasan maka total kapang dan khamir yang dihasilkan antara masing-masing perlakuan akan berfluktuasi atau naik turun dan tidak ada ketetapan. Hal ini dapat dilihat pada grafik antar perlakuan konsentrasi HCl dan konsentrasi lama waktu pemanasan. Pada perlakuan H₁W₁ total kapang dan khamir yang didapat adalah 3,10 CFU/ml dan terus menurun sampai perlakuan H₄W₄ dengan nilai 0,10 CFU/ml seiring dengan banyaknya penambahan konsentrasi HCl dan konsentrasi lama waktu pemanasan. Hal ini sesuai dalam Sudarmadji (1994) menyatakan bahwa semakin banyak konsentrasi asam yang digunakan dan semakin lama proses hidrolisis asam maka akan menyebabkan turunnya total kapang dan khamir. Karena total kapang dan khamir erat hubungannya dengan parameter kadar air pada bahan. Semakin banyak kadar air pada bahan maka semakin banyak pula total kapang dan khamir yang ada pada produk tersebut. pengaruh lama pemanasan juga memberikan pengaruh penurunan total kapang dan khamir karena kandungan air yang ada pada

bahan akan menguap seiring dengan lama waktu pemanasan yang berlangsung pada bahan.

Organoleptik Aroma

Konsentrasi HCl

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 6) dapat dilihat bahwa konsentrasi HCl memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap parameter Organoleptik Aroma sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Hal ini disebabkan karena sifat gula cair sendiri yang tidak memiliki aroma. Hal ini sesuai dengan Cakebread (1975) menyatakan bahwa sirup glukosa adalah salah satu produk bahan pemanis makanan dan minuman yang berbentuk cairan, tidak berbau dan tidak berwarna tetapi memiliki rasa manis yang tinggi. Sirup glukosa atau gula cair mengandung D-glukosa, maltosa dan polimer D-glukosa melalui proses hidrolisis.

Lama Waktu Pemanasan

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 6) dapat dilihat bahwa konsentrasi lama waktu pemanasan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap parameter Organoleptik Aroma sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Hal ini sesuai dengan SNI 01-2978-1992, glukosa cair yang baik seharusnya tidak memiliki aroma, manis, dan tidak berwarna. Warna glukosa cair yang dihasilkan yaitu kuning.

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

Berdasarkan analisa sidik ragam (Lampiran 6) diketahui bahwa interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata dengan ($p > 0,05$) terhadap organoleptik aroma sehingga pengujian selanjutnya tidak dilanjutkan.

Organoleptik Rasa

Konsentrasi HCl

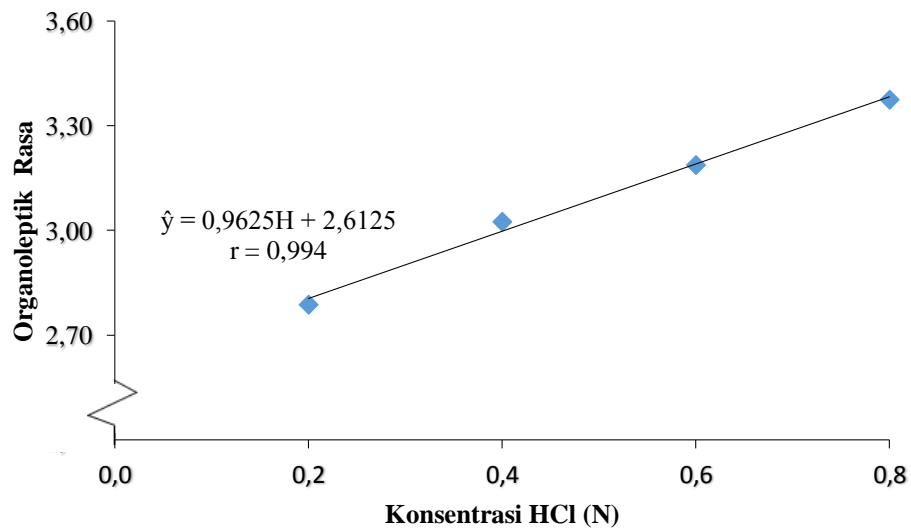
Daftar sidik ragam (Lampiran 7) dapat dilihat bahwa konsentrasi HCl (%) berpengaruh berbeda sangat nyata ($p > 0,01$) terhadap parameter organoleptik rasa. Perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 21 berikut:

Tabel 21. Uji Beda Rata-rata Konsentrasi HCl Terhadap Organoleptik Rasa

Konsentrasi HCl (N)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
H ₁ = 0,2	2,79	-	-	-	d	D
H ₂ = 0,4	3,03	2	0,08	0,12	c	C
H ₃ = 0,6	3,19	3	0,09	0,12	b	B
H ₄ = 0,8	3,38	4	0,09	0,12	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p > 0,01$.

Dari Tabel 21 dapat dilihat bahwa perlakuan H₁ berbeda sangat nyata terhadap perlakuan H₂, H₃ dan H₄. Perlakuan H₂ berbeda sangat nyata terhadap perlakuan H₃ dan H₄. Perlakuan H₃ berbeda sangat nyata terhadap perlakuan H₄. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada perlakuan H₄ = 3,38 dan nilai terendah terdapat pada perlakuan H₁ = 2,79. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 16 dibawah ini:



Gambar 16. Konsentrsai HC Terhadap Parameter Organoleptik Rasa.

Pada Gambar 16 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi HCl maka organoleptik rasa akan semakin meningkat. Pada konsentrasi HCl 0,2 N terendah dengan nilai 2,79 dan pada perlakuan tertinggi konsentrasi HCl 0,8 dengan nilai 3,38.

Hal ini disebabkan karena pada sorgum terdapat kandungan glukosa yang akan memberikan rasa manis pada gula cair sorgum. Menurut Fungsi (2017) proses hidrolisis pati secara asam dengan menggunakan asam klorida. HCl biasa digunakan untuk proses hidrolisis asam yang prosesnya dapat dikontrol, dihasilkan lebih sedikit abu dan produk sampingan kerusakan warna dapat diminimalkan dan biaya pemurnian yang lebih murah. Proses hidrolis dengan asam mula-mula molekul pati dipecah menjadi rangkaian unit glukosa yang lebih pendek yang disebut dektrin. Kemudian dektrin akan dipecah lebih jauh menjadi maltose (dua unit glukosa) dan maltose akan menjadi glukosa.

Lama Waktu Pemanasan (Menit)

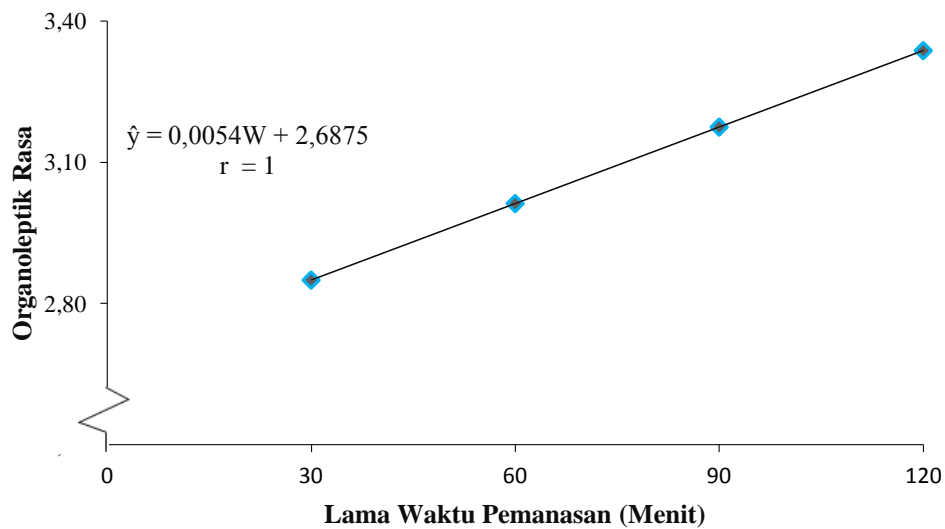
Daftar sidik ragam (Lampiran 7) dapat dilihat bahwa pengaruh lama waktu pemanasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p > 0,01$) terhadap parameter organoleptik rasa. Perbedaan tersebut telah diuji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 22 berikut:

Tabel 22. Uji Beda Rata-rata Lama Waktu Pemanasan Terhadap Organoleptik Rasa

Lama Waktu Pemanasan (menit)	Rataan	Jarak	LSR		Notasi	
			0,05	0,01	0,05	0,01
			$W_1 = 30$	2,85	-	-
$W_2 = 60$	3,01	2	0,08	0,12	c	C
$W_3 = 90$	3,18	3	0,09	0,12	b	B
$W_4 = 120$	3,34	4	0,09	0,12	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p > 0,01$.

Dari Tabel 22 dapat dilihat bahwa perlakuan W_1 berbeda sangat nyata terhadap perlakuan W_2 , W_3 dan W_4 . Perlakuan W_2 berbeda sangat nyata terhadap perlakuan W_3 dan W_4 . Perlakuan W_3 berbeda sangat nyata terhadap perlakuan W_4 . Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada perlakuan $H_4 = 3,34$ dan nilai terendah terdapat pada perlakuan $H_1 = 2,85$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 17 dibawah ini:



Gambar 17. Lama Waktu Pemanasan Terhadap Organoleptik Rasa

Pada Gambar 17 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pemanasan maka nilai organoleptik rasa semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu pemanasan maka semakin lama proses pemutusan rantai-rantai molekul pati sehingga didapat glukosa yang semakin baik. Menurut Sutamihardja (2015) waktu reaksi mempengaruhi konversi yang dihasilkan. semakin lama waktu reaksi, maka semakin tinggi pula konversi yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh zat reaktan untuk saling bertumbukan dan bereaksi semakin besar, sehingga konversi yang dihasilkan semakin tinggi.

Interaksi Pengaruh Konsentrasi HCl dan Lama Waktu Pemanasan Terhadap Parameter Organoleptik Rasa

Daftar sidik ragam (Lampiran 7) dapat dilihat bahwa hubungan interaksi konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan berbeda tidak nyata ($p < 0,05$) terhadap parameter organoleptik rasa sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Organoleptik Warna

Konsentrasi HCl

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 8) diketahui bahwa pengaruh konsentrasi HCl memberikan pengaruh tidak nyata ($p>0,05$) terhadap organoleptik warna. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Hal ini dikarenakan pada penambahan HCl memberikan warna kuning yang lebih pekat sedangkan warna gula cair umumnya berwarna kuning. Hal ini sesuai dengan SNI 01-2978-1992 yang menyatakan gula cair yang baik seharusnya memiliki warna kuning bening. Penggunaan konsentrasi HCl yang lebih tinggi akan memberikan warna kuning yang lebih pekat.

Lama Waktu Pemanasan

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 8) diketahui bahwa pengaruh lama waktu pemanasan memberikan pengaruh tidak nyata ($p>0,05$) terhadap organoleptik warna. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Hal ini dikarenakan penggunaan suhu yang tinggi dan lama waktu yang digunakan menyebabkan terjadinya reaksi *Maillard* antara gula dan asam klorida sehingga menghasilkan warna coklat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Davies, C. G.A and T.P. Labuza (2003) bahwa proses pemanasan dapat menyebabkan terjadinya reaksi *Maillard* antara gula dan asam klorida yang terdapat didalam cairan gula sehingga menghasilkan warna coklat. Reaksi ini merupakan serangkaian reaksi yang kompleks dan menghasilkan senyawa *intermediate* serta produk yang beberapa diantaranya mirip dengan reaksi *Maillard*. Selanjutnya dijelaskan pula reaksi *Maillard* merupakan reaksi pencoklatan non-enzimatis antara gula

pereduksi dengan asam klorida yang berlangsung pada pengolahan makanan dengan menggunakan panas.

Pengaruh Interaksi Antara Konsentrasi HCl Dengan Pengaruh Lama Waktu Pemanasan Terhadap Organoleptik Warna

Berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 8) diketahui bahwa interaksi konsentrasi HCL dengan pengaruh lama waktu pemanasan memiliki pengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap organoleptik warna. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan mengenai Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Karakteristik Gula Cair Sorgum(*Sorghum bicolor L.*)dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penambahan konsentrasi HCl memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar gula pereduksi, kadar air, total soluble solide (TSS), kadar abu, kapang dan khamir, organoleptik rasa dan organoleptik warna sedangkan memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap organoleptik Aroma.
2. Lama waktu pemanasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar gula pereduksi, kadar air, total soluble solid (TSS) dan organoleptik rasa. Memberikan pengaruh berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap organoleptik kadar abu dan organoleptik aroma. Memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap organoleptik warna.
3. Interaksi antara penambahan konsentrasi HCl dan lama waktu pemanasan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($p > 0,01$) terhadap kadar gula pereduksi dan total soluble solid.
4. Hasil penelitian terbaik di dapatkan pada perlakuan H_1W_1 yaitu dengan konsentrasi HCl 0,2% dan lama waktu pemanasan 30 menit berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) sirup glukosa.

Saran

1. Produk gula cair yang telah dihasilkan disarankan untuk disimpan pada pendingin, refrigerator atau suhu rendah.
2. Pengujian SNI glukosa cair perlu di lakukan secara lengkap untuk mengetahui cemaran logam dan juga pencemaran mikrobiologi yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Kadek W.P. 2015. *Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Enzim Amiloglukosidase Pada Proses Sakarifikasi Terhadap Produksi Gula Cair Pati Ubi Talas*. UNUD. Jurnal Rekayas dan Manajemen Agroindustri. ISSN : 2503-488x, Vol 3 No 2.
- Agus Riyanto. 2011. *Aplikasi Metodologi Penelitian Kesehatan*. Nuha. Medika. Yogyakarta.
- Albaasith, EB., AWH. Abdalla, EA. Ibrahim, dan AM. Naim. 2014. *Association Between Yield Components of Sorghum (Sorghum bicolor L.) Under Different Watering Intervals*. International Journal of Sustainable Agricultural Research (3): 85-92.
- 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., Budiyo, S. 1989. *Analisis Pangan*. Bogor (ID) : Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Angelina, A., T. Rosiana, N. Istianah, S. Gunawan, dan A.K. Anal. 2013. *Pengujian parameter biji sorgum dan pengaruh analisa total asam laktat dan pH pada tepung sorgum terfermentasi menggunakan Bakers yeast (Saccharomyces cereviceae)*. J. Teknik Pomits 2(2): 279–281.
- Ayu Ratna P. 2015. *Pembuatan Gula Cair Dari Pati Singkong dengan Menggunakan Hidrolisis Enzimatis*. Politeknik Bandung. Jurnal Vol 11 No 2 hlm 9 – 14.
- 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.
- Buckle, K.A. 1987. *Ilmu Pangan*. UI Press. Jakarta.
- Cakebread, S. H. 1975. *Sugar and Chocolate Confectionary*. London: Oxford University Press
- Davies, C. G.A and T.P. Labuza. 2003. *The Millard Reaction Application to Confectionary Products*. Departement of Food Science and Nasional. Jakarta.
- Devita, C., W, Pratjojo., S.M.R, Sedyawati. 2015. *Perbandingan Metode Hidolisis Enzim dan Asam Dalam Pembuatan Sirup Glukosa Ubi Jalar Ungu*. Indonesian Journal of Chemical Science.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1992. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Bhartara Karya Aksara, Jakarta.

- 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, Retno, P. Sunarto., Berta RF. 2009. *Kinetika Reaksi Tepung Sorgum Dengan Katalis Asam Klorida (HCl)*. Jurnal Ekuilibrium. Vol 5, No1. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Fajar. 2007. *Studi Potensi Sampah Kota Sebagai Bahan Baku Etanol*. Tesis UGM. Yogyakarta.
- Fairus, S., Haryono, Miranthi, A., dan Apriyanto, A. (2010). *Pengaruh Konsentrasi HCl dan Waktu Hidrolisis terhadap Perolehan Glukosa yang Dihasilkan dari Pati Biji Nangka*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia 'Kejuangan' UPN Veteran. Yogyakarta.
- Faoji, Yahman. 2009. *Studi Kelayakan Pendirian Industri Sirup Glukosa Dari Tapioka Di Pesantren Raudlatul Ulum, Pati, TA*. IPB. Bogor.
- FSD (Food Security Departement). 2003. *Sorghum: postharvest operations*. <http://www.fao.org/inpho/compend/text/ch07.htm>. diakses 12 September 2020.
- Idral, D., Salim, M., Mardiah, E. 2012. *Pembuatan Bioetanol Ampas Sagu dengan Proses Hidrolisis Asam dan Menggunakan Sacchromyces cerevisiae*. Jurnal Kimia UNAND vol 1, November 16.
- Iriani E. 2013. *Prospek pengembangan inovasi teknologi bawang merah di lahan sub optimal (lahan pasir) dalam upaya peningkatan pendapatan petani*. Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah.
- Karimi, K., S, Kheradmandinia., M.J, Taherzadeh. 2006. *Conversion of rice straw to sugars by dilute-acid hydrolysis*. Biomass and Bioenergy. 30: 247-253.
- 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 CH. 2008. *Pembuatan Kaldu Dari Kepala Ikan Tuna Dengan Cara Hidrolisis Asam (Kajian Penambahan Air dan pH)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian UNIBRAW. Malang.
- Parwiyanti, Filli P., dan Renti A. 2011. *Sifat Kimia dan Fisik Gula Cair dari Pati Umbi Gadung (Dioscorea hispida Denntsi)*. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Putranto, Edy. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Semarang. Semarang.

- Rampengan, V. J. Pontoh dan D.T. Sembel. 1985. *Dasar-Dasar Pengawasan Mutu Pangan*. Badan Kerja Sama Perguruan Tinggi Negeri Indonesia Bagian Timur. Ujung Pandang.
- Retno, Endah. 2009. *Bioetanol Fuel Grade dari tepung talas (Colocasia Esculenta)*.
- Reddy, B.V.S., S. Ramesh, S.T. Borikar, and H. Sahib. 2007. *IC RISAT-Indian NARS Part Nership Sorghum Improvement Research: strategis and Impacts*. *Curr.sci.* 92 (7); 909-915.
- Rochmawati, N. 2010. *Pengaruh Konsentrasi Enzim dan Lama Sakarifikasi pada Hidrolisis Enzimatik Terhadap Produksi Sirup Glukosa dari Pati Ubi Kayu (Manihot esculenta)*. Skripsi Jurusan Kimia. UIN. Malang.
- Richana, Nur. 2013. *Mengenai Potensi Ubi Kayu Dan Umbi Jalar*. Nuansa Cendikia. Bandung.
- Ruchjaningsih. 2008. *Rejuvenasi dan Karakterisasi Morfologi 225 Akses Sorghum*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan. Sulawesi Selatan.
- Rukmana, H dan Y. Oesman. 2001. *Usaha Tani Sorghum*. Kanisius. Jakarta. 40 hal.
- Saputra, F. 2015. *Karakteristik Mutu Pati Ubi Talas (Colocasia Esculenta) Pada Perbandingan Air Dengan Hancuran Ubi Talas Dan Konsentrasi Natrium Metabisulfid*. Universitas Udayana. Bali. Skripsi. Tidak Dipublikasikan
- Standar Nasional Indonesia. 1992. *Sirup Glukosa*. SNI 01-2978-1992
- Sri Fungsi R. 2017. *Keunggulan Kompetitif Gula Cair Kimpul*. Surabaya. *Jurnal* Vol 3 ISSN : 2460-5972.
- Standar Nasional Indonesia. 1992. SNI 01- 2978-1992: Gula Cair
- Suarni dan M. Zakir. 2000. *Sifat fisikokimia tepung sorgum sebagai substitusi terigu*. *Jurnal Penelitian Pertanian* 20(2): 58-62.
- Sudarmadji. 1994. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Sulistyo. 2010. *Metode Penelitian*. Penaku. Jakarta.
- Sutamahirdja. 2015. *Hidrolisi Asam Klorida Tepung Pati Singkong (Manihot esculenta Crantz) Dalam Pembuatan Gula Cair*. Universitas Nusa Bangsa. Bogor.
- Terahara, N., I. Konczak, H. Ono, M. Yoshimoto and 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. 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.
- Triwahyu, O.P. 2014. *Pengendalian Suhu Pada Sistem Pasteurisasi Telur Cair Berbasis PLC (Pogammable Logic Controller) Siemnes Simatic s7-200 dan HMI (Human Machine Interface) Simatic HMI Panel*. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Brawijaya Malang.
- USDA. 2009. *Coriander seeds nutrition facts (USDA national nutrient data)*. www.nutrition-and-you.com. [20 September 2020].
- 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. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Embrio Biotekindo. Bogor.
- _____. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- _____. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yuniwati, M., Iskarima, F., dan Padulemba, A. 2011. *Kinetika Reaksi Hidrolisis Pati Pisang Tanduk Dengan Katalisator Asam Chlorida*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Institut Sains dan Teknologo AKPRIND Yogyakarta.

Lampiran 1. Tabel Rataan Kadar Gula Pereduksi

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
H1W1	84,58	84,79	169,37	84,69
H1W2	83,76	83,68	167,44	83,72
H1W3	83,41	83,05	166,46	83,23
H1W4	82,46	82,52	164,98	82,49
H2W1	84,65	84,66	169,31	84,66
H2W2	83,35	83,32	166,67	83,34
H2W3	83,4	81,17	164,57	82,29
H2W4	82,31	80,87	163,18	81,59
H3W1	81,21	81,4	162,61	81,31
H3W2	81,24	81,65	162,89	81,45
H3W3	80,89	80,43	161,32	80,66
H3W4	80,76	79,87	160,63	80,32
H4W1	79,89	78,94	158,83	79,42
H4W2	78,54	78,45	156,99	78,50
H4W3	76,43	74,55	150,98	75,49
H4W4	74,32	72,68	147,00	73,50
Total	1.301,2	1.292,0	2.593,2	1.296,62
Rataan	81,33	80,75	162,08	81,04

Tabel Analisis Sidik Ragam Kadar Gula Pereduksi

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	290,46	19,36	39,79	**	2,35	3,41
H	3	228,38	76,13	156,42	**	3,24	5,29
H Lin	1	201,67	201,67	414,38	**	4,49	8,53
H kuad	1	26,52	26,52	54,49	**	4,49	8,53
H Kub	1	0,20	0,20	0,40	tn	4,49	8,53
W	3	44,16	14,72	30,25	**	3,24	5,29
W Lin	1	43,73	43,73	89,86	**	4,49	8,53
W Kuad	1	0,06	0,06	0,13	tn	4,49	8,53
W Kub	1	0,37	0,37	0,75	tn	4,49	8,53
K x D	9	17,92	1,99	4,09	**	2,54	3,78
Galat	16	7,79	0,49				
Total	31	298,25					

Keterangan : FK = 210151,31
 KK = 0,004%
 ** = Sangat nyata
 tn = tidak nyata

Lampiran 2. Tabel Rataan Kadar Air

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
H1W1	59,59	58,41	118,00	59,00
H1W2	58,00	57,37	115,37	57,69
H1W3	57,35	56,39	113,74	56,87
H1W4	56,41	55,29	111,70	55,85
H2W1	58,51	58,35	116,86	58,43
H2W2	57,43	57,36	114,79	57,40
H2W3	56,39	56,19	112,58	56,29
H2W4	55,41	55,13	110,54	55,27
H3W1	57,31	56,29	113,60	56,80
H3W2	56,15	55,39	111,54	55,77
H3W3	55,21	54,59	109,80	54,90
H3W4	54,33	53,15	107,48	53,74
H4W1	55,51	55,57	111,08	55,54
H4W2	54,35	54,37	108,72	54,36
H4W3	53,21	53,39	106,60	53,30
H4W4	52,13	52,59	104,72	52,36
Total	897,29	889,83	1.787,12	893,56
Rataan	56,08	55,61	111,70	55,85

Tabel Analisis Sidik Ragam Kadar Air

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	102,33	6,82	28,14	**	2,35	3,41
H	3	59,10	19,70	81,27	**	3,24	5,29
H Lin	1	56,91	56,91	234,76	**	4,49	8,53
H kuad	1	1,65	1,65	6,79	*	4,49	8,53
H Kub	1	0,55	0,55	2,26	tn	4,49	8,53
W	3	43,10	14,37	59,27	**	3,24	5,29
W Lin	1	43,06	43,06	177,62	**	4,49	8,53
W Kuad	1	0,02	0,02	0,09	tn	4,49	8,53
W Kub	1	0,03	0,03	0,10	tn	4,49	8,53
K x D	9	0,13	0,01	0,06	tn	2,54	3,78
Galat	16	3,88	0,24				
Total	31	106,21					

Keterangan : FK = 99806,32
 KK = 0,004%
 ** = Sangat nyata
 * = nyata
 tn = tidak nyata

Lampiran 3. Tabel Rataan Total Soluble Solid

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
H1W1	5,00	6,00	11,00	5,50
H1W2	7,00	7,00	14,00	7,00
H1W3	8,00	9,00	17,00	8,50
H1W4	9,00	10,00	19,00	9,50
H2W1	6,00	7,00	13,00	6,50
H2W2	8,00	8,00	16,00	8,00
H2W3	10,00	10,00	20,00	10,00
H2W4	11,00	12,00	23,00	11,50
H3W1	8,00	9,00	17,00	8,50
H3W2	9,00	11,00	20,00	10,00
H3W3	11,00	12,00	23,00	11,50
H3W4	13,00	14,00	27,00	13,50
H4W1	11,00	12,00	23,00	11,50
H4W2	12,00	13,00	25,00	12,50
H4W3	13,00	14,00	27,00	13,50
H4W4	15,00	15,00	30,00	15,00
Total	156,00	169,00	325,00	162,50
Rataan	9,75	10,56	20,31	10,16

Tabel Analisis Sidik Ragam Total Soluble Solid

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	224,72	14,98	31,96	**	2,35	3,41
H	3	136,59	45,53	97,13	**	3,24	5,29
H Lin	1	135,06	135,06	288,12	**	4,49	8,53
H kuad	1	1,53	1,53	3,27	tn	4,49	8,53
H Kub	1	0,01	0,01	0,01	tn	4,49	8,53
W	3	85,59	28,53	60,87	**	3,24	5,29
W Lin	1	85,56	85,56	182,52	**	4,49	8,53
W Kuad	1	0,03	0,03	0,07	tn	4,49	8,53
W Kub	1	0,01	0,01	0,01	tn	4,49	8,53
K x D	9	2,53	0,28	0,60	tn	2,54	3,78
Galat	16	7,50	0,47				
Total	31	232,22					

Keterangan : FK = 3300,78
 KK = 0,034%
 ** = Sangat nyata
 * = nyata
 tn = tidak nyata

Lampiran 4. Tabel Rataan Kadar Abu

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
H1W1	0,52	0,58	1,10	0,55
H1W2	0,31	0,65	0,96	0,48
H1W3	0,49	0,3	0,79	0,40
H1W4	0,65	0,43	1,08	0,54
H2W1	0,58	0,65	1,23	0,62
H2W2	0,71	0,78	1,49	0,75
H2W3	0,55	0,72	1,27	0,64
H2W4	0,56	0,72	1,28	0,64
H3W1	0,78	0,33	1,11	0,56
H3W2	0,89	0,52	1,41	0,71
H3W3	1,37	0,65	2,02	1,01
H3W4	1,72	0,45	2,17	1,09
H4W1	0,99	0,87	1,86	0,93
H4W2	1,78	1,67	3,45	1,73
H4W3	1,89	1,84	3,73	1,87
H4W4	2,00	2,67	4,67	2,34
Total	15,79	13,83	29,62	14,81
Rataan	0,99	0,86	1,85	0,93

Tabel Analisis Sidik Ragam Kadar Abu

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	9,58	0,64	6,36	**	2,35	3,41
H	3	7,11	2,37	23,57	**	3,24	5,29
H Lin	1	5,92	5,92	58,91	**	4,49	8,53
H kuad	1	1,00	1,00	9,96	**	4,49	8,53
H Kub	1	0,19	0,19	1,85	tn	4,49	8,53
W	3	0,98	0,33	3,24	*	3,24	5,29
W Lin	1	0,93	0,93	9,25	**	4,49	8,53
W Kuad	1	0,01	0,01	0,12	tn	4,49	8,53
W Kub	1	0,04	0,04	0,36	tn	4,49	8,53
K x D	9	1,50	0,17	1,65	tn	2,54	3,78
Galat	16	1,61	0,10				
Total	31	11,19					

Keterangan : FK = 27,417
 KK = 0,171%
 ** = Sangat nyata
 * = nyata
 tn = tidak nyata

Lampiran 5. Tabel Rataan Total Kapang dan Khamir

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
H1W1	3,00	3,20	6,20	3,10
H1W2	2,50	2,70	5,20	2,60
H1W3	2,00	2,30	4,30	2,15
H1W4	2,00	2,30	4,30	2,15
H2W1	2,00	2,30	4,30	2,15
H2W2	1,00	1,30	2,30	1,15
H2W3	1,00	1,30	2,30	1,15
H2W4	1,00	1,40	2,40	1,20
H3W1	1,00	1,40	2,40	1,20
H3W2	1,00	1,50	2,50	1,25
H3W3	1,00	1,50	2,50	1,25
H3W4	1,00	1,60	2,60	1,30
H4W1	0,50	0,70	1,20	0,60
H4W2	0,50	0,70	1,20	0,60
H4W3	0,50	0,70	1,20	0,60
H4W4	0,00	0,20	0,20	0,10
Total	20,00	25,10	45,10	22,55
Rataan	1,25	1,57	2,82	1,41

Tabel Analisis Sidik Ragam Total Kapang dan Khamir

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	19,77	1,32	22,56	**	2,35	3,41
H	3	16,70	5,57	95,28	**	3,24	5,29
H Lin	1	15,56	15,56	266,31	**	4,49	8,53
H kuad	1	0,20	0,20	3,34	tn	4,49	8,53
H Kub	1	0,95	0,95	16,18	**	4,49	8,53
W	3	1,51	0,50	8,62	**	3,24	5,29
W Lin	1	1,35	1,35	23,11	**	4,49	8,53
W Kuad	1	0,14	0,14	2,36	tn	4,49	8,53
W Kub	1	0,02	0,02	0,39	tn	4,49	8,53
K x D	9	1,56	0,17	2,96	*	2,54	3,78
Galat	16	0,94	0,06				
Total	31	20,71					

Keterangan : FK = 63,56
 KK = 0,086%
 ** = Sangat nyata
 * = nyata
 tn = tidak nyata

Lampiran 6. Tabel Rataan Organoleptik Aroma

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
H1W1	2,80	2,5	5,30	2,65
H1W2	2,70	2,4	5,10	2,55
H1W3	2,50	2,6	5,10	2,55
H1W4	2,60	2,5	5,10	2,55
H2W1	2,60	2,5	5,10	2,55
H2W2	2,50	2,7	5,20	2,60
H2W3	2,40	2,6	5,00	2,50
H2W4	2,40	2,4	4,80	2,40
H3W1	2,40	2,6	5,00	2,50
H3W2	2,50	2,4	4,90	2,45
H3W3	2,30	2,3	4,60	2,30
H3W4	2,30	2,5	4,80	2,40
H4W1	2,40	2,5	4,90	2,45
H4W2	2,50	2,5	5,00	2,50
H4W3	2,60	2,3	4,90	2,45
H4W4	2,30	2,3	4,60	2,30
Total	39,80	39,60	9,40	39,70
Rataan	2,49	2,48	4,96	2,48

Tabel Analisis Sidik Ragam Organoleptik Aroma

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	0,29	0,02	1,28	tn	2,35	3,41
H	3	0,14	0,05	3,14	tn	3,24	5,29
H Lin	1	0,12	0,12	8,07	*	4,49	8,53
H kuad	1	0,01	0,01	0,75	tn	4,49	8,53
H Kub	1	0,01	0,01	0,60	tn	4,49	8,53
W	3	0,09	0,03	1,92	tn	3,24	5,29
W Lin	1	0,08	0,08	5,40	*	4,49	8,53
W Kuad	1	0,00	0,00	0,08	tn	4,49	8,53
W Kub	1	0,00	0,00	0,27	tn	4,49	8,53
K x D	9	0,06	0,01	0,45	tn	2,54	3,78
Galat	16	0,24	0,01				
Total	31	0,53					

Keterangan : FK = 197,01
 KK = 0,025%
 * = nyata
 tn = tidak nyata

Lampiran 7. Tabel Rataan Organoleptik Rasa

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
H1W1	2,50	2,60	5,10	2,55
H1W2	2,70	2,70	5,40	2,70
H1W3	2,80	2,90	5,70	2,85
H1W4	3,00	3,10	6,10	3,05
H2W1	2,70	2,70	5,40	2,70
H2W2	2,80	2,90	5,70	2,85
H2W3	3,10	3,20	6,30	3,15
H2W4	3,30	3,50	6,80	3,40
H3W1	2,90	3,10	6,00	3,00
H3W2	3,10	3,20	6,30	3,15
H3W3	3,20	3,30	6,50	3,25
H3W4	3,30	3,40	6,70	3,35
H4W1	3,10	3,20	6,30	3,15
H4W2	3,30	3,40	6,70	3,35
H4W3	3,40	3,50	6,90	3,45
H4W4	3,50	3,60	7,10	3,55
Total	48,70	50,30	99,00	49,50
Rataan	3,04	3,14	6,19	3,09

Tabel Analisis Sidik Ragam Organoleptik Rasa

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	2,66	0,18	28,36	**	2,35	3,41
H	3	1,49	0,50	79,53	**	3,24	5,29
H Lin	1	1,48	1,48	237,16	**	4,49	8,53
H kuad	1	0,01	0,01	0,80	tn	4,49	8,53
H Kub	1	0,00	0,00	0,64	tn	4,49	8,53
W	3	1,06	0,35	56,33	**	3,24	5,29
W Lin	1	1,06	1,06	169,00	**	4,49	8,53
W Kuad	1	0,00	0,00	0,00	tn	4,49	8,53
W Kub	1	0,00	0,00	0,00	tn	4,49	8,53
K x D	9	0,11	0,01	1,98	tn	2,54	3,78
Galat	16	0,10	0,01				
Total	31	2,76					

Keterangan : FK = 306,28
 KK = 0,013%
 ** = Sangat nyata
 tn = tidak nyata

Lampiran 8. Tabel Rataan Organoleptik Warna

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
H1W1	3,1	3,4	6,50	3,25
H1W2	3,0	3,4	6,40	3,20
H1W3	2,9	3,3	6,20	3,10
H1W4	3,2	3,4	6,60	3,30
H2W1	3,1	3,4	6,50	3,25
H2W2	3,0	3,3	6,30	3,15
H2W3	2,9	3,2	6,10	3,05
H2W4	3,1	3,2	6,30	3,15
H3W1	3,0	3,2	6,20	3,10
H3W2	3,0	3,1	6,10	3,05
H3W3	2,9	3,1	6,00	3,00
H3W4	3,0	3,2	6,20	3,10
H4W1	3,0	3,1	6,10	3,05
H4W2	2,9	3,1	6,00	3,00
H4W3	2,8	2,9	5,70	2,85
H4W4	48,20	51,80	100,00	50,00
Total	3,01	3,24	6,25	3,13
Rataan	3,1	3,4	6,50	3,25

Tabel Analisis Sidik Ragam Organoleptik warna

SK	db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	0,54	0,04	1,20	tn	2,35	3,41
H	3	0,28	0,09	3,08	tn	3,24	5,29
H Lin	1	0,27	0,27	9,07	**	4,49	8,53
H kuad	1	0,00	0,00	0,04	tn	4,49	8,53
H Kub	1	0,00	0,00	0,13	tn	4,49	8,53
W	3	0,24	0,08	2,69	tn	3,24	5,29
W Lin	1	0,24	0,24	8,01	*	4,49	8,53
W Kuad	1	0,00	0,00	0,04	tn	4,49	8,53
W Kub	1	0,00	0,00	0,03	tn	4,49	8,53
K x D	9	0,02	0,00	0,07	tn	2,54	3,78
Galat	16	0,48	0,03				
Total	31	1,02					

Keterangan : FK = 312,5
 KK = 0,028%
 ** = Sangat nyata
 * = nyata
 tn = tidak nyata



Gambar 18. Sortasi dan Pencucian sorgum



Gambar 19. Pengeringan sorgum dengan metode oven



Gambar 20. Biji Sorgum Dihaluskan dengan Blender



Gambar 21. Tepun Sorgum Diendapkan dengan Aquades, setelah itu diambil pati tepung sorgum



Gambar 22. Pati Hasil Endapan Dikeringkan Dengan Oven



Gambar 23. Penimbangan Tepung Sorgum Sebanyak 25 Gram



Gambar 24. Pencampuran Antara Tepung Sorgum 25gr, Air mendidih 75ml dan HCl Sesuai Dengan Konsentrasi



Gambar 25. Proses Autoclave



Gambar 26. Pengecekan Ph Setelah Diautoclave



Gambar 27. Larutan Dimasukkan Kedalam Tabung Reaksi



Gambar 28. Proses Sentrifuge



Gambar 29. Setelah Disentrifugasi



Gambar 30. Hasil Glukosa Cair yang Didapatkan



Gambar 30. Supervisi dengan Ketua Komisi Pembimbing Bapak Misril Fuadi, S.P., M.Sc.