

MEMPELAJARI PENGARUH MUTU TEPUNG, KONSENTRASI DAN pH
SUSPENSI TAPIOKA TERHADAP MUTU DAN RENDEMEN SIROP GLUKOSA

a Mula cipta milik IPB University

oleh

JUN TOAHJANA NATARELJA

FS.010

1977

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

FAKULTAS MEKANISASI DAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

BOGOR

IPB University



JUN TJAHJANA NATAREDDA (E8.010). Mempelajari pengaruh mutu tepung, konsentrasi dan pH suspensi tapioka terhadap mutu dan rendemen sirop glukosa (Di bawah bimbingan Ir. SOESARSONO WIJANDI M.Sc. dan Ir. GOUTARA).

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh mutu tepung tapioka, konsentrasi dan pH suspensi tapioka dalam rangka mendapatkan mutu dan rendemen sirop glukosa yang paling baik.

Dalam penelitian tersebut digunakan 4 contoh tepung yang berasal dari kabupaten Bogor, kabupaten Sukabumi, kabupaten Ciamis dan tepung impor yang berasal dari Thailand. Suspensi tepung tapioka terdiri dari 3 taraf konsentrasi, masing-masing 18° Be, 20° Be dan 22° Be. Sedangkan pH suspensi tapioka terdiri dari pH 1.5, pH 2.0 dan pH 2.5. Pengukuran dan pengamatan meliputi beberapa sifat fisik dan kimia tepung tapioka dan sirop glukosa yang dihasilkan.

Rancangan percobaan yang digunakan ialah rancangan acak lengkap dengan percobaan faktorial dan ulangan dilakukan sebanyak dua kali.

Berdasarkan hasil penelitian, ternyata bahwa mutu dan rendemen sirop glukosa dipengaruhi oleh mutu tepung tapioka, pH dan konsentrasi suspensi tapioka. Untuk setiap contoh tepung tapioka berlaku bahwa semakin tinggi jumlah asam yang diberikan serta semakin rendah konsentrasi suspensi

tapioka,, maka derajat konversi pati menjadi gula semakin tinggi. Mutu dan rendemen sirop glukosa yang dihasilkan dari tepung lokal maupun tepung impor tidak jauh berbeda. Nilai rata-rata ekwivalen dekstrosa (ED) tertinggi diperoleh dari tepung tapioka impor Thailand (46.04 ED), sedangkan untuk tepung lokal diperoleh dari tepung tapioka asal kabupaten Sukabumi (39,45 ED).

Dari kombinasi perlakuan antara jenis tepung, konsentrasi dan pH suspensi tapioka, ternyata bahwa kombinasi konsentrasi suspensi tapioka 18° Be dan pH 1.5 menghasilkan rendemen dan mutu sirop glukosa terbaik, yaitu dengan nilai rendemen (67.90 - 72.38 persen), ekwivalen dekstrosa (56.24 - 66.18 ED), indeks bias (1.4398 - 1.5182), warna (0.0012 - 0.0066 satuan ICUMSA), kejernihan (1.6002 - 1.8416 satuan ICUMSA) dan kadar abu (0.24 - 0.42 persen).

MEMPELAJARI PENGARUH MUTU TEPUNG, KONSENTRASI DAN pH
SUSPENSI TAPIOKA TERHADAP MUTU DAN RENDEMEN SIROP GLUKOSA

oleh

JUN TJAHJANA NATAREDJAJA

F8.010

TESIS

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
dari Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian
Institut Pertanian Bogor

1977

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS MEKANISASI DAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN



INSTITUT PERTANIAN BOGOR

FAKULTAS MEKANISASI DAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

MEMPELAJARI PENGARUH MUTU TEPUNG, KONSENTRASI DAN pH
SUSPENSI TAPIOKA TERHADAP MUTU DAN RENDEMEN SIROP GLUKOSA

TESIS

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
dari Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian
Institut Pertanian Bogor

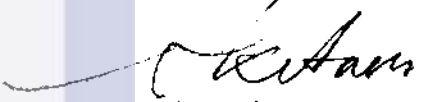
JUN TJAHJANA NATAREDJA (F8.010)

Dilahirkan pada tanggal 10 April 1950

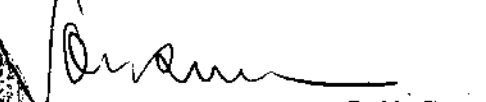
di Garut

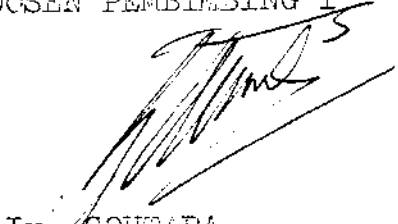
Disahkan
Bogor, 13-6-1977

Disetujui
Bogor, 13-6-1977


Ir. S. KUTARENA
PANITIA PENDIDIKAN SA
SEKSI TESIS




BOESARSONO WIJANDI M.Sc.
DOSEN PEMBIMBING I


Ir. GOUTARA
DOSEN PEMBIMBING II

KATA PENGANTAR

Tulisan ini merupakan hasil penelitian mata ajaran Teknologi Hasil Tanaman, sebagai salah satu mata ajaran minat utama, untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini dilakukan dari tanggal 25 Nopember 1976 sampai dengan tanggal 25 Januari 1977, di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor dan di Laboratorium Sekolah Analis Kimia Menengah Atas Bogor.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada,

1. Bapak Ir. Soehanto sebagai "Plant manager" PT. Indonesian Maltose Industry, Cipaku Bogor.
2. Bapak Kepala Dinas Pertanian Kabupaten Bogor, Sukabuni dan Ciadis.
3. Bapak H. Achmad Chon B.Sc., Direktur Sekolah Analis Kimia Menengah Atas Bogor, beserta seluruh karyawan yang telah memberikan bantuannya.
4. Bapak Ir. Soesarsone Wijandi M.Sc. dan Bapak Ir. Goutara sebagai dosen pembimbing mata ajaran minat utama.
5. Bapak Ir. Semangat Kotaren, sebagai Panitia Pendidikan Sarjana Seksi Tesis.

yang dengan segala ketekunan telah membimbing penulis selama penelitian maupun dalam penyusunan tulisan ini.

Akhir kata penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi dunia ilmu pengetahuan pada khususnya serta pembangunan masyarakat Indonesia pada umumnya.

Bogor, awal April 1977

Penulis.



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. KEADAHAN UMUM TAPIOKA DI INDONESIA	5
1. Potensi Produksi	5
2. Komposisi dan syarat mutu tapioka	7
B. SIROP GLUKOSA	10
C. PROSES PEMBUATAN SIROP GLUKOSA	15
1. Hidrolisa	16
2. Proses Pemurnian Sirup Glukosa	20
III. METODE PENELITIAN	23
A. BAHAN DAN ALAT	23
B. PERLAKUAN	24
C. PENGUKURAN DAN PENGOLAHAN	27
D. RANCANGAN PERCOBAAN	39
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	40
A. PENELITIAN PENDAHULUAN	40
B. PENELITIAN LANJUTAN	45
1. Rendemen	45
2. Ekwivalen Dekstrosa	50
3. Indeks Bias	57

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.	Produksi ubi kayu di beberapa negara penghasil ubi kayu, tahun 1972 - 1974...	5
Tabel 2.	Produksi rata-rata negara penghasil ubi kayu, tahun 1961 - 1970	6
Tabel 3.	Produksi ubi kayu Indonesia, 1968 - 1974	6
Tabel 4.	Ekspor tapioka Indonesia, tahun 1970 - 1974	7
Tabel 5.	Komposisi tapioka perdagangan	8
Tabel 6.	Syarat mutu tepung tapioka perdagangan menurut KAUMAN	8
Tabel 7.	Perbandingan komposisi sukrosa dan sirop jagung	11
Tabel 8.	Tingkat kemanisan sirop glukosa	12
Tabel 9.	Tingkat konversi sirop glukosa	12
Tabel 10.	Komposisi utama dan faktor-faktor penentu mutu sirop glukosa	13
Tabel 11.	Syarat bahan tambahan pada sirop glukosa	13
Tabel 12.	Syarat kandungan kontaminan pada sirop glukosa	13
Tabel 13.	Komposisi sakarida dalam sirop jagung dengan menggunakan katalis asam	18
Tabel 14.	Waktu yang dibutuhkan untuk hidrolisa pati pada berbagai konsentrasi dan pH ..	41
Tabel 15.	Hubungan pH netrolisasi dengan warna sirop glukosa yang telah dipucetkan	42
Tabel 16.	Hasil penetapan mutu tepung tapioka	43

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang dihasilkan oleh sistem manajemen informasi dan komunikasi IPB University. Dokumen ini adalah hak milik IPB University dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan lain tanpa izin IPB University.

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar	1.	Skema proses pembuatan sirop glukosa	25
Gambar	2.	Alat penguapan sirop glukosa dengan tekanan vakum	27
Gambar	3.	Grafik hubungan antara konsentrasi larutan dengan rendemen sirop glukosa yang dihasilkan	48
Gambar	4.	Grafik hubungan antara pH suspensi tapioka dengan rendemen sirop glukosa yang dihasilkan	49
Gambar	5.	Grafik hubungan antara pH suspensi tapioka kabupaten Bogor dengan ekwivalen dekstrosa sirop glukosa yang dihasilkan	53
Gambar	6.	Grafik hubungan antara pH suspensi tapioka kabupaten Sukabumi dengan ekwivalen dekstrosa sirop glukosa yang dihasilkan	54
Gambar	7.	Grafik hubungan antara pH suspensi tapioka kabupaten Cianjur dengan ekwivalen dekstrosa sirop glukosa yang dihasilkan	55
Gambar	8.	Grafik hubungan antara pH suspensi tapioka impor (Thailand) dengan ekwivalen dekstrosa sirop glukosa yang dihasilkan	56
Gambar	9.	Grafik hubungan antara konsentrasi suspensi tapioka dengan indeks bias sirop glukosa yang dihasilkan..	58

Makalah Kimia IPA Ekskors

IPB University



I. PENDAHULUAN

Tepung ubi kayu lebih dikenal dengan nama tepung tapioka, diperoleh dari umbi ubi kayu (Manihot esculenta Crantz), termasuk famili Euphorbiaceae. Tanaman ini berasal dari Brazilia, tetapi sekarang banyak ditanam di daerah tropik seperti Indonesia, Asia tropik, Amerika selatan dan Afrika. Budi dayanya tidak sukar dan dapat tumbuh di tanah-tanah yang kurus dengan hasil yang memadai (BRAUTLECHT, 1953 ; EDWARDS, 1975 ; KAY, 1973).

Penggunaan tapioka di Indonesia masih sederhana dan terbatas pada beberapa jenis industri, antara lain industri tekstil, kertas, papan lapis, dekstrin, mie, kerupuk dan biskuit.

Dalam Rencana Pembangunan Lima tahun tahap ke II pemerintah Indonesia, program peningkatan padi, palawija dan hortikultura merupakan program utama dalam sub sektor pertanian. Peningkatan produksi palawija terutama jagung, ubi kayu dan kacang-kacangan dilakukan dengan cara intensifikasi. Perkiraan luas beberapa tanaman palawija melalui usaha intensifikasi dapat dilihat pada lampiran 1.

Sampai akhir tahun 1970 beberapa industri seperti penggilingan beras, gula, pengolahan tapioka, teh dan sebagainya memegang kedudukan penting dalam industri hasil pertanian dan produksi-produksi tersebut mencakup 90 persen dari seluruh industri hasil pertanian. Tetapi sejak tahun 1971 terjadi pergeseran dari jenis pengolahan hasil

hasil pertanian di atas ke industri lain seperti pabrik es, pengolahan daging, pembuatan mie dan berbagai macam industri roti serta terjadi penambahan industri baru antara lain pengawetan ikan, buah-buahan, jamur, susu bubuk, tepung, pabrik permen, biskuit dan sebagainya (ANONYMOUS, 1974).

Peningkatan jumlah dan pergeseran jenis industri hasil pertanian serta dengan tumbuhnya industri kembang gula akan meningkatkan kebutuhan bahan pemanis seperti gula dan sirop glukosa.

Berdasarkan kenyataan bahwa dalam tahun 1973, Indonesia masih harus mengimpor gula sebanyak 152,000 ton untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri disamping dilakukannya usaha peningkatan produksi gula tebu melalui intensifikasi dan ekstensifikasi areal tanaman tebu, rehabilitasi dan peningkatan efisiensi pabrik serta penambahan pabrik gula (ANONYMOUS, 1974).

Di beberapa negara yang telah maju, proses hidrolisa pati menjadi gula banyak dilakukan dalam usaha pembuatan sirop glukosa. Sirop glukosa (glucose syrup) merupakan larutan kental dengan derajat kemanisan yang lebih rendah dibandingkan glukosa ataupun sukrosa murni. Disamping sebagai bahan pemanis, beberapa sifat utama sirop glukosa antara lain mempunyai daya serap terhadap air, sifat kekentalan larutan serta waktu pembentukan kristal yang lama.

Sirop glukosa banyak digunakan dalam pembuatan kembang gula, eskrim, pengolahan buah-buahan, sirop untuk obat-obatan, tembakau, semir sepatu, pembuatan sabun, lem atau perekat dan penggunaannya tergantung dari kadar gula yang terdapat dalam sirop (JACOBS, 1951 ; KIRK dan OTHER 1949).

Menurut SOMATHADJA (1970), setiap jenis pati seperti pati kentang, tapioka, ubi dan jagung dapat menghasilkan gula apabila dihidrolisa dengan asam. Pada hidrolisa pati dengan asam, faktor-faktor yang perlu diperhatikan ialah jumlah asam yang dipergunakan, lama pemanasan dan adanya protein dalam pati yang akan dihidrolisa. Protein dalam pati dapat menyebabkan rasa pahit pada sirop yang dihasilkan.

Kadar protein dalam tepung tapioka lebih rendah apabila dibandingkan dengan protein dalam ubi kayu, sedangkan kadar karbohidrat dalam tapioka lebih tinggi (lampiran 2).

Menurut SOEKADIR (1958) dan SUTAN SANIF (1952), ubi kayu mempunyai sifat tidak tahan disimpan lama terutama ubi kayu yang telah terluka. Jika disimpan lebih dari dua hari, maka warna dan rasa ubi kayu tersebut akan mengalami perubahan.

Mengingat adanya kecenderungan kenaikan produksi tapioka di Indonesia serta peningkatan kebutuhan bahan pemanis bagi beberapa industri pangan dan obat-obatan, maka



Hal ini sesuai dengan...
 1. Untuk...
 2. Untuk...
 3. Untuk...
 4. Untuk...
 5. Untuk...
 6. Untuk...
 7. Untuk...
 8. Untuk...
 9. Untuk...
 10. Untuk...



II. TINJAUAN PUSTAKA

KEADAAN UMUM TAPIOKA DI INDONESIA

1. Potensi produksi

Diantara negara penghasil ubi kayu di dunia, dewasa ini Indonesia termasuk negara penghasil ubi kayu yang besar (Tabel 1 dan 2).

Tabel 1. Produksi ubi kayu di beberapa negara penghasil ubi kayu, tahun 1972 - 1974, dikutip dari FAO (1974).

Negara penghasil	Produksi (x 1000 ton)		
	1972	1973	1974
Brazil	31.000	26.635	30.000
Indonesia	10.385	9.399	9.399
Nigeria	9.570	9.600	10.000
India	6.026	6.312	6.358
Thailand	4.952	6.301	3.800
Angola	1.620	1.630	1.640
Uganda	1.040	1.000	1.100
Congo	577	590	606

Menurut KAY (1975), beberapa negara penghasil ubi kayu terbesar seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Produksi rata-rata negara penghasil ubi kayu tahun 1961 - 1970, dikutip dari KAY (1973).

Negara	Produksi rata-rata (x 1000 ton)	
	1961 - 1965	1966 - 1970
Brazil	21.900	28.144
Indonesia	11.832	10.964
Nigeria	7.247	7.100
Kongo (Zaire)	7.786	9.636
India	2.295	4.356
Uganda	1.890	2.031
Angola	1.309	1.552

Berdasarkan data dari Biro Pusat Statistik, fluktuasi produksi ubi kayu dan tapioka Indonesia menunjukkan adanya kenaikan (Tabel 3 dan 4).

Tabel 3. Produksi ubi kayu Indonesia, 1968 - 1974, dikutip dari BIRO PUSAT STATISTIK (1975).

Tahun	Produksi (ton)
1968	11.355.634
1969	10.916.529
1970	10.478.308
1971	10.689.691
1972	10.384.952
1973	11.185.592
1974	13.774.786

Tabel 4. Ekspor tapioka Indonesia tahun 1970 - 1974, dikutip dari BIRO PUSAT STATISTIK (1975).

Tahun	Ekspor (ton)
1970	1.048,3
1971	1.284,2
1972	1.143,4
1973	1.308,4
1974	1.527,3

Berdasarkan data di atas maka Indonesia mempunyai potensi yang besar dalam penyediaan bahan baku untuk industri pengolah tapioka dalam negeri, serta pengembangan lebih lanjut untuk produksi-produksi lain seperti sirop glukosa dan pabrik kembang gula lainnya.

2. Komposisi dan syarat mutu tapioka

Ubi kayu dan tapioka merupakan bahan baku yang mengandung karbohidrat cukup tinggi (lampiran 2).

Menurut BRAUTLECHT (1953), komposisi tapioka perdagangan yang pernah diselidiki bersama Eynon dan Lane adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Komposisi tapioka perdagangan, dikutip dari BRAUTLECHT (1953).

Komponen (persen)	Analisa	
	Eynon-Lane	Brautlecht
Air	9 - 18	11.3
Protein	0.3 - 1.0	0.5
Lemak	0.1 - 0.4	0.1
Abu	0.1 - 0.8	0.09
Pati, serat kasar dsb.	81.0 - 89.0	88.01

Menurut KAUFMAN didalam BRAUTLECHT (1953), mutu tepung tapioka ditentukan oleh 10 macam kriteria seperti tersusun pada tabel 6.

Tabel 6. Syarat mutu tepung tapioka perdagangan menurut KAUFMAN, dikutip dari BRAUTLECHT (1953).

Penentu mutu	Syarat
1. Ukuran	90 persen dari tepung harus dapat melewati saringan 140 mesh.
2. Keseragaman	90 persen dari butiran pati harus seragam.
3. Bau (odor)	tidak mempunyai karakteristik bau yang lain.
4. Kadar air	berkisar antara 10 - 13.5 persen
5. Kadar abu	tidak lebih dari 0.2 persen
6. Warna	memenuhi nilai 9-3.1 dari "Dictionary of color"

Lanjutan

Penentu mutu	syarat
7. Benda-benda asing,	tidak didapatkan
8. pH	diutamakan antara pH 4.7 - 5.3, kualitas baik pH 4.5 - 5.0
9. Kekentalan	dianggap baik apabila 100 gram tepung dalam 100 ml air dapat melewati saringan "orifice" 5 mm, selama 100 detik
10. Sulfur dioksida	untuk tepung yang dalam proses- nya menggunakan SO_2 dan $KaMSO_3$, tidak lebih dari kandungan asol dari bahan pembuat tepung

Berdasarkan potensi baik kuantitas maupun kwali-
tas serta prospek pengembangan produksi ubi kayu dan
tapioka di Indonesia, maka harapan yang lebih besar
untuk mengolah bahan baku di atas menjadi produk lain
yang lebih bernilai dapat terwujud dengan mudah.

Menurut EDWARDS (1975), perkembangan teknologi
kanji telah mengambil peranan utama dalam industri di
Amerika utara dan Eropa, konsumen terbesar dari tepung
tapioka adalah industri pengolah kanji yang menghasil-
kan sirup glukosa dan dekstrosa. Produk ini bersaing
dengan sukrosa yang dihasilkan dari gula tebu dan bit,
serta merupakan substitusi sebagian atau seluruhnya.

B. SIROP GLUKOSA

Sirop glukosa ialah suatu larutan kental termasuk golongan monosakarida yang diperoleh dari pati dengan cara hidrolisa (ANONYMOUS, 1969).

Sirop glukosa atau "Commercial glucose" sudah dikenal sejak abad ke 19 dimana ketika terjadi penyekatan benua Eropah oleh tentara Inggris terhadap beberapa komoditi termasuk gula, pada tahun 1811 seorang ahli kimia berkebangsaan Jerman bernama Kirchoff berhasil merubah pati menjadi gula melalui proses hidrolisa. Sirop glukosa merupakan suatu bentuk hasil yang diperoleh dari pati dengan cara hidrolisa tidak lengkap, kemudian dilakukan netralisasi dan pemekatan sampai pada tingkat tertentu. Sirop glukosa bukanlah produk yang murni tetapi merupakan campuran antara glukosa, maltosa dan dekstrin tinggi seperti erithrodekstrin (JAKOBS, 1951).

Tingkat konversi pati menjadi komponen glukosa, maltosa dan dekstrin ditentukan oleh derajat konversi yang dikenal sebagai ekwivalen dekstrosa (ED). Ekwivalen dekstrosa didefinisikan sebagai satuan masa dari glukosa murni yang dibutuhkan untuk mereduksi sejumlah larutan Fehling standar yang sama banyaknya dengan 100 satuan masa bahan kering dari suatu hasil hidrolisa (McC ALLISTER, 1975).

Semakin rendah nilai ED larutan semakin rendah kandungan glukosanya, sedangkan kadar dekstrin yang terkandung dalam larutan semakin tinggi. Kandungan dekstrin yang terlalu

tinggi dalam larutan dapat berfungsi sebagai inhibitor pada proses " doctoring " yaitu proses penambahan sirop glukosa pada pembuatan kembang gula (JACOBS, 1944).

Menurut HILL (1973); dan Mac ALLISTER (1975), fungsi penambahan sirop glukosa pada pembuatan kembang gula antara lain dapat memperkecil terjadinya inversi sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa, serta memegang peranan penting dalam proses " doctoring " yaitu mencegah terjadinya proses kristalisasi yang tidak dikehendaki.

Menurut JACOBS (1944), perbandingan komposisi sukrosa dan sirop jagung atau sirop glukosa dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan komposisi sukrosa dan sirop jagung, dikutip dari JACOBS (1944).

Komponen	Jumlah (persen)	
	Sukrosa	sirop jagung
Total gula	100	47.63
Sukrosa	100	-
Dekstrosa	-	87.50
Levulosa	-	-
Gula invert	-	-
Maltosa	-	26.44
Dekstrin	-	34.68
Abu	-	17.65
Kemanisan	100	30.0

Sedangkan kemanisan sirop glukosa ditentukan dalam tiga tingkatan (Tabel 8).

Tabel 8. Tingkat kemanisan sirop glukosa, dikutip dari JACOBS (1944).

Tingkat kemanisan	Ekwivalen Dekstrosa
Sirop dengan kemanisan tinggi	40 - 45
Sirop dengan kemanisan rendah	25 - 29
" Sweetose "	56 - 64

Menurut HALL (1973), tingkat konversi sirop glukosa dibagi menjadi empat tingkatan (Tabel 9).

Tabel 9. Tingkat konversi sirop glukosa, dikutip dari HALL (1973).

Tingkat konversi sirop glukosa	Ekwivalen Dekstrosa
Konversi rendah	28 - 37
Konversi biasa	38 - 47
Konversi menengah	48 - 57
Konversi tinggi	58 - 68

Menurut FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION (1969), standar Internasional yang berlaku untuk sirop glukosa ditentukan oleh faktor-faktor seperti pada tabel 10, 11 dan 12.

Tabel 10. Komposisi utama dan faktor-faktor penentu mutu sirop glukosa, dikutip dari FAO (1969).

Faktor penentu	Syarat
Bahan kering	tidak kurang dari 70.0 persen berat masa
Ekwivalen Dekstrosa	tidak kurang dari 20.0 persen berat kering.
Abu sulfat	tidak lebih dari 1.0 persen berat kering.

Tabel 11. Syarat bahan tambahan pada sirop glukosa, dikutip dari FAO (1969).

Bahan	Kadar maksimum (mg/kg)
Sulfur dioksida	40
Sulfur dioksida dalam sirop untuk kembang gula	400

Tabel 12. Syarat kandungan kontaminan pada sirop glukosa, dikutip dari FAO (1969).

Bahan	Kadar maksimum (mg/kg)
Arsenik (As)	10
Tembaga (Cu)	5
Timah hitam (Pb)	2

C. PROSES PEMBUATAN SIROP GLUKOSA

Pembuatan sirop glukosa pada prinsipnya dilakukan dengan dua cara, yaitu proses hidrolisa pati dengan menggunakan katalis asam dan hidrolisa dengan katalis enzim. Sebelum tahun 1960 seluruh pembuatan sirop dan gula dari pati dibuat secara kondensasi asam, yaitu sirop dibuat dengan hidrolisa sebagian (partial hydrolysis) sedang gula dibuat secara hidrolisa sempurna. Kedua cara hidrolisa di atas mempunyai keuntungan dan kerugian. Keuntungan hidrolisa dengan katalis asam yaitu dapat menghasilkan derajat konversi pati menjadi gula yang lebih tinggi dari pada proses hidrolisa enzimatik, sedangkan keuntungan proses hidrolisa enzimatik karena dapat mencegah kehilangan " flavor " dan warna sirop.

Pada hidrolisa enzimatik tingkat hidrolisanya terbatas sesuai dengan kemampuan enzim yang dipakai, sehingga untuk memperoleh nilai derajat konversi yang lebih tinggi, katalisnya harus diganti dengan enzim lain yang sesuai dengan nilai ekwivalen dekstrosa atau derajat ED larutan (ANDERSON, 1970).

ADIDHARMA (1972), mengadakan penelitian tentang hidrolisa pati ubi jalar dengan menggunakan katalis asam sulfat dan " malt " sebagai katalis enzimatik. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa mutu sirop ubi jalar terbaik dihasilkan dengan cara hidrolisa asam. Khusus untuk sirop yang dihasilkan dengan cara hidrolisa enzimatik me-

nimbulkan masalah di dalam proses penjernihan.

1. Hidrolisa

a. Hidrolisa dengan katalis asam

Menurut JACOBS (1951), SOJEDA (1957) dan SOE-
ATHADJA (1970), hidrolisa pati dapat dilakukan de-
ngan menggunakan asam khlorida atau asam sulfat.

IDA BAGUS AGRA dkk. (1969), melakukan penelitian
hidrolisa pati ubi jalar dengan menggunakan 3 macam
katalis asam yaitu asam sulfat, asam khlorida dan
asam nitrat pada konsentrasi dan waktu yang berbeda.
Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa je-
nis asam yang digunakan tidak berpengaruh, sedangkan
konsentrasi katalis mempunyai hubungan yang bersifat
linier.

STOUT dan RYBERG (1939), telah melakukan perco-
baan pembuatan sirop ubi jalar dengan menggunakan ka-
talis asam khlorida pada suhu $250^{\circ} - 280^{\circ} \text{ F}$ ($121^{\circ} -$
 138° C) dengan tekanan 30 - 50 psi. Berdasarkan pe-
nelitian ini ternyata semakin tinggi konsentrasi asam
yang digunakan semakin singkat waktu yang diperlukan
untuk proses hidrolisa pada tekanan yang sama. Pe-
nambahan tekanan pada konsentrasi asam yang sama akan
mempercepat proses hidrolisa. Percobaan ini juga me-
nunjukkan bahwa bila jumlah asam yang dipergunakan
terlalu besar, dapat menghasilkan sirop dengan rasa
kurang enak. Bila hidrolisa terlalu singkat maka pe-



ngamatan terhadap hasil yang diperoleh sukar dilakukan. Menurut percobaan tersebut konsentrasi asam yang baik adalah kurang dari 0.0044 gram untuk setiap gram pati dan waktu hidrolisa kurang dari 30 menit.

Pada proses pembuatan sirop glukosa, mula-mula dibuat suspensi pati dengan konsentrasi 35 - 40 persen pati dalam air, ditambahkan asam klorida secukupnya dengan konsentrasi 0.015 - 0.02 N, setelah itu dimasukkan ke dalam " autoclave " kemudian dipanaskan sampai mencapai suhu $140^{\circ} - 160^{\circ} \text{C}$ dan suhunya dipertahankan selama 15 - 20 menit (KIRK dan OMEIER, 19-49).

Menurut SOEATMADJA (1970), dalam pembuatan sirop glukosa, mula-mula dibuat larutan kanji dengan mendidihkan suspensi pati dan kekentalannya diatur menjadi 21°Be atau dengan berat jenis 1.64. Setelah ditambahkan asam encer sehingga mencapai pH sekitar 3, campuran dimasukkan ke dalam " autoclave " dipanaskan pada tekanan 15 - 20 psi. selama 3 jam. Bila " autoclave " dapat mencapai tekanan lebih tinggi, misalnya 30 - 40 psi., maka proses hidrolisa dapat dilakukan selama 30 menit.

Pada proses pembuatan sirop jagung secara komersil biasanya digunakan suspensi tapioka dengan konsentrasi 40 - 45 persen, kemudian ditambahkan asam klorida sehingga mencapai pH sekitar 1,5. Proses hidro-

lisa berlangsung pada suhu 150°C , selama beberapa menit sampai terbentuk sirop glukosa dengan derajat ED yang dikehendaki (Mac ALLISTER, 1975).

Menurut Mac ALLISTER (1975), pada proses hidrolisa dengan katalis asam sampai pada ED 50, komposisi campuran dalam hasil hidrolisa beragam, sebagaimana tercantum pada tabel 13.

Tabel 13. Komposisi sakarida dalam sirop jagung dengan menggunakan katalis asam dikutip dari Mac ALLISTER (1975).

Ekwivalen	sakarida (persen)								
	Dekstrosa	mono	di	tri	tetra	penta	heksa	hepta	poli
10		2.3	2.8	2.9	3.0	3.0	2.2	2.1	81.7
15		3.7	4.4	4.4	4.5	4.3	3.3	3.0	72.4
20		5.5	5.9	5.8	5.8	5.5	4.3	3.9	63.3
25		7.7	7.5	7.2	7.2	6.5	5.2	4.6	54.1
30		10.4	9.3	8.6	8.2	7.2	6.0	5.2	45.1
35		13.4	11.3	10.0	9.1	7.8	6.5	5.5	36.4
40		16.9	13.2	11.2	9.7	8.3	6.7	5.7	28.3
45		21.0	14.9	12.2	10.1	8.4	6.5	5.6	21.3
50		25.8	16.6	12.9	10.0	7.9	5.9	5.0	15.9
60		36.2	19.5	13.2	8.7	6.3	4.4	3.2	8.5
65		42.5	20.9	12.7	7.5	5.1	3.6	2.2	5.5
70		45.1	21.4	12.5	6.9	4.6	3.2	1.8	4.5

b. Hidrolisa dengan katalis enzim

Hidrolisa dengan menggunakan katalis enzim sering-kali menghasilkan keuntungan yang lebih besar, karena sifat katalisnya lebih spesifik sehingga dapat

mencegah reaksi sampingan yang tidak dikehendaki, seperti akibat pengaruh suhu dan konsentrasi yang tinggi, disamping itu "flavor" dan aroma dari bahan asal dapat dipertahankan (Mac ALLISTER, 1975).

Menurut JACOBS (1944), pembuatan sirop pati (starch syrup) dengan cara hidrolisa enzimatik banyak dilakukan terutama untuk memperoleh sirop dengan kandungan maltosa tinggi. Sirop maltosa dihasilkan melalui proses hidrolisa pati dengan katalis "malt" amilosa. Konversi hidrolisa maksimum dicapai apabila kandungan maltosa sudah mencapai nilai maksimum, hal ini terjadi bila kandungan gula pereduksi lebih kurang 60 persen.

Enzim yang biasa digunakan pada proses hidrolisa pati yaitu enzim α amilase dan β amilase. Kedua jenis enzim ini banyak terdapat di dalam tanaman, antara lain pada kedele, kentang, gandum, barley, jagung dan sebagainya. Enzim α amilase dikenal dengan Dekstroge-nik amilase karena dari hasil utama proses hidrolisa dihasilkan lebih banyak kandungan dekstrin, sedangkan hasil utama β amilase (saccharifying amylase) berupa maltosa (MEYER, 1970).

Menurut Mac ALLISTER (1975), karakteristik suatu enzim ditentukan oleh struktur kimia dan sifat penyesuaian terhadap lingkungan tempat enzim berada. Kecepatan dan tingkat reaksi yang dikehendaki pada hidrolisa enzimatik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain

Konsentrasi enzim dan substrat, suhu, pH, kekuatan ion (ionic strength), aktifator atau inhibitor khusus (specific activators or inhibitors) dan lamanya reaksi.

Pada proses pembuatan sirop pati (starch syrup) dengan menggunakan katalis enzim mula-mula dibuat gel pati dengan cara memanaskan suspensi pati pada suhu beberapa derajat di atas suhu gelatinisasi, kemudian dengan serentak ditambahkan enzim α amilase sehingga terbentuk hasil hidrolisa dengan derajat ED 15 - 20. Hidrolisa selanjutnya diselesaikan dengan menambahkan enzim lain seperti glukoamilase dan proses sakarifikasi dapat berlangsung sampai tingkat dekstrosa. Untuk mencapai nilai ekwivalen dekstrose yang lebih tinggi, proses hidrolisasi dapat dilanjutkan dengan menambahkan asam ke dalam hasil hidrolisa sebelumnya (ANDERSON, 1970).

2. Proses pemurnian sirop glukosa

Proses pemurnian sirop glukosa meliputi proses netralisasi, "skimming", filtrasi serta pemucatan (bleaching) dengan menambahkan arang aktif dan diakhiri dengan penguapan (evaporasi). Sebagai hasil akhir berupa sirop kental dengan kandungan bahan kering sekitar 75 - 80 persen (KIRK dan OHLER, 1949).

Menurut JACOBS (1951), SOWDEN (1957) dan SCHMIDT- (DJA (1970), bila dalam proses hidrolisa digunakan asam sulfat sebagai katalis, maka sirop hasil hidrolisa dinetralkan dengan air kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Perlu diperhatikan bahwa kelarutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dalam air relatif rendah, sehingga proses netralisasi harus dilakukan secara berulang-ulang. Bila asam klorida digunakan sebagai katalis asam, maka sirop yang dihasilkan dinetralkan dengan larutan soda (Na_2CO_3). Jumlah garam natrium klorida yang terbentuk relatif kecil dan biasanya dibiarkan dalam larutan karena tidak mempengaruhi rasa sirop yang dihasilkan. Pemucatan dilakukan dengan menambahkan arang aktif atau tanah pemutih, kemudian dilanjutkan dengan penyaringan dan pemekatan.

Pada hasil netralisasi dengan natrium karbonat, disamping terbentuk garam juga gas CO_2 yang harus segera diuapkan untuk mencegah pembentukan busa dan kehilangan glukosa (BRAUWELICHT, 1953).

Menurut Mac ALWISTER (1975), proses netralisasi dapat dilakukan baik secara " batch " maupun kontinu dengan menambahkan Na_2CO_3 sehingga diperoleh larutan dengan pH 4.5 - 5.0. Larutan hasil netralisasi masih mengandung sejumlah lemak, garam-garam dan residu protein yang dapat dihilangkan dengan penyaringan. Proses pemurnian dilakukan dengan menambahkan arang aktif dan disusul dengan penyaringan, selanjutnya diuapkan pada suhu

rendah sehingga terbentuk larutan kental dengan kandungan bahan kering lebih kurang 82 persen.



Go High cipta with IPB University

IPB University

- Hala, Genta, Pindang, Lembang, Jombang
1. Diambil sebagian sebagai awal silsilah hanya bisa ini karena memuat sumber dan diperbolehkan sumber
 2. Pergerakan hanya untuk kegiatan pendidikan, penelitian, pelayanan kerja ilmiah, pemerintahan, organisasi kerja atau organisasi masyarakat
 3. Penyelenggaraan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
 4. Dianggap menggunakan dan menyalahgunakan sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University

III. METODA PENELITIAN

A. BAHAN DAN ALAT

1. Bahan baku

Bahan baku dalam penelitian ini berupa tepung tapioka standar yang diambil secara acak, berasal dari 4 contoh tepung.

Tiga contoh tepung lokal diperoleh dari perusahaan pengolah terbesar di tiap kabupaten sesuai dengan data dan petunjuk dari Dinas Pertanian setempat. Ketiga contoh tepung lokal masing-masing berasal dari Kabupaten Bogor yang diperoleh dari perusahaan tapioka SUMBER MAS, Ciluar Bogor, contoh tepung tapioka Kabupaten Sukabumi diperoleh dari perusahaan tapioka SAMPORA Cikembar Sukabumi dan contoh tepung tapioka kabupaten Cianis diperoleh dari perusahaan tapioka KOTA MANIS. Sedangkan satu contoh tepung impor asal Thailand diperoleh dari PT. IMI (Indonesian Maltose Industry) Cipaku Bogor.

Tepung tersebut sebelum diteliti disimpan dalam kantong-kantong plastik selama 3 - 7 hari.

2. Bahan kimia

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini, terdiri dari asam klorida teknis dan pro analisa, kristal soda teknis dan pro analisa, kalium natrium tartret $4 \text{H}_2\text{O}$ pro analisa, natrium hidroksida pro analisa, H_2SO_4 pro analisa, iodium pro analisa, indikator biru metil, arang aktif teknis, pasir laut murni dan air suling.

3. Alat

Alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian, yaitu labu erlenmeyer, labu isap, gelas picala, gelas ukur, corong, tabung reaksi, tabung contoh, panci plastik, cawan aluminium, cawan pengabuan, kompor, bunsen, "autoclave", oven vakum, pompa isap, penangas air, kantong-kantong plastik, kapas penyumbat, tali pengikat, pipa karet dan plastik, hidrometer, higrometer, termometer, tanur pengabuan, buret, refraktometer ZEISS, spektrofotometer COLLEMAN 295, "stopwatch" dan lemari pendingin.

B. PERLAKUAN

Dalam penelitian ini digunakan 4 contoh tepung, yang berasal dari kabupaten Bogor (A_1), kabupaten Sukabumi (A_2), kabupaten Ciamis (A_3) dan tepung Thailand (A_4).

Dari masing-masing contoh dilakukan pengerjaan yang terdiri dari proses persiapan, pengolahan dan pemurnian dengan urutan pengerjaan seperti pada skema proses pembuatan sirup glukosa dari tepung tapioka (gambar 1).

Tahap persiapan pembuatan sirup glukosa berupa pembuatan suspensi tapioka yang terdiri dari 3 taraf konsentrasi, masing-masing 18°Be (B_1), 20°Be (B_2) dan 22°Be (B_3). Ke dalam masing-masing suspensi ditambahkan asam khlorida yang terdiri dari 3 taraf pH, yaitu pH 1.5 (C_1), pH 2.0 (C_2) dan pH 2.5 (C_3). Masing-masing suspensi dibuat dalam labu erlenmeyer yang ditutup rapat dengan kapas penyumbat dan tali pengikat.

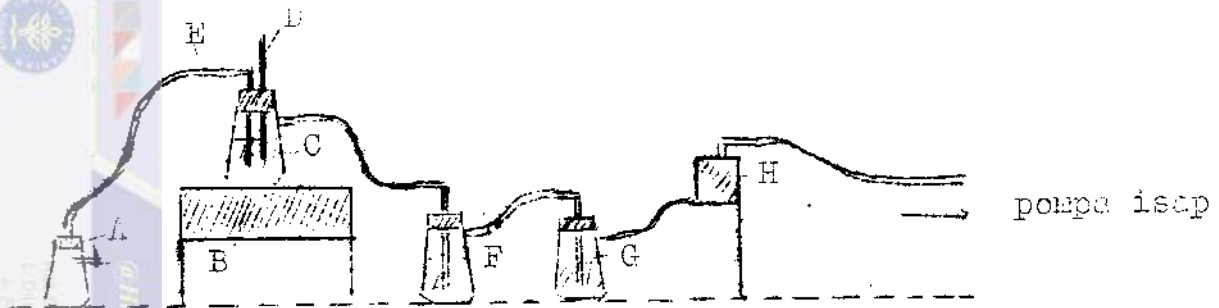
Proses hidrolisa tapioka dilakukan dalam "autoclave" dan kondisi hidrolisa berlangsung pada tekanan 15 - 18 psi, selama 2 - 3 jam. Perlakuan selanjutnya adalah proses pemurnian sirup glukosa yang terdiri dari proses netralisasi, pemucatan, penyaringan dan penguapan.

Proses netralisasi dilakukan pada suhu 70 - 80° C dengan penambahan larutan soda 10 persen sehingga diperoleh larutan dengan tingkat keasaman antara pH 4.4 - 5.

Proses pemucatan (bleaching) dilakukan pada suhu 60 - 70 °C dengan menambahkan arang aktif sebanyak 2 persen dari berat contoh. Selanjutnya dilakukan proses penyaringan sehingga diperoleh sirup glukosa yang jernih dan tidak berwarna.

Perlakuan terakhir adalah proses pengentalan sirup glukosa dengan cara penguapan vakum pada suhu 70 - 80°C, selama 2 - 3 jam sehingga diperoleh larutan dengan kandungan bahan kering antara 70 - 80 persen. Penguapan dilakukan dengan menggunakan labu isap di atas penangas air (gambar 2).

Sirup glukosa yang dihasilkan merupakan sirup kental (40 -43 °Be) dan disimpan dalam botol-botol contoh yang secara langsung dapat dilakukan pengujian fisik maupun kimia. Selama selang waktu pengujian, contoh sirup glukosa disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 15.55 °C (60 °F).



Keterangan

- A = labu pengatur tekanan
- B = penangas air
- C = labu evaporasi
- D = termometer
- E = pipa vakum
- F = labu kondensasi
- G = labu pengikat asam
- H = adsoben

Gambar 2. Alat penguapan sirop glukosa dengan tekanan vakum.

C. PENGUKURAN DAN PENGAMATAN

1. Pengukuran dan pengamatan terhadap bahan baku tepung tapioka

Mutu tepung tapioka ditentukan dengan analisa sifat fisik dan kimia, berupa kehalusan tepung, kadar pati, kadar protein, kadar serat kasar, kadar abu dan kadar air.

2. Pengukuran terhadap hasil hidrolisa (sirop glukosa)

Pengukuran dilakukan terhadap nilai ekuivalen dekstrosa (ED), indeks bias, warna, kejernihan, kadar abu dan rendemen sirop glukosa dengan pengukuran persentase bahan kering.

3. Prosedur analisa

a. Analisa kehalusan tepung tapioka

Prinsip

Didasarkan pada syarat mutu menurut KAUFMAN di dalam BRAUTLECHT (1953), yaitu dihitung sebagai butiran pati yang dapat melalui saringan 140 mesh.

Prosedur

Contoh sebanyak 100 gram, diayak melalui saringan 140 mesh selama 5 menit. Hasil penyaringan ditimbang.

Perhitungan

$$\% \text{ Kehalusan} = \frac{\text{Berat hasil penyaringan}}{100} \times 100 \text{ persen}$$

b. Kadar pati tepung tapioka

Prinsip

Didasarkan pada metoda LUFF SCHOORL (BUSSE, 1956). Hasil hidrolisa karbohidrat dapat menghasilkan monosakarida yang dapat mereduksi larutan LUFF. CuO dalam LUFF direduksikan menjadi Cu_2O yang berwarna merah bata, dan kelebihan CuO ditetapkan secara Iodometri.

Prosedur

Ke dalam erlenmeyer 500 ml dimasukkan 1 gram tepung kerudian ditambahkan 200 ml larutan HCl 3 persen dan batu didih. Erlenmeyer dipasang pada pendingin

tegak dan dihidrolisa selama 3 jam. Larutan kemudian didinginkan dan dinetralkan dengan NaOH 5 N dengan penunjuk kertas lakmus. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 250 ml dan diencerkan hingga tanda tera, kemudian disaring. Ke dalam erlenmeyer yang berisi 25 ml larutan LUFF dan batu didih dimasukkan filtrat, kemudian dididihkan selama 10 menit dibawah pendingin tegak. Larutan kemudian didinginkan dengan cepat dibawah air mengalir, ditambahkan 20 ml larutan KI 20 persen dan dengan perlahan-lahan ditambahkan 25 ml larutan H_2SO_4 25 persen. Larutan kemudian dititrasi dengan larutan $Na_2S_2O_3$ 0.1 N dengan indikator larutan kanji 10 persen

Dilakukan juga penetapan blanko dengan menggunakan 25 ml air suling dan 25 ml larutan LUFF.

Perhitungan

Kadar pati dihitung dengan menggunakan daftar LUFF dan rumus berikut.

$$\text{Kadar pati} = \frac{0.9 \times a \times p \times 100 \text{ persen}}{100 \times \text{gram contoh}}$$

a = mg glukosa yang setara dengan selisih ml $Na_2S_2O_3$

0.1 N yang dibutuhkan untuk menitrasi blanko dan contoh bahan yang dianalisa (diperoleh dari daftar LUFF).

p = faktor pengenceran



c. Kadar protein tepung tapioka

Prinsip

Didasarkan pada metoda KJELDAHL. Zat organik yang dianalisa didestruksikan oleh asam sulfat pekat sehingga terbentuk amonium sulfat. Amoniak dibebaskan dengan natrium klorida dan ditangkap oleh suatu asam berlebih. Kelebihan asam dititar kembali dengan basa

Prosedur

Contoh sebanyak 0.5 - 1 gram didestruksi dengan mempergunakan 2.5 ml H_2SO_4 pekat dan katalisator $CuSO_4$ dan Na_2SO_4 . Destruksi dilakukan selama 30 menit sampai warna cairan menjadi hijau jernih. Destilasi dilakukan setelah ke dalam cairan ditambahkan 35 ml air suling dan 10 ml NaOH 50 persen. Sebagai penampung dipergunakan 25 ml HCl 0.02 N dan 2 - 3 tetes indikator campuran metil biru dan metil merah. Hasil destilasi dititrasi dengan larutan NaOH 0.02 N. Prosedur penetapan blanko ditentukan seperti di atas tanpa menggunakan contoh bahan yang dianalisa.

Perhitungan

$$\text{Kadar protein} = \frac{a \times N \times 14 \times 6.25 \times 100 \text{ persen}}{\text{mg contoh}}$$

a = selisih ml NaOH yang dibutuhkan untuk menitrasi blanko dan contoh.

N = normalitas larutan NaOH.



d. Kadar serat kasar tepung tapioka

Prinsip

Didasarkan pada pemisahan serat kasar dari polisakarida dengan cara hidrolisa, dimana serat kasar atau selulosa tidak dapat dihidrolisa dengan asam maupun basa pada konsentrasi tertentu (JACOBS, 1958).

Prosedur

Contoh sebanyak 3 gram didestruksi dalam 200 ml H_2SO_4 1.25 persen selama 30 menit dalam erlenmeyer 500 ml dengan menggunakan api kecil. Panas api diatur sehingga busa yang terbentuk tidak ada atau sedikit, kemudian disaring.

Filtrat dibuang dan endapan dicuci dengan air panas 25 ml. Endapan dipindahkan ke dalam erlenmeyer semula dan didestruksi dalam 200 ml $NaOH$ 1.25 persen selama 30 menit. Sementara itu dilakukan pengeringan kertas saring ashless dalam oven bersuhu $105^{\circ}C$ selama 1 jam. Setelah itu kertas saring ditimbang.

Hasil destruksi disaring panas dengan mempergunakan kertas saring yang telah dikeringkan dan dibilas dengan air panas dan alkohol 96 persen, kertas dan isinya dipindahkan ke dalam cawan porselin. Cawan porselin dimasukkan ke dalam oven bersuhu $105^{\circ}C$ dan dikeringkan sampai berat cawan dan isinya tetap, kemudian ditimbang.

Selanjutnya cawan diabukan pada suhu 600°C selama 2 jam, didinginkan di dalam eksikator dan ditimbang.

Perhitungan

$$\text{Kadar serat kasar} = \frac{a - b - c}{d} \times 100 \text{ persen}$$

a = berat cawan dan isinya setelah dipanaskan dalam oven

b = berat cawan dan isinya setelah diabukan

c = berat kertas saring kering ditambah faktor koreksi berat abu kertas saring ashless.

d = berat contoh mula-mula.

e. Kadar abu tepung tapioka

Prinsip

Didasarkan pada sifat kandungan bahan anorganik yang masih tertinggal, setelah proses pemanasan dan pengabuan bahan dengan suhu tinggi (A.O.A.C, 1960).

Prosedur

Contoh sebanyak 2 gram tepung diabukan dalam tanur bersuhu 600°C selama 2 jam.

Perhitungan

$$\text{Kadar abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat contoh}} \times 100 \text{ persen}$$



f. Kadar air tepung tapioka

Prinsip

Didasarkan pada proses penguapan sebagian air bahan melalui pemanasan secara langsung pada suhu di atas titik didih air (Direct heating method menurut JACOBS, 1958).

Prosedur

Contoh sebanyak 2 gram dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C sampai beratnya tetap.

Perhitungan

$$\text{Kadar air} = \frac{a - b}{c} \times 100 \text{ persen}$$

a = berat wadah dan contoh mula-mula.

b = berat wadah dan contoh setelah dikeringkan

c = berat contoh bahan yang dianalisa.

g. Penetapan Ekwivalen Dekstrosa

Prinsip

Berdasarkan reaksi reduksi aldosa terhadap beberapa garam anorganik. Merupakan modifikasi metoda LANE dan LYNON dengan dasar bahwa gula-gula dalam contoh dapat mereduksi CuSC_4 dalam alkali tartrat (DE WEALEBY, 1954).

Prosedur

Pereaksi berupa larutan Fehling yang terdiri dari 34.54 gram kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ cp. dalam air su - ling dan larutan ditetapakan sampai 500 ml dalam labu

ukur. Larutan kedua berupa 173 gram kalium natrium tartrat $4 \text{ H}_2\text{O}$ dan 50 gram NaOH cp. dalam air suling. Isinya ditepatkan menjadi 500 ml kemudian dicampur - kan larutan kedua ke dalam larutan pertama dan di - biarkan selama satu malam pada suhu kamar dan disa - ring.

Standardisasi dilakukan dengan cara mengering - kan sejumlah dekstrosa murni dalam oven vakum selama 2 jam pada suhu $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Bahan standar dilarutkan . sebanyak 5.00 gram dalam air suling, isinya ditepat - kan sampai 500 ml dan dikocok.

Kemudian dipipet 25 ml larutan FEHLING ke dalam erlenmeyer 300 ml, dididihkan dan dititrasi dengan larutan dekstrosa standar seperti prosedur di bawah.

Larutan FEHLING diatur dengan cara mengencerkan atau menambah $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ sehingga titrasi membutuh - kan 12.02 ml larutan dekstrosa.

Contoh sirop sebanyak 15 gram dimasukkan ke da - lam labu ukur 500 ml, ditambahkan air suling sehing - ga isi larutan tepat 500 ml dan dikocok. Dipipet 25 ml larutan FEHLING ke dalam erlenmeyer dan didih - kan. Contoh dimasukkan ke dalam buret sebagai tit - ran. Pendidihan larutan FEHLING selama 2 menit, ke - mudian dengan cepat dititrasi sampai warna biru la - rutan berkurang. Ditambahkan indikator biru metil dan titrasi dilanjutkan sampai warna biru larutan hilang. Selama pengerjaan dihindarkan adanya oksidasi.



dasi dengan udara. Pengamatan terhadap warna larutan harus dipisahkan dari endapan Cu_2O yang terbentuk.

Perhitungan

$$\text{Kadar gula pereduksi} = \frac{500 \times 0.1202 \times 100 \text{ persen}}{\text{ml titran} \times \text{gram contoh}}$$

$$\text{Ekwivalen Dekstrosa (mD)} = \frac{a}{b} \times 100 \text{ persen}$$

a = kadar gula pereduksi

b = bahan kering.

- h. Pengukuran warna dan kejernihan sirup glukosa

Prinsip

Didasarkan pada metoda spektrofotometri menurut ICUMSA (DE WHALLEY, 1964), yaitu menggunakan spektrofotometer sebagai sumber sinar monokromatis.

Menurut hukum LAMBERT-BEER jumlah sinar yang diserap oleh suatu larutan berbanding lurus dengan konsentrasi larutan. Warna dan kejernihan diukur sebagai perbandingan jumlah sinar yang diserap melalui standar dan contoh pada panjang gelombang tertentu.

Prosedur

Penyiapan larutan contoh dilakukan pada suhu 60°F (15.55°C). Larutan diencerkan sehingga kekentalannya menjadi 17.5°Be (faktor pengenceran = 3). Bila larutan terlalu pekat dapat diencerkan kembali, yaitu untuk setiap 10 ml menjadi 100 ml larutan, faktor pengencerannya menjadi 30 dan seterusnya dapat dilakukan dengan cara yang sama.



Ke dalam sebuah kufet spektrofotometer dimasukkan air suling sebagai standar dan kufet lainnya diisi dengan contoh sirop glukosa yang akan diuji.

Kufet standar dimasukkan ke tempat pengukuran pada alat spektrofotometer. Panjang gelombang diatur pada 450 m μ , jarum ditepatkan pada transmisi 100 persen. Kufet standar diganti dengan contoh kemudian dibaca persen transmisi yang dihasilkannya. Prosedur di atas diulangi pada panjang gelombang 550 m μ dan 600 m μ .

Perhitungan

$$\text{Warna larutan} = \frac{(\log \% T \text{ 600 m}\mu - \log \% T \text{ 450 m}\mu)}{\text{tebal sel (cm)}} \times \text{FP}$$

$$\text{Kejernihan} = - \log \frac{(2 - \log \% T \text{ 550 m}\mu)}{\text{tebal sel (cm)}} \times \text{FP}$$

T = transmisi

FP = faktor pengenceran

i. Indeks bias

Prinsip

Didasarkan pada besarnya pembiasan cahaya yang dilewatkan pada suatu medium transparan. Menurut hukum SNEELLIUS besarnya pembiasan cahaya ditentukan oleh perbandingan tingkat kerapatan udara pada media yang dilalui cahaya tersebut.

Prosedur

Contoh sebanyak 1 - 2 tetes diletakkan di atas kotak contoh, dan ditutup kembali dengan rapat. Dengan mengatur daerah batas gelap dan terang dari cahaya yang masuk, nilai indeks bias larutan dibaca pada skala refraktometer.

j. Kadar abu sirop glukosa

Prinsip

Hasil hidrolisa pati mengandung garam-garam anorganik terutama garam klorida dan sulfat. Untuk memperoleh abu yang seragam sirop glukosa didestruksi dengan asam sulfat dan pemanasan. Abu yang tertinggal setelah pengabuan dihitung sebagai abu sulfat (DE WHALLEY, 1964).

Prosedur

Contoh sebanyak 5 gram ditambahkan 5 ml H_2SO_4 (1 : 3) dan dihangatkan untuk memperoleh campuran yang homogen. Contoh dipanaskan dengan hati-hati di atas pemanas api, sehingga membentuk karbon. Contoh dibakar selama proses pengarangan. Kemudian dimasukkan ke dalam tanur pengabuan pada suhu $525^{\circ}C$, sampai abu bebas dari karbon. Kemudian didinginkan dalam eksikator dan ditimbang.

Perhitungan

$$\text{Kadar abu (sulfat)} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat contoh}} \times 100 \text{ persen}$$

Kadar abu (klorida) = 0.85 x kadar abu sulfat

k. Penentuan rendemen sirop glukosa

Prinsip

Untuk menetapkan rendemen sirop glukosa dilakukan dengan mengukur kandungan bahan kering dari sirop glukosa. Penetapan dilakukan dengan menggunakan metoda ICUMSA (1964) dan FAO (1969).

Prosedur

Cawan contoh yang berisi pasir laut murni atau tanah diatomae dikeringkan dalam oven vakum 100 °C, selama 5 jam. Kemudian didinginkan dalam eksikator dan ditimbang.

Contoh sirop glukosa sebanyak 8 -- 10 gram dicampurkan hingga merata dengan tanah diatomae yang telah dikeringkan, kemudian dimasukkan ke dalam oven vakum 100 °C selama 5 jam, didinginkan dalam eksikator dan ditimbang. Perlakuan diulang sampai menunjukkan berat yang tetap.

Perhitungan

$$\text{Rendemen} = \frac{P \times G}{T} \times 100 \text{ persen}$$

P = perbandingan berat contoh kering dengan berat mula-mula

G = berat sirop glukosa yang dihasilkan

T = berat contoh tapioka

RANCANGAN PERCOBAAN

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan Percobaan Faktorial dan ulangan dilakukan sebanyak dua kali.

Model rancangan tersebut adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijkl} = U + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + Z_{ijkl}$$

$$i = 1, 2, 3, 4.$$

$$j = 1, 2, 3.$$

$$k = 1, 2, 3.$$

$$l = 1, 2.$$

Y_{ijkl} = respon perlakuan A, B dan C masing-masing pada taraf ke i, j dan k pada ulangan ke l.

U = Nilai tengah.

A_i, B_j, C_k = pengaruh utama perlakuan A, B dan C pada taraf ke i, j dan k.

$(AB)_{ij}, (AC)_{ik}, (BC)_{jk}$ = pengaruh interaksi kombinasi perlakuan A dan B, A dan C, B dan C pada taraf ke i, j dan k.

$(ABC)_{ijk}$ = pengaruh interaksi ketiga perlakuan.

Z_{ijkl} = pengaruh acak.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

PENELITIAN PENDAHULUAN

Penelitian pendahuluan ditujukan untuk mengamati mutu tepung, waktu hidrolisa serta cara pemurnian yang tepat.

Tahap pertama penelitian pendahuluan dilakukan dengan menggunakan tepung tapioka Bogor yang berasal dari perusahaan tapioka SUMBER MAS, dilakukan proses hidrolisa pada konsentrasi suspensi tapioka 18° Be, 20° Be dan 22° Be dengan penambahan asam klorida pada taraf pH 1,5, 2.0 dan 2.5.

Untuk mengamati selang waktu hidrolisa, pengujian titik konversi tepung menjadi gula digunakan larutan iodium dimana reaksi pati terhadap iodium memberikan warna biru, sedangkan reaksi terhadap gula tidak memberikan warna.

Dari hasil pengujian terhadap waktu ternyata bahwa semakin rendah pH larutan semakin cepat proses hidrolisa yang terjadi, sedangkan konsentrasi suspensi tidak menunjukkan adanya pengaruh terhadap waktu hidrolisa. Waktu minimum yang dibutuhkan untuk proses hidrolisa pada pH 1.5 dengan tekanan antara 15 - 18 psi, adalah 90 menit, sedangkan untuk proses hidrolisa pada pH 2.5 dibutuhkan waktu 150 menit (tabel 14).

Tabel 14. Waktu yang dibutuhkan untuk hidrolisa pati pada berbagai konsentrasi dan pH.

Konsentrasi waktu (menit)	pH	18° Be			20° Be			22° Be		
		1.5	2.0	2.5	1.5	2.0	2.5	1.5	2.0	2.5
0		-	-	-	-	-	-	-	-	-
30		-	-	-	-	-	-	-	-	-
60		-	-	-	-	-	-	-	-	-
90		+	-	-	+	-	-	+	-	-
120		+	+	-	+	+	-	+	+	-
150		+	+	+	+	+	+	+	+	+
180		+	+	+	+	+	+	+	+	+

Keterangan

- = reaksi dengan iodium berwarna biru
- + = reaksi dengan iodium tidak berwarna

Pengaruh pH suspensi terhadap kecepatan hidrolisa telah dibuktikan oleh STOUT dan RYBERG (1939), pada penelitian hidrolisa ubi jalar dengan katalis asam klorida dimana penambahan asam pada tekanan dan suhu yang sama dapat mempercepat proses hidrolisa.

Penelitian tahap kedua adalah penentuan tingkat pH larutan hasil netralisasi serta pengaruhnya terhadap hasil pemucatan (bleaching). Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa tingkat pH netralisasi berpengaruh pada kerja arang aktif selama proses pemucatan berlangsung.

Semakin tinggi pH netralisasi maka warna sirop glukosa dalam satuan ICUMSA semakin tinggi, dan warna sirop terlihat semakin berubah ke warna kuning, sedangkan bila pH netralisasi terlalu rendah maka daya tahan dan warna larutan semakin kurang sempurna.

Tabel 15. Hubungan pH netralisasi dengan warna sirop glukosa yang telah dipucatkan.

pH netralisasi	Warna sirop (ICUMSA unit)		
	ulangan I	ulangan II	rata-rata
3.0	0.0124	0.0148	0.0136
3.5	0.0075	0.0065	0.0070
4.0	0.0048	0.0050	0.0049
4.5	0.0050	0.0065	0.0058
5.0	0.0084	0.0076	0.0080
5.5	0.0206	0.0357	0.0289
6.0	0.0927	0.1044	0.1086

Dari tabel 15, diperoleh kesimpulan bahwa pH netralisasi terbaik dicapai antara pH 4.5 dan pH 5.0 dengan nilai warna sirop glukosa diperoleh antara 0.0049 dan 0.0058.

Analisa mutu tepung tapioka ditujukan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi mutu tepung serta hasil hidrolisanya, meliputi penetapan kadar air, kadar pati, kadar protein, serat kasar, kadar abu dan kehalusan tepung.

Tabel 16. Hasil penetapan mutu tepung tapioka.

Jenis tepung	Kadar (persen)					Kehalusan (%)
	air	pati	serat kasar	abu	protein	
Bogor	13.41	83.36	0.50	0.13	1.15	84.44
Sukabumi	11.76	85.29	0.25	0.06	0.94	91.80
Ciamis	14.12	81.11	0.43	0.04	0.99	89.11
Thailand	10.78	85.34	0.30	0.02	0.82	96.24

Dari hasil penetapan mutu tepung tapioka, kadar pati terbesar diperoleh dari tepung impor, sedangkan untuk tepung lokal tepung asal Sukabumi mempunyai kadar pati yang lebih tinggi dari pada tepung lainnya. Keragaman kadar pati dalam tepung tapioka akan banyak berpengaruh terhadap kadar glukosa yang dapat dikonversikan dari pati menjadi gula.

Kadar protein tepung tapioka menunjukkan perbedaan yang besar. Untuk tepung lokal rata-rata menunjukkan kadar yang tinggi dibandingkan dengan tepung impor. Kadar protein yang tinggi dapat menghambat proses hidrolisa di samping dapat menimbulkan rasa yang pahit (SOMAAATMADJA, 1971).

Kadar serat kasar yang diperoleh ternyata untuk tepung tapioka yang berasal dari kabupaten Sukabumi mempunyai kadar serat kasar terendah, sedangkan tepung-tepung Thailand, Ciamis dan Bogor berturut-turut mempunyai kandungan serat kasar yang lebih tinggi. Serat kasar yang

terkandung dalam tepung tapioka merupakan komponen yang tidak terhidrolisa pada proses hidrolisa pati menjadi gula.

Kadar abu dari beberapa tepung tapioka yaitu tepung Thailand, Cianis dan Sukabumi tidak menunjukkan perbedaan yang jauh, tetapi tepung tapioka yang berasal dari kabupaten Bogor mempunyai kandungan abu yang tinggi. Kadar abu tepung tapioka dapat berpengaruh terhadap kadar abu sirup glukosa yang dihasilkan. Kadar abu maksimum dalam tepung tapioka adalah 0.2 persen (BRAUTLECHT, 1953).

Dari hasil pengujian kehalusan tepung tapioka diperoleh kesimpulan, bahwa derajat kehalusan tepung impor Thailand mempunyai derajat kehalusan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tepung lokal. Derajat kehalusan tertinggi untuk tepung lokal diperoleh dari tepung Sukabumi dan Cianis, serta memenuhi persyaratan mutu yang ditetapkan, sedangkan tepung tapioka asal kabupaten Bogor dengan derajat kehalusan 84.44 persen tidak memenuhi persyaratan mutu perdagangan.

Dari hasil penetapan terhadap mutu tepung tapioka dapat disimpulkan urutan mutu tepung, berurut-turut tepung Thailand, Sukabumi, Cianis dan Bogor.

B. PENELITIAN LANJUTAN

Pada penelitian lanjutan digunakan 4 macam tepung tapioka sebagai bahan baku, masing-masing tepung tapioka yang berasal dari Kabupaten Bogor (A_1), Sukabumi (A_2), Ciamis (A_3) dan Thailand (A_4) dengan konsentrasi larutan terdiri dari 3 taraf yaitu 18° Be (B_1), 20° Be (B_2) dan 22° Be (B_3) pada pH 1.5 (C_1), 2.0 (C_2) dan 2.5 (C_3).

Data yang diamati adalah rendemen, ekivalen dekstrosa, serta sifat fisiko kimia sirop glukosa yaitu indeks bias, warna, kejernihan dan kadar abu.

1. Rendemen

Dari hasil analisa sidik ragan sirop glukosa ternyata jenis tepung, konsentrasi dan pH suspensi pati masing-masing berpengaruh sangat nyata. Sedangkan interaksi antara ketiga faktor tersebut tidak berpengaruh nyata (lampiran 3).

Dari uji BNJ rendemen sirop glukosa ternyata tepung tapioka yang berasal dari kabupaten Ciamis dengan tepung tapioka kabupaten Bogor, Sukabumi dan tepung impor Thailand menunjukkan perbedaan yang sangat nyata, sedangkan antara tepung impor Thailand dengan tepung-tepung lokal tidak berpengaruh nyata (lampiran 4). Rendemen rata-rata dengan menggunakan tepung tapioka asal kabupaten Ciamis menunjukkan nilai rata-rata terkecil, sedangkan antara ketiga jenis tepung lainnya tidak berbeda besar. Dari analisa mutu tepung diperoleh bahwa kadar pati tepung tapioka kabupaten Ciamis sebesar 81.11 persen,

merupakan kadar pati terendah bila dibandingkan dengan ketiga jenis tepung lainnya. Selain itu dapat ditunjukkan bahwa kadar protein dan serat kasar tepung tapioka kabupaten Ciamis mempunyai kadar yang tinggi.

Kadar pati yang tinggi mempengaruhi rendemen sirop glukosa yang dihasilkan, semakin tinggi kadar pati maka komponen heksosa dalam polimer pati semakin tinggi, sehingga gugusan glukosa yang dapat dipisahkan oleh katalis asam dan air semakin besar. Serat kasar merupakan suatu komponen yang sukar diuraikan menjadi komponen sederhana dengan cara hidrolisa asam, sehingga semakin tinggi kandungan serat kasar dalam bahan maka sirop glukosa yang dihasilkan akan semakin rendah.

Pada proses hidrolisa, gel pati yang halus dapat dihidrolisa lebih cepat dari pada pati kasar (ANONYMOUS, 1964). Derajat kehalusan pati berhubungan erat dengan proses pengolahan dan pemurnian tepung. Semakin rendah persen kehalusan tepung maka rendemen yang dihasilkan akan semakin rendah pula.

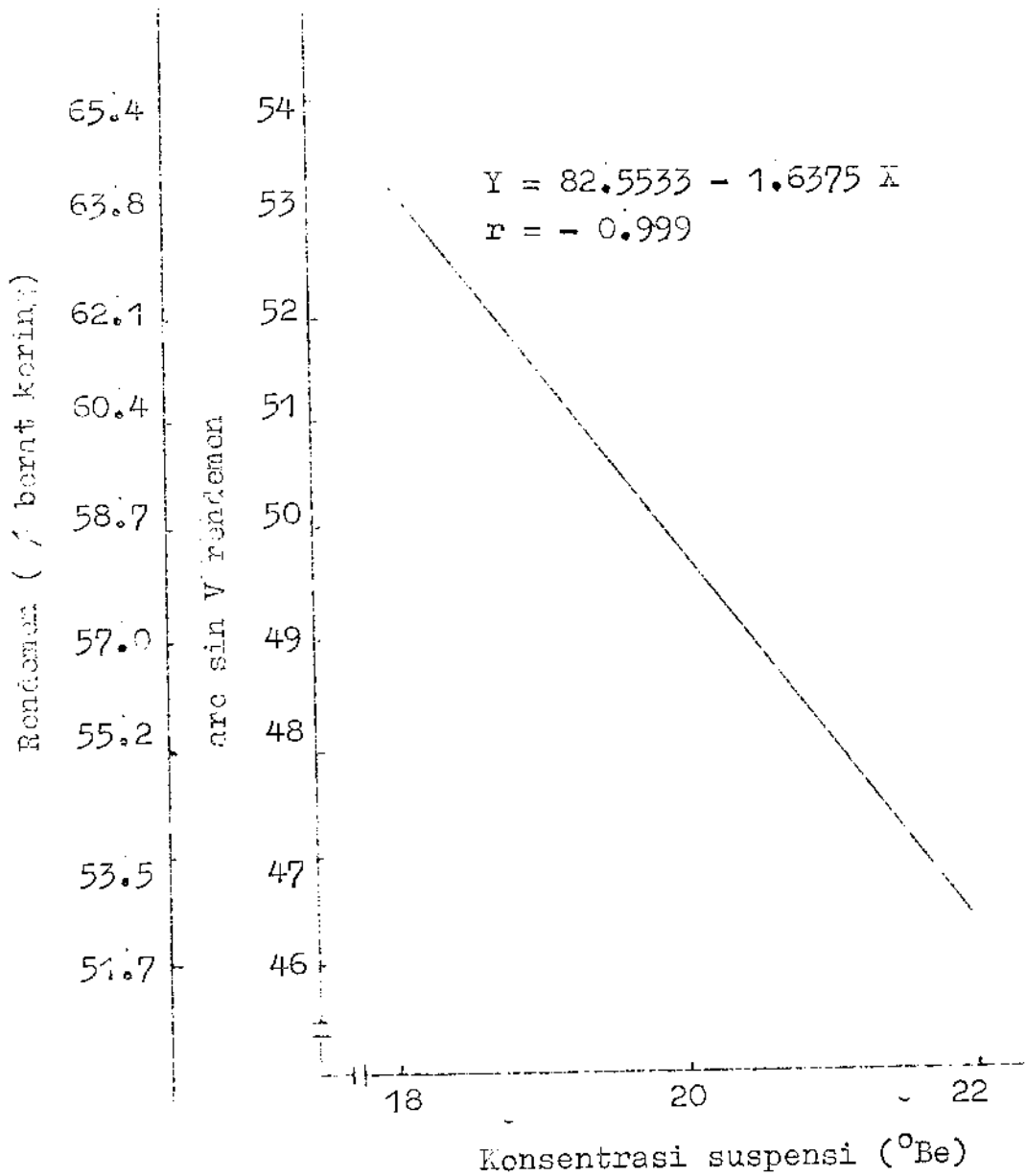
Dari hasil pengujian di atas ternyata bahwa dari keseluruhan faktor penentu terhadap hasil, pengaruh yang terjadi merupakan gabungan dari faktor-faktor penentu. Setiap faktor tidak dapat terpengaruh secara terpisah.

Dari gambar 3, terlihat bahwa pengaruh konsentrasi suspensi pati menunjukkan suatu hubungan yang linier, semakin tinggi konsentrasi larutan, rendemen yang dihasilkan semakin rendah. Pada suhu gelatinisasi ikatan

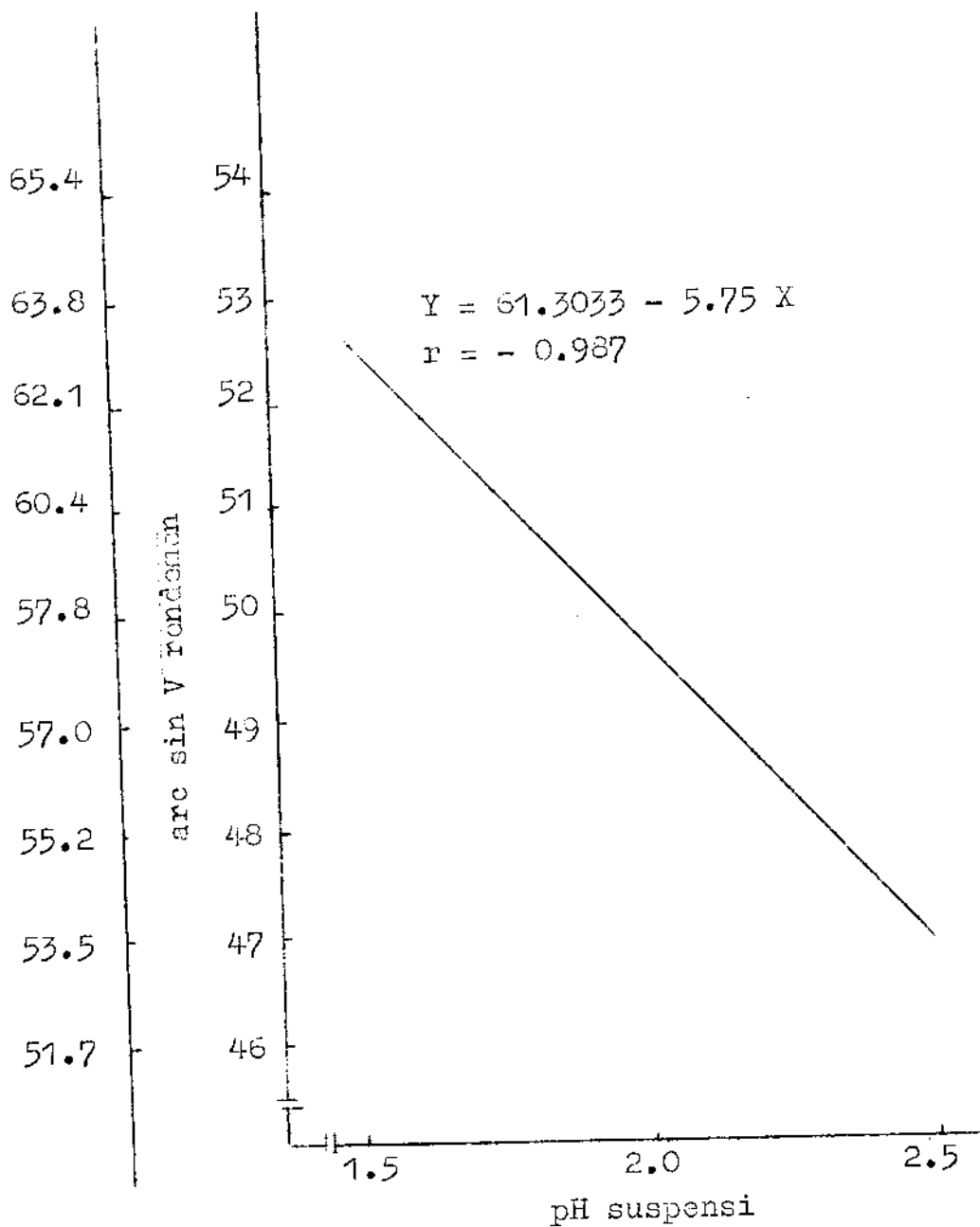
hidrogen pada polimer sakarida bersifat lebih lemah, sehingga pemutusan ikatan hidrogen dari rantai polisakarida mudah terjadi (ANONYMOUS, 1964). Pada konsentrasi suspensi pati yang tinggi, air tidak dapat berpenetrasi ke dalam molekul pati secara sempurna, sehingga kesempurnaan air sebagai media untuk melemahkan ikatan hidrogen pada polimer sakarida menjadi lebih rendah. Hal ini mengakibatkan jumlah fraksi glukosa, maltosa dan dekstrin yang terbentuk lebih rendah. Hal ini mengakibatkan jumlah fraksi glukosa, maltosa dan dekstrin yang terbentuk lebih rendah (IDA BAGUS AGRA dkk, 1969).

Dari gambar 4, dapat dilihat bahwa semakin besar nilai pH suspensi atau semakin rendah jumlah asam yang diberikan mengakibatkan semakin rendahnya rendemen sirup yang dihasilkan. Asam klorida berfungsi sebagai katalis dalam pemecahan rantai heksosa dari polimer pati. Aktifitas suatu katalis banyak dipengaruhi oleh konsentrasi katalis dan substratnya, semakin tinggi jumlah katalis yang diberikan pada konsentrasi yang sama, maka proses kerja katalis semakin tinggi. Keadaan tersebut sesuai dengan penelitian STOUT dan RYBERG (1939) yang membuktikan bahwa penambahan asam pada perlakuan hidrolisa dengan konsentrasi yang tetap dapat mempercepat proses perubahan pati menjadi gula.

Bila dalam selang waktu hidrolisa dengan konsentrasi yang sama diberi perlakuan berupa pengurangan jumlah asam sebagai katalis, maka rendemen sirup glukosa yang dihasilkan akan menjadi rendah.



Gambar 3. Grafik hubungan antara konsentrasi suspensi pati dengan rendemen sirop glukosa yang dihasilkan.



Gambar 4. Grafik hubungan antara pH suspensi tapioka dengan rendemen sirop glukosa yang dihasilkan.

2. Ekwivalen Dekstrosa

Dari hasil analisa sidik ragan Ekwivalen Dekstrosa sirop glukosa ternyata bahwa jenis tepung, konsentrasi dan pH suspensi tapioka masing-masing berpengaruh sangat nyata. Interaksi antara jenis tepung dan konsentrasi suspensi, jenis tepung dan pH suspensi, konsentrasi dan pH suspensi serta interaksi antara jenis tepung, konsentrasi suspensi dan pH suspensi menunjukkan pengaruh yang sangat nyata (lampiran 5).

Dari uji perlakuan pada lampiran 4, ternyata bahwa antara tepung tapioka Bogor dengan tepung Sukabumi, Cianis dan Thailand menunjukkan perbedaan yang sangat nyata, sedangkan jenis tepung tapioka Sukabumi dan Cianis tidak berbeda nyata. Perbedaan ini dipengaruhi oleh faktor-faktor penentu mutu tepung seperti kadar pati, kadar protein dan kehalusan tepung.

Kadar pati yang tinggi dan kandungan protein yang rendah berpengaruh terhadap derajat konversi pati menjadi gula, semakin tinggi kadar pati dalam bahan maka semakin tinggi pula jumlah glukosa yang dapat dibentuk. Hal ini berarti derajat ED yang dicapai semakin tinggi.

Ukuran butir pati berpengaruh terhadap kecepatan hidrolisa. Semakin tinggi derajat kehalusan tepung semakin cepat pula proses penetrasi air, sehingga titik gelatinisasi yang dicapai semakin cepat. Hal ini menyebabkan selang waktu pemutusan ikatan polisakarida oleh adanya air dan asam semakin besar, sehingga nilai ED

larutan sirop glukosa yang terbentuk semakin besar.

Dari uji perlakuan pada lampiran 6, ternyata antara konsentrasi suspensi pati 18° Be dengan 20° Be dan 22° Be masing-masing berpengaruh sangat nyata. Semakin tinggi konsentrasi pati yang diberikan semakin rendah derajat ED larutan yang dicapai. Hal ini berarti bahwa jumlah air yang ditambahkan berpengaruh terhadap ED yang di pai. Jumlah air yang tinggi memudahkan proses penetrasi sehingga menghasilkan media yang lebih luas bagi pemecahan ikatan rantai polisakarida, disamping terjadinya penurunan suhu gelatinisasi.

MEYER (1970), berpendapat bahwa suhu gelatinisasi tepung dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis tepung, pH, lamanya pemanasan dan besarnya butiran pati, semakin halus butir pati maka suhu gelatinisasi semakin rendah. Ikatan hidrogen dari amilosa dan amilopektin pada suhu gelatinisasi mengalami penurunan daya ikat sehingga memudahkan aktifitas pemutusan ikatan polisakarida menjadi gugusan yang lebih sederhana seperti maltosa dan glukosa.

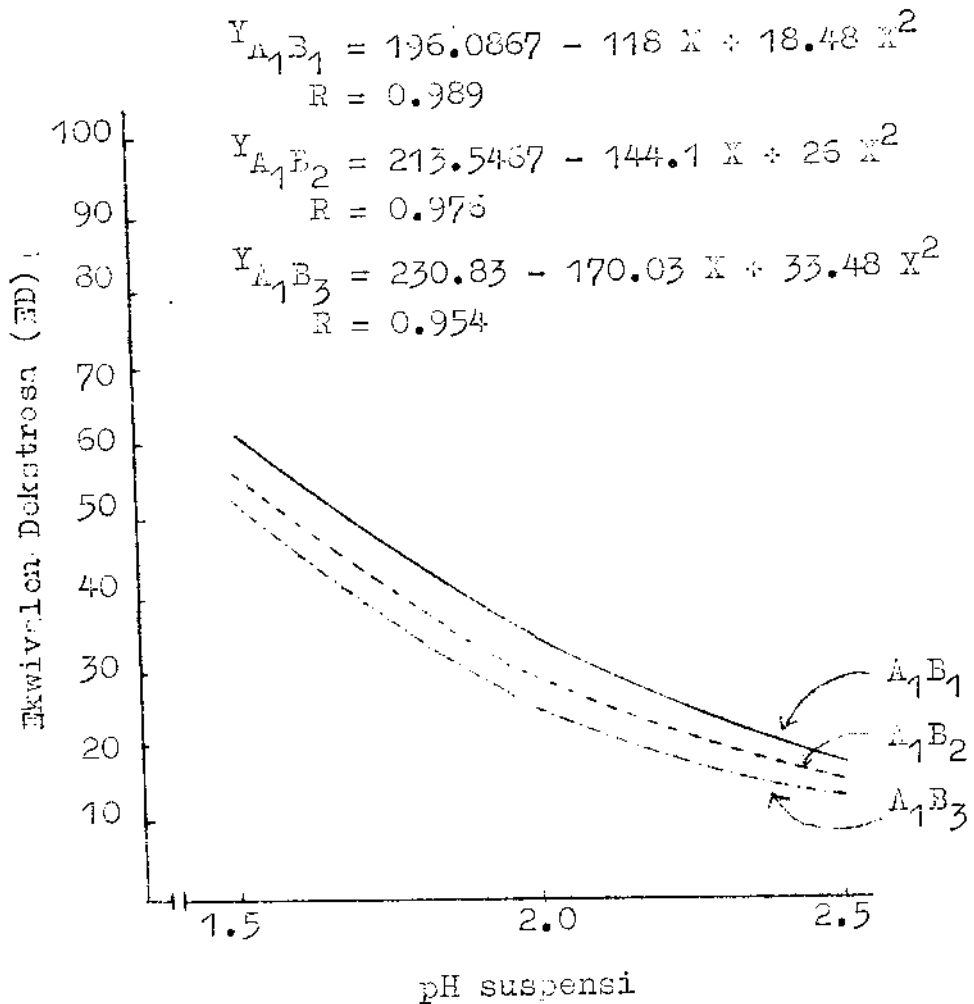
Dari uji perlakuan pada lampiran 4, ternyata bahwa antara pH suspensi pati 1.5, pH 2.0 dan pH 2.5 menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Dari nilai rata-rata beda dapat dilihat bahwa peningkatan pH suspensi pati mengakibatkan terjadinya penurunan nilai Ekwivalen Dekstrosa sirop glukosa yang dihasilkan.

Menurut MEYER (1970), pada pH suspensi pati yang mendekati pH netral, jumlah asam yang terkandung relatif rendah sehingga ikatan hidrogen yang membentuk polisakarida lebih kuat apabila dibandingkan dengan suspensi pati yang mengandung jumlah asam lebih tinggi, akibatnya proses pemutusan rantai heksosa dari ikatan polisakarida menjadi lebih sukar.

Dari gambar 5, 6, 7 dan 8 ternyata bahwa semakin tinggi pH dan konsentrasi suspensi tapioka maka nilai ekuivalen dekstrosa sirup glukosa yang dihasilkan semakin rendah. Sifat penurunan ini berlaku untuk setiap jenis tepung tapioka baik tepung lokal maupun tepung impor.

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa untuk setiap jenis tepung tapioka nilai ekuivalen dekstrosa tertinggi dicapai pada perlakuan dengan konsentrasi suspensi pati 18^o Be dan pH 1,5. Hal ini sesuai dengan prosedur pembuatan sirup jagung secara komersial yang diajukan oleh Mac ALLISTER (1975), yaitu dengan pemberian asam klorida sehingga mencapai pH lebih kurang 1.5 dan konsentrasi pati berkisar antara 40 - 45 persen.

Menurut KIRK dan OTHER (1949), suspensi pati untuk sirup glukosa dibuat pada konsentrasi 35 - 40 persen tepung dengan konsentrasi asam HCl 0,015 - 0,02 N (pH 1,82 - 1,70) pada suhu 140 - 160^o C selama 15 sampai 20 menit.



Keterangan

- A_1 = tepung tapioka kabupaten Bogor
 B_1 = konsentrasi suspensi tapioka 18 °Be
 B_2 = konsentrasi suspensi tapioka 20 °Be
 B_3 = konsentrasi suspensi tapioka 22 °Be

Gambar 5. Grafik hubungan antara pH suspensi tapioka kabupaten Bogor dengan ekwivalen dekstrosa sirop glukosa yang dihasilkan.

$$Y_{A_2B_1} = 138.9467 - 76.04 X + 13.68 X^2$$

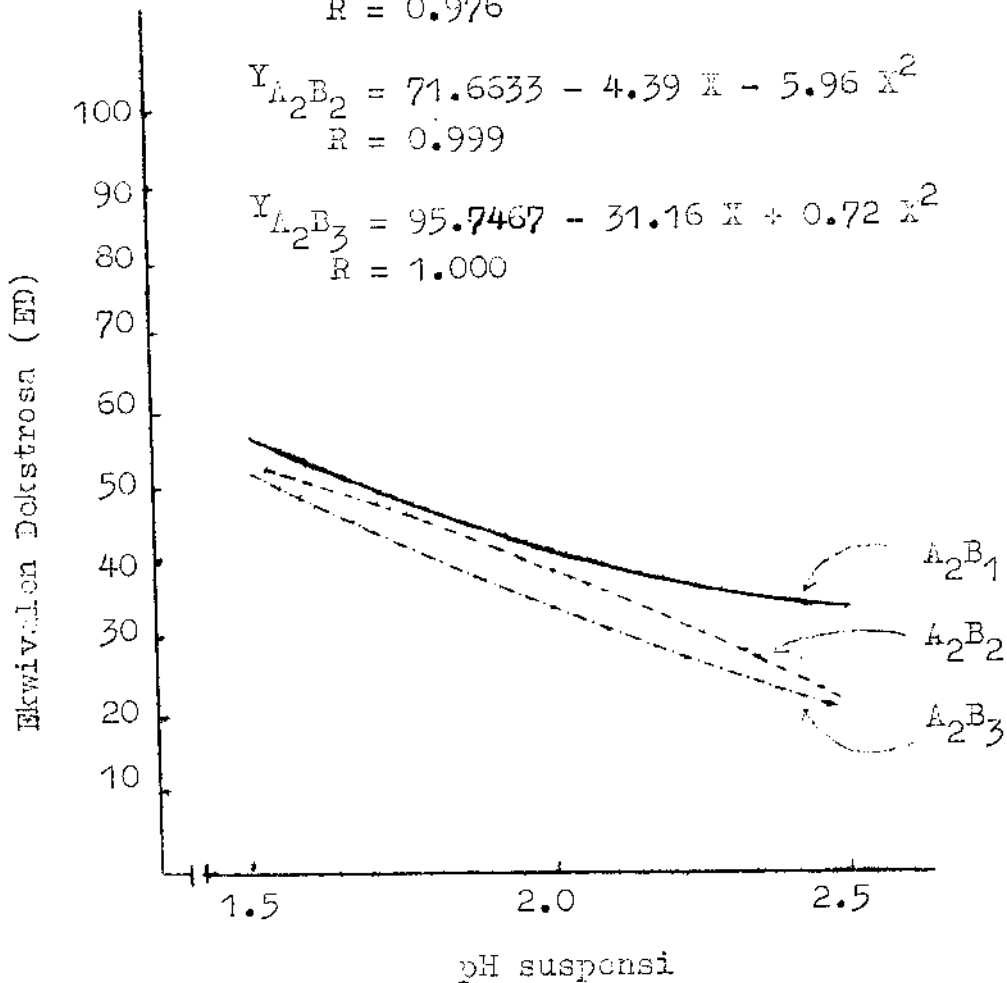
$$R = 0.976$$

$$Y_{A_2B_2} = 71.6633 - 4.39 X - 5.96 X^2$$

$$R = 0.999$$

$$Y_{A_2B_3} = 95.7467 - 31.16 X + 0.72 X^2$$

$$R = 1.000$$



Keterangan

- A_2 = tepung tapioka kabupaten Sukabumi
 B_1 = konsentrasi suspensi tapioka 18 °Be
 B_2 = konsentrasi suspensi tapioka 20 °Be
 B_3 = konsentrasi suspensi tapioka 22 °Be

Gambar 6. Grafik hubungan antara pH suspensi tapioka kabupaten Sukabumi dan ekuivalen dekstrosa sirup glukosa yang dihasilkan.

$$Y_{A_3B_1} = 151.7535 - 77.56 X + 10.24 X^2$$

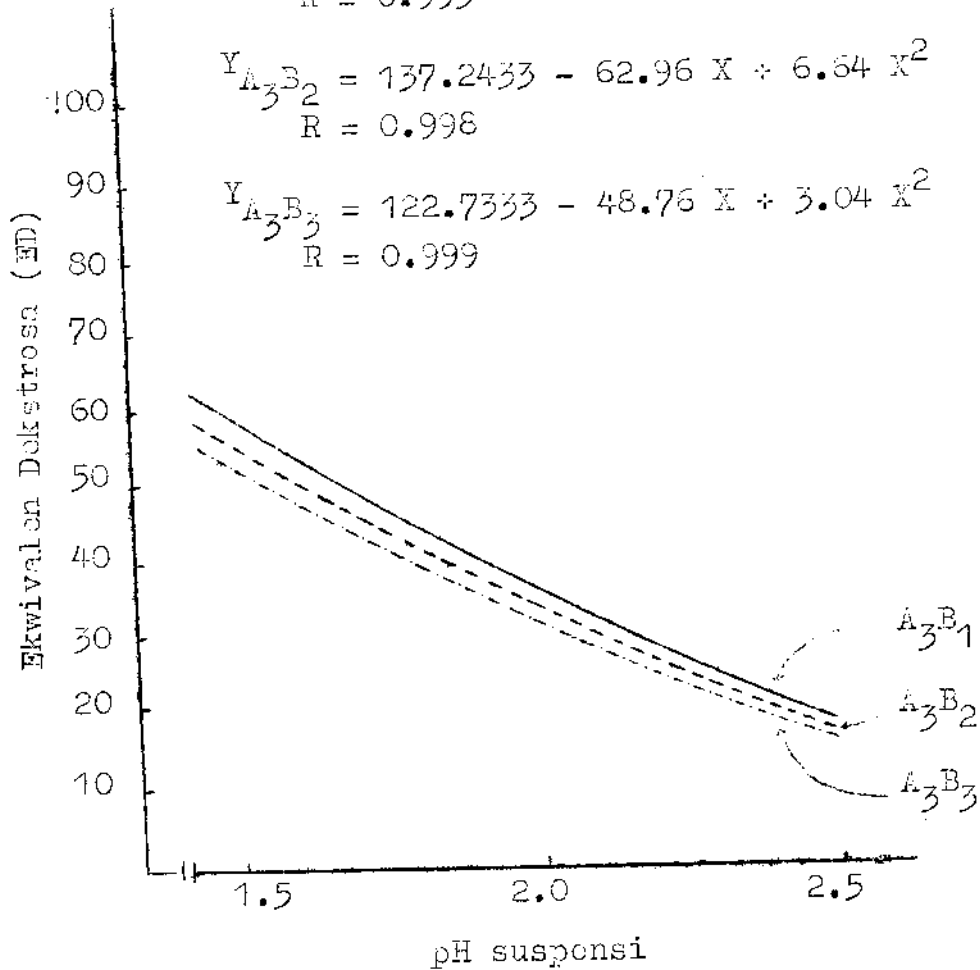
$$R = 0.995$$

$$Y_{A_3B_2} = 137.2433 - 62.96 X + 6.64 X^2$$

$$R = 0.998$$

$$Y_{A_3B_3} = 122.7333 - 48.76 X + 3.04 X^2$$

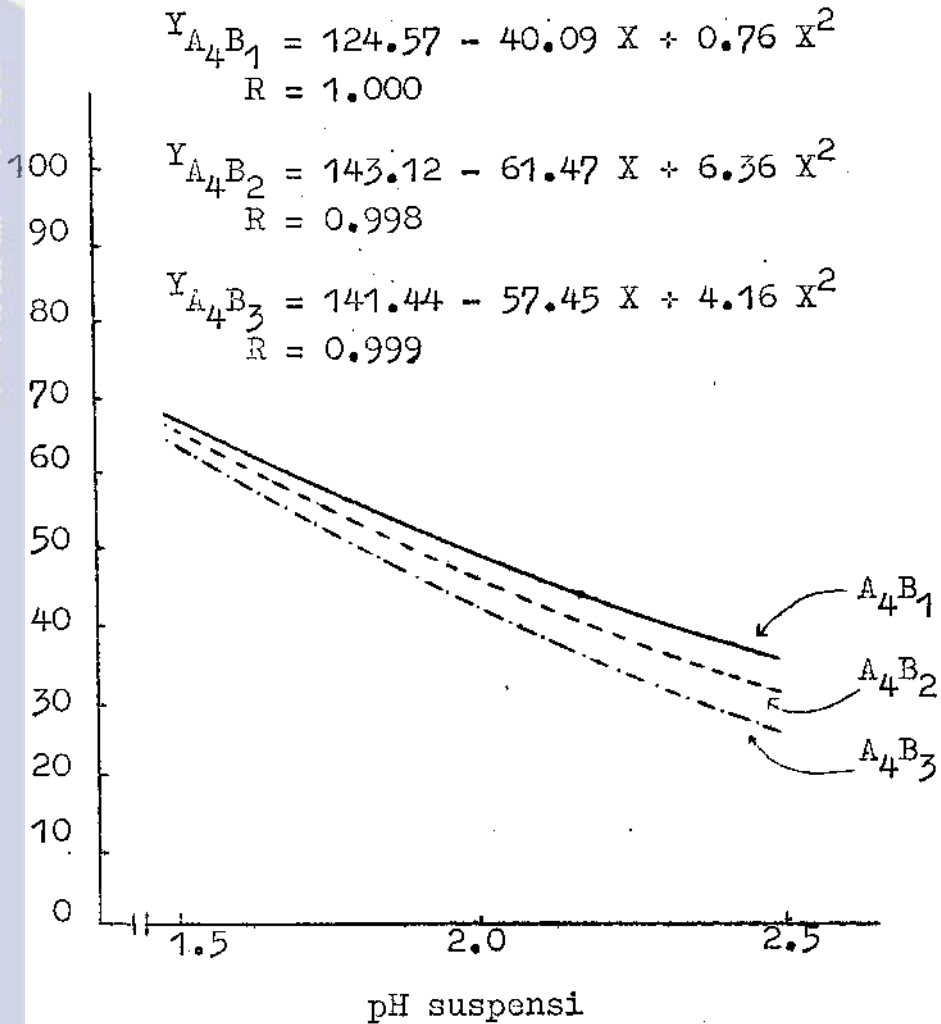
$$R = 0.999$$



Keterangan

- A_3 = tepung tapioka kabupaten Ciomis
 B_1 = konsentrasi suspensi tapioka 18 °Be
 B_2 = konsentrasi suspensi tapioka 20 °Be
 B_3 = konsentrasi suspensi tapioka 22 °Be

Gambar 7. Grafik hubungan antara pH suspensi tapioka kabupaten Ciomis dengan ekuivalen dekstrosa sirup glukosa yang dihasilkan.



Keterangan

- A_4 = tepung tapioka impor (Thailand)
 B_1 = konsentrasi suspensi tapioka 18° Be
 B_2 = konsentrasi suspensi tapioka 20° Be
 B_3 = konsentrasi suspensi tapioka 22° Be

Gambar 8. Grafik hubungan antara pH suspensi tapioka impor (Thailand) dengan ekwivalen dekstrosa sirop glukosa yang dihasilkan.

3. Indeks Bias

Dari hasil analisa sidik ragam Indeks Bias sirop glukosa ternyata bahwa jenis tepung dan konsentrasi suspensi pati berpengaruh sangat nyata, sedangkan pH suspensi pati berpengaruh nyata. Interaksi antara jenis tepung, konsentrasi suspensi dan pH suspensi masing-masing tidak berpengaruh nyata (lampiran 7).

Dari gambar 9 dan 10, dapat ditunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi dan pH suspensi pati, maka Indeks Bias sirop glukosa yang dihasilkan menjadi tinggi.

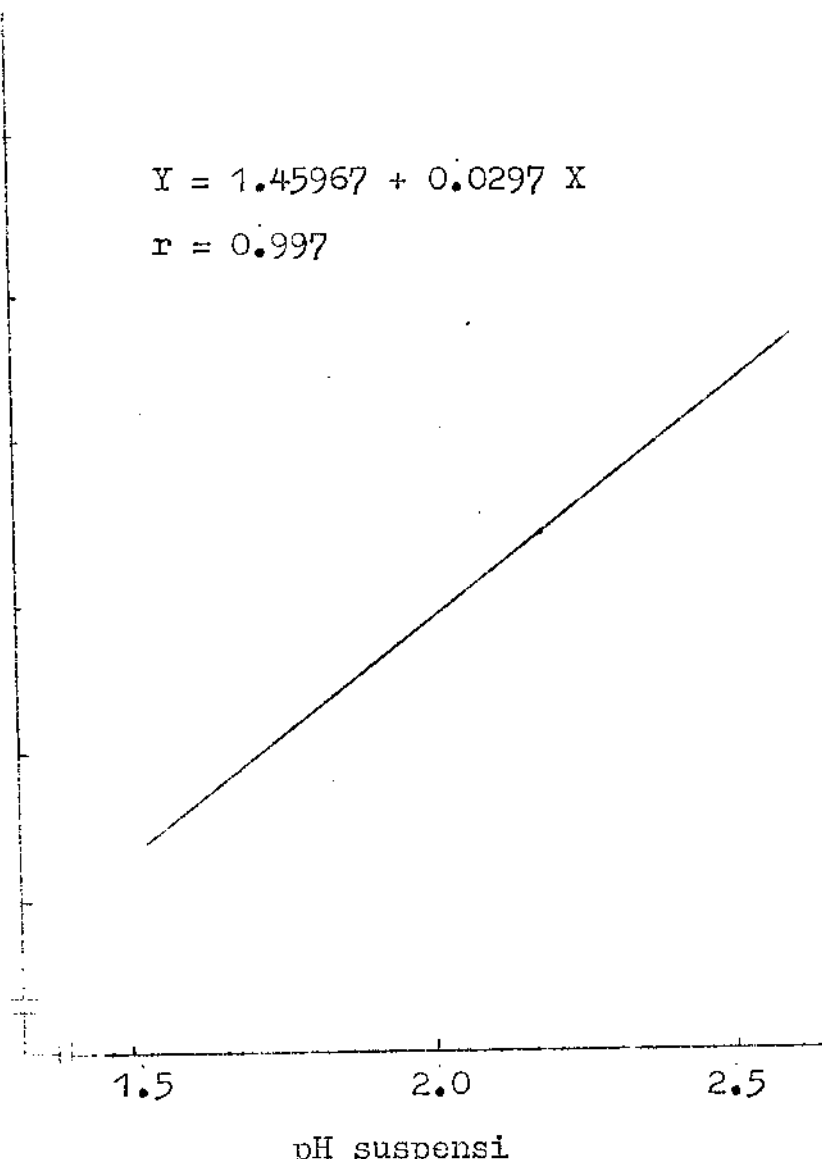
Di dalam teori pembiasan cahaya, bahwa besarnya biasan cahaya dari satu medium ke medium yang lain disebabkan oleh adanya perbedaan kecepatan cahaya yang melewati medium-medium tersebut. Perbedaan kecepatan cahaya tersebut diakibatkan oleh perbedaan tingkat kerapatan medium yang dilalui oleh cahaya, semakin tinggi kerapatan suatu medium maka indeks biasnya semakin besar (SEARS, 1960).

Menurut MEYER (1970), dalam minyak atau lemak besarnya indeks bias berhubungan erat dengan pertambahan berat molekul dan ketidak jenuhan asam lemak;

1.5500
1.5400
1.5300
1.5200
1.5100
1.5000

$$Y = 1.45967 + 0.0297 X$$

$$r = 0.997$$



Gambar 10. Grafik hubungan antara pH suspensi tapioka dengan indeks bias sirop glukosa yang di - hasilkan.

Dekstrin di dalam sirop glukosa mempengaruhi tingkat kerapatan serta kandungan polimer di dalam sirop glukosa. Oleh karena itu sirop glukosa berderajat ED rendah mempunyai indeks bias lebih besar apabila dibandingkan dengan sirop glukosa berderajat ED tinggi.

Dari uji interaksi pada lampiran 8, ternyata bahwa indeks bias sirop glukosa yang dihasilkan dari tepung tapioka asal kabupaten Bogor dengan tepung tapioka asal Sukabumi dan tepung tapioka impor Thailand berbeda sangat nyata. Indeks bias sirop glukosa yang dihasilkan dari tepung tapioka asal kabupaten Sukabumi dengan tepung tapioka kabupaten Ciamis dan tepung tapioka impor Thailand tidak berbeda nyata.

Dari uji perlakuan pengaruh konsentrasi suspensi pati 18° Be dengan 22° Be berbeda nyata, sedangkan antara konsentrasi suspensi pati 20° Be dengan 22° Be tidak berbeda nyata.

Pengaruh perlakuan pada pH suspensi pati 1.5 dengan pH 2.0 dan pH 2.0 dengan pH 2.5, masing-masing tidak berbeda nyata. Sedangkan antara pH suspensi pati 1.5 dengan pH 2.5 berbeda nyata.

4. Warna

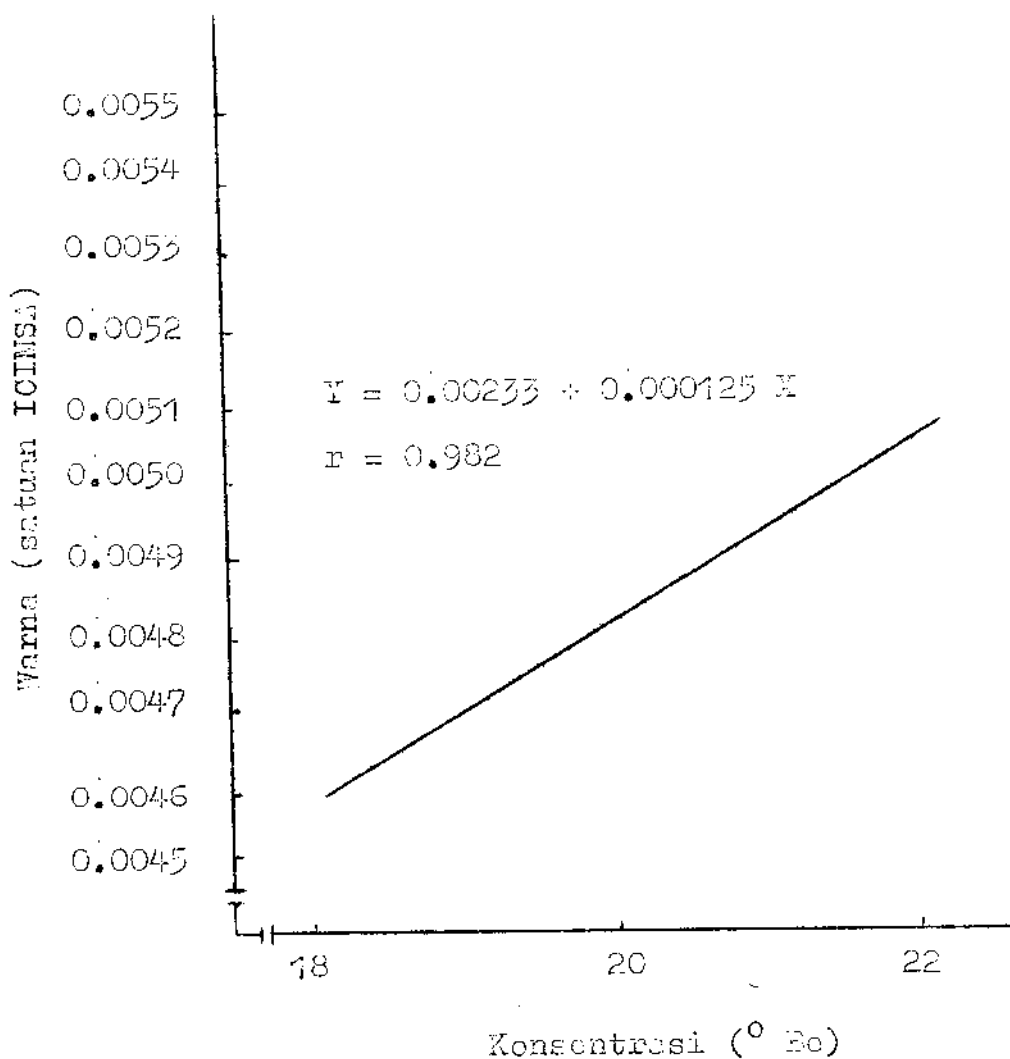
Dari hasil analisa sidik ragam warna sirop glukosa ternyata bahwa jenis tepung, konsentrasi dan pH suspensi tapioka masing-masing berpengaruh sangat nyata. Interaksi antara jenis tepung dan pH suspensi pati juga berpengaruh sangat nyata. Sedangkan interaksi antara

jenis tepung dengan konsentrasi suspensi, konsentrasi dengan pH suspensi serta interaksi antara jenis tepung dengan konsentrasi suspensi tapioka, konsentrasi suspensi tapioka dengan pH, serta interaksi jenis tepung, konsentrasi dan pH suspensi tapioka masing-masing tidak berpengaruh nyata (lampiran 7).

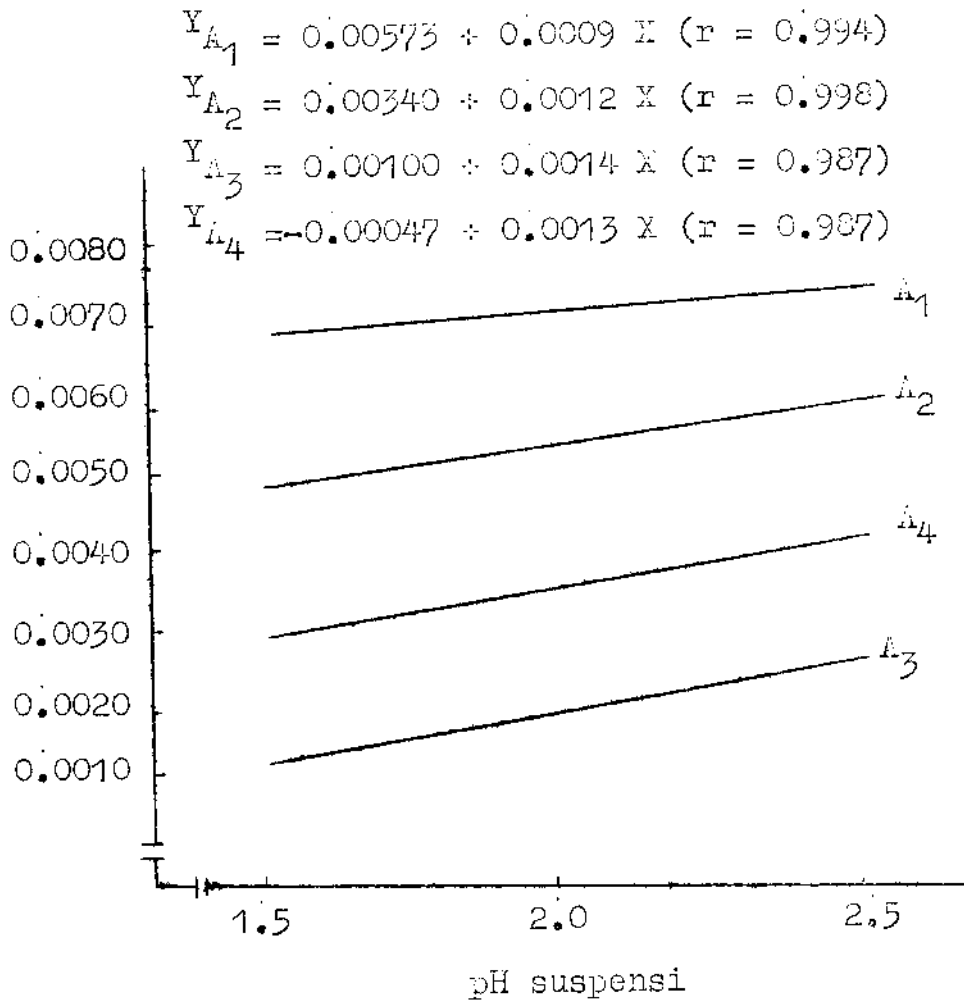
Deri gambar 11, ternyata bahwa pengaruh konsentrasi suspensi tapioka terhadap warna sirop glukosa menunjukkan grafik yang naik. Semakin tinggi konsentrasi suspensi tapioka, maka warna sirop glukosa dalam satuan ICUMSA semakin tinggi.

Sifat kenaikan warna sirop glukosa ditunjukkan juga oleh pengaruh interaksi antara jenis tepung dan pH suspensi (gambar 12). Untuk setiap jenis tepung berlaku bahwa pada konsentrasi suspensi tapioka yang tinggi dihasilkan sirop glukosa dengan nilai warna dalam satuan ICUMSA yang tinggi, sedangkan tingkat warna sirop glukosa untuk setiap jenis tepung tapioka berbeda sangat nyata.

Kenaikan warna yang terjadi pada pengaruh konsentrasi maupun pH suspensi tapioka berhubungan erat dengan struktur dan komposisi sirop glukosa. Pada konsentrasi suspensi pati yang tinggi maupun pada suasana keasaman yang mendekati pH netral, komponen dekstrin yang terkandung di dalam sirop glukosa yang dihasilkan menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan komponen glukosa.



Gambar 11. Grafik hubungan antara konsentrasi suspensi tapioka dengan warna sirup glukosa yang dihasilkan.



Keterangan

- A₁ = tepung tapioka kabupaten Bogor
- A₂ = tepung tapioka kabupaten Sukabumi
- A₃ = tepung tapioka kabupaten Cianjur
- A₄ = tepung tapioka impor Thailand

Gambar 12. Grafik hubungan antara pH suspensi tapioka dengan warna sirop glukosa yang dihasilkan.

Menurut DE WHALLEY (1964), nilai warna sirop glukosa ditentukan oleh besarnya absorbansi cahaya pada panjang gelombang tertentu yang dapat diserap oleh suatu larutan yang diukur. Semakin rendah nilai absorbansi cahaya, maka nilai warna sirop glukosa dalam satuan ICUMSA semakin rendah. Hal ini berarti komponen bukan glukosa dalam sirop tersebut semakin besar.

Dari uji perlakuan pada lampiran 8, ternyata bahwa antara warna sirop glukosa yang dihasilkan dari tepung tapioka kabupaten Bogor dengan tepung tapioka asal Sukabumi, tepung tapioka asal kabupaten Ciamis dan tepung impor Thailand masing-masing berbeda sangat nyata. Warna sirop glukosa yang dihasilkan dari tepung tapioka asal kabupaten Sukabumi berbeda sangat nyata dengan sirop glukosa yang dihasilkan dari tepung tapioka asal kabupaten Ciamis dan tepung impor Thailand, begitu juga sirop glukosa yang dihasilkan dari tepung tapioka asal kabupaten Ciamis dengan tepung impor Thailand berbeda sangat nyata.

Dari uji pengaruh konsentrasi suspensi pati (lampiran 8), ternyata bahwa warna sirop glukosa yang dihasilkan dari tepung tapioka dengan konsentrasi suspensi pati 18° Be menunjukkan perbedaan yang sangat nyata dari warna sirop glukosa yang dibuat dengan konsentrasi suspensi pati 20° Be dan 22° Be. Pengaruh perlakuan di atas berlaku juga pada pengaruh pH suspensi tapioka, yaitu pH suspensi 1.5 dengan pH 2.0 dan pH 2.5 masing-masing

berbeda sangat nyata.

Dari beberapa pengaruh yang terjadi, jelas sekali bahwa komposisi bahan dalam sirop glukosa terutama partikel bukan gula seperti dekstrin dan polisakarida lainnya dapat menaikkan absorbansi cahaya, sehingga sirop glukosa yang dihasilkan pada konsentrasi tapioka yang tinggi maupun jumlah asam yang rendah, warna sirop yang dihasilkan memberikan nilai warna dalam satuan ICUMSA yang tinggi.

Warna sirop glukosa yang dihasilkan oleh keempat jenis tepung tapioka tersebut secara visual tidak dapat dibedakan. Nilai warna yang dicapai berkisar antara 0.0010 - 0.0080 satuan ICUMSA, sedangkan nilai maksimum sirop glukosa jenis GLOBE A.1101 adalah 0.4 satuan ICUMSA. Oleh karena itu persyaratan bagi seluruh perlakuan di atas masih memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan.

Di dalam penentuan warna sirop glukosa banyak berkaitan dengan perlakuan-perlakuan pada proses pemurnian sirop glukosa terutama pada tahap netralisasi dan pemuatan, dimana efektifitas kerja arang aktif pada pH asam (pH 4.5 - 4.7) jauh lebih besar apabila dibandingkan dalam keadaan basa.

Bila pH netralisasi terlalu basa dapat berakibat timbulnya reaksi oksidasi terhadap gula-gula pereduksi serta timbulnya "browning", sehingga sirop berwarna kekuning-kuningan. Nilai pH netralisasi pada perlakuan ini dibuat seragam, sehingga warna yang timbul sebagai akibat reaksi oksidasi dalam suasana basa dapat dicegah.

5. Kejernihan

Dari hasil analisa sidik ragam kejernihan sirop glukosa pada lampiran 9, ternyata jenis tepung tapioka berpengaruh sangat nyata, sedangkan konsentrasi dan pH suspensi tapioka berpengaruh nyata. Interaksi antara jenis tepung, konsentrasi suspensi tapioka dan pH suspensi tapioka masing-masing tidak berpengaruh nyata.

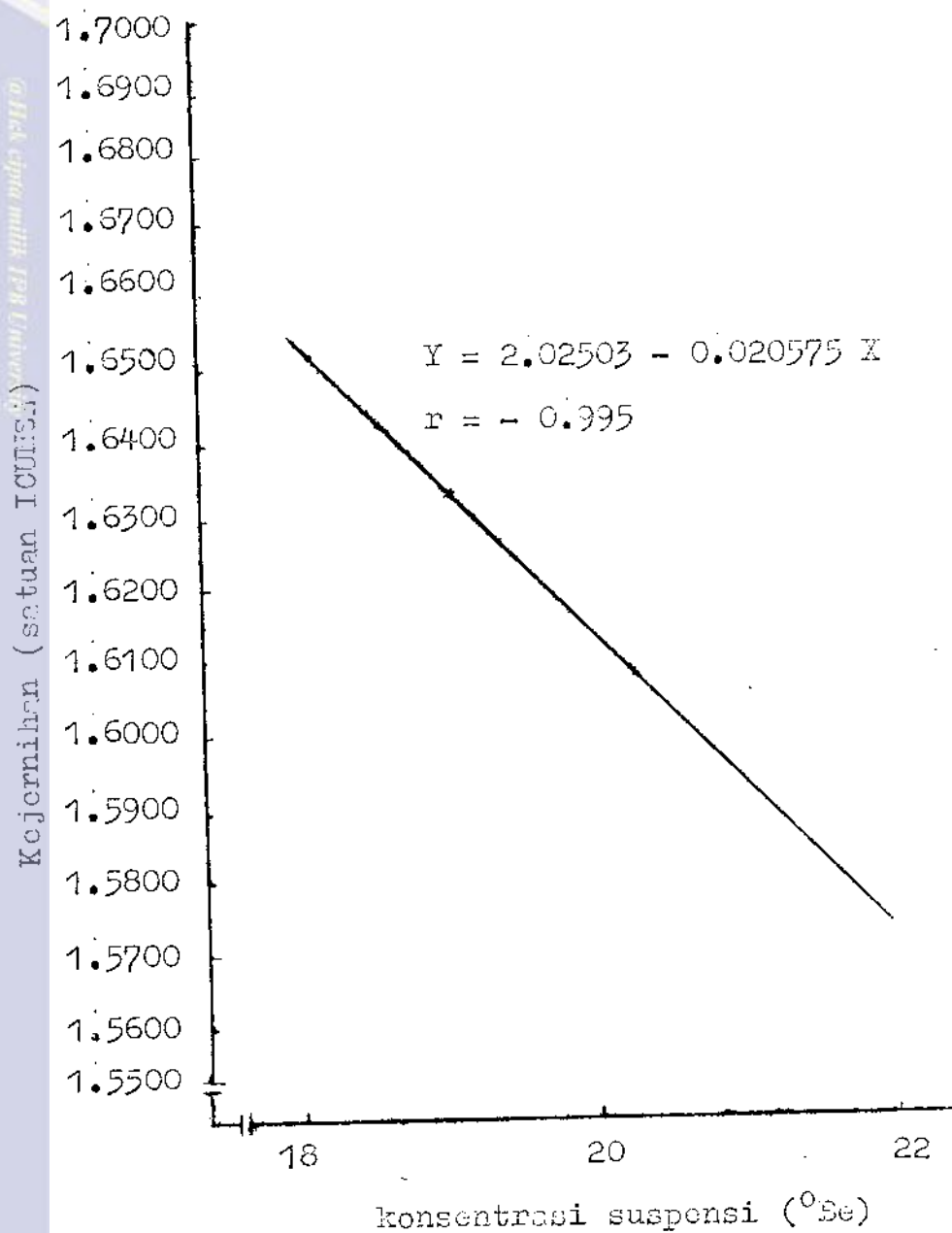
Dari gambar 13 dan 14, ternyata bahwa konsentrasi tapioka dan pH suspensi tapioka berpengaruh sama terhadap kejernihan sirop glukosa, yaitu semakin tinggi konsentrasi tapioka atau semakin rendah jumlah asam dalam suspensi tapioka, kejernihan sirop glukosa semakin menurun.

Dari uji interaksi pada lampiran 10, ternyata bahwa kejernihan sirop glukosa yang dihasilkan dari tepung tapioka asal kabupaten Bogor dengan tepung tapioka kabupaten Sukabumi dan tepung impor Thailand sangat berbeda nyata, sedangkan antara jenis tepung tapioka asal kabupaten Bogor dan tepung tapioka kabupaten Ciamis tidak menunjukkan perbedaan. Kejernihan sirop glukosa yang diperoleh dari tepung tapioka asal kabupaten Sukabumi sangat berbeda nyata dengan kejernihan sirop glukosa yang diperoleh dari tepung tapioka asal kabupaten Ciamis dan tepung impor Thailand. Juga kejernihan yang diperoleh dari tepung tapioka asal kabupaten Ciamis dan tepung impor Thailand sangat berbeda nyata.

Dari uji perlakuan pada lampiran 10, ternyata berpengaruh konsentrasi suspensi tapioka pada 18° Be dengan

20° Be dan konsentrasi 20° Be dengan 22° Be masing-masing tidak berpengaruh, sedangkan antara konsentrasi 18° Be dengan 22° Be berpengaruh nyata. Pengaruh pH suspensi tapioka antara pH 1.5 dengan pH 2.0 dan pH 2.0 dengan pH 2.5 masing-masing berpengaruh nyata, sedangkan pengaruh pH suspensi tapioka antara pH 1.5 dengan pH 2.5 tidak berpengaruh nyata.

Kejernihan suatu larutan dalam metoda ICUMSA (DE WHALLEY, 1964) didasarkan pada transmisi cahaya pada panjang gelombang 550 m , Besarnya transmisi cahaya sangat ditentukan oleh kerapatan partikel yang terdapat dalam larutan sirop glukosa, semakin banyak komponen bukan glukosa dalam larutan semakin rendah pula nilai kejernihan larutannya. Pada dasarnya kejernihan mempunyai kesamaan dengan nilai indeks bias dari larutan sirop glukosa, karena kedua-duanya berdasarkan pada hubungan transmisi dan refraksi suatu sinar yang diakibatkan oleh pengaruh kerapatan bahan. Semakin tinggi tingkat kerapatan bahan, maka nilai absorbansi maupun biasan cahaya yang terjadi menjadi besar. Hal ini terbukti dari hubungan antara nilai kejernihan dan nilai indeks bias sirop glukosa.



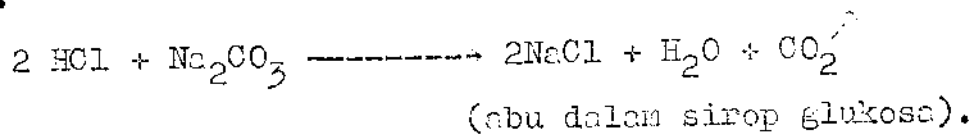
Gambar 13. Grafik hubungan antara konsentrasi suspensi tapioka dengan kejernihan sirup glukosa yang dihasilkan.

6. Kadar Abu

Dari hasil analisa sidik ragam kadar abu sirop glukosa ternyata bahwa jenis tepung dan pH suspensi berpengaruh sangat nyata, sedangkan konsentrasi dan pH suspensi tapioka tidak berpengaruh nyata (lampiran 11).

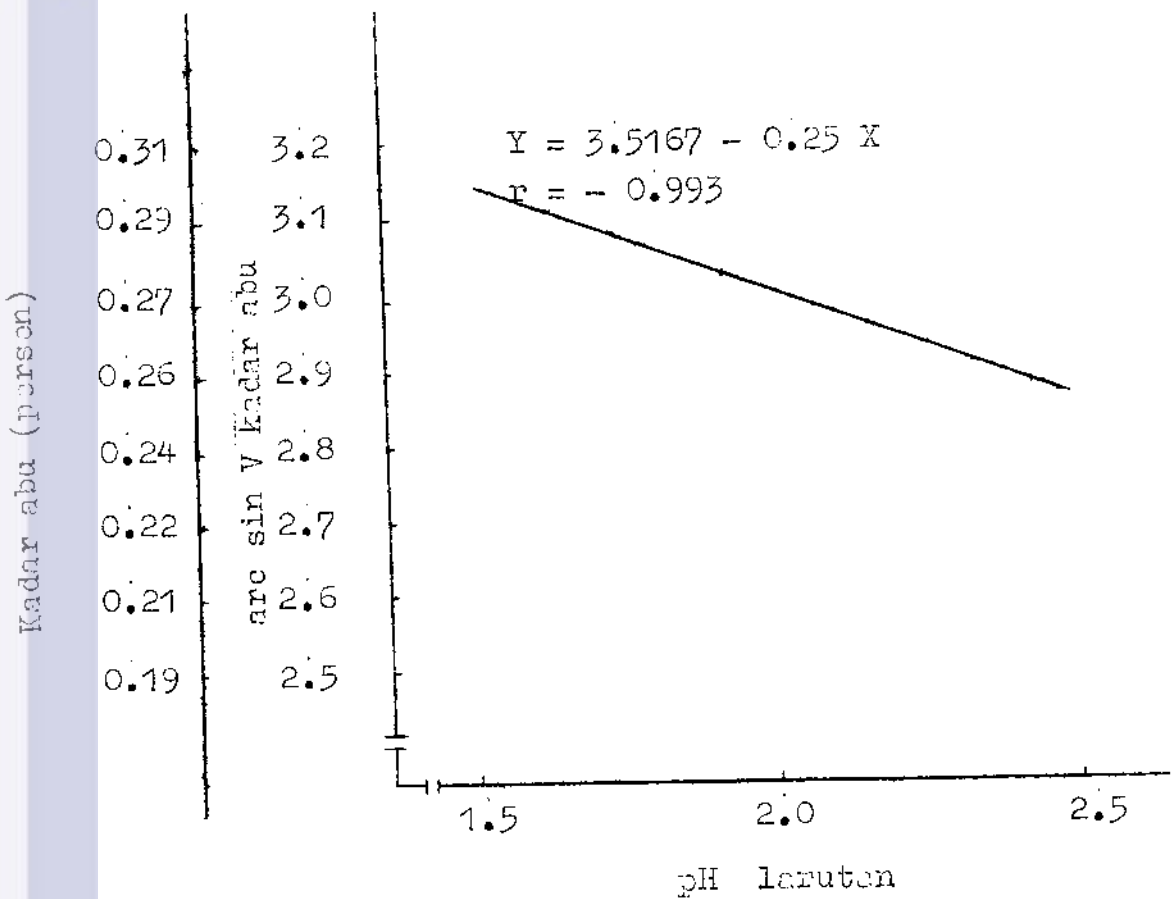
Dari gambar 15, dapat ditunjukkan bahwa semakin tinggi pH suspensi atau semakin rendah jumlah asam yang diberikan maka kadar abu sirop glukosa yang dihasilkan menjadi rendah.

Pada proses hidrolisa pati dengan pH rendah, jumlah asam yang diberikan relatif tinggi, akibatnya pada proses netralisasi jumlah soda yang diperlukan untuk hasil hidrolisa tersebut cukup tinggi, sehingga gara NaCl yang terbentuk sebagai hasil reaksi Cl^- dan Na^+ menjadi lebih besar.



Menurut SOMAATMADJA (1970), pada proses netralisasi dengan larutan soda, akan terbentuk garam natrium khlorida dan biasanya dibiarkan dalam larutan karena tidak mempengaruhi mutu sirop yang dihasilkan.

Abu dalam sirop glukosa yang berupa garam NaCl mempunyai sifat mudah larut dalam air, sehingga jumlah garam tersebut akan terbawa bersama larutan sirop glukosa walaupun melalui suatu penyaringan. Oleh karena itu jumlah abu yang dihitung sebagai abu khlorida dalam sirop glukosa akan banyak dipengaruhi oleh kadar asam pada proses hidrolisanya.



Gambar 15. Grafik hubungan pH suspensi tapioka dengan kadar abu sirop glukosa yang dihasilkan.

Semakin rendah pH larutan semakin tinggi kandungan abu dalam sirop glukosa yang terbentuk.

Dari uji interaksi pada lampiran 12, ternyata bahwa kadar abu sirop glukosa yang diperoleh dari tepung tapioka asal kabupaten Bogor dengan tepung tapioka kabupaten Ciamis dan tepung impor Thailand sangat berbeda nyata, sedangkan antara tepung tapioka kabupaten Bogor dan tepung tapioka Sukabumi berbeda nyata. Kadar abu sirop glukosa yang diperoleh dari tepung tapioka asal kabupaten Ciamis dan tepung impor Thailand masing-masing berpengaruh sangat nyata.

Pengaruh perlakuan konsentrasi suspensi pati 18° Be, 20° Be dan 22° Be ternyata tidak berpengaruh.

Pengaruh perlakuan pH suspensi pati pH 1.5 dengan pH 2.5 menunjukkan pengaruh yang sangat nyata, tetapi antara suspensi tapioka pada pH 2.0 dan 2.5 tidak berbeda nyata.

Dari hasil pengujian perlakuan terbukti bahwa pH larutan berpengaruh terhadap kandungan abu dalam sirop glukosa, sedangkan konsentrasi suspensi pati tidak berpengaruh terhadap kandungan abu sirop glukosa.

Perbedaan jenis tepung sebagai bahan baku pembuatan sirop glukosa berpengaruh terhadap kadar abu sirop glukosa, hal ini disebabkan pH suspensi tapioka tiap tepung berbeda, sehingga jumlah asam yang harus ditambahkan untuk mencapai pH perlakuan akan berbeda tergantung pada tingkat keasaman tepungnya.

V. KESIMPULAN

Rendemen sirop glukosa yang dihasilkan dipengaruhi sangat nyata oleh konsentrasi dan pH suspensi, semakin rendah konsentrasi pati dan semakin tinggi jumlah asam yang diberikan semakin tinggi pula rendemen sirop glukosa yang diperoleh, disamping waktu perlakuan yang semakin singkat.

Ekivalen Dekstrosa sirop glukosa yang dihasilkan sangat nyata dipengaruhi oleh jenis tepung, konsentrasi dan pH suspensi tapioka. Untuk setiap jenis tepung berlaku bahwa semakin tinggi jumlah asam dan semakin rendah konsentrasi suspensi tapioka maka derajat konversi pati menjadi gula semakin tinggi. Pemilihan tepung dengan kadar pati yang tinggi, kadar protein yang rendah serta tingkat kehausan tepung yang tinggi merupakan petunjuk utama di dalam penentuan bahan olah tepung tapioka untuk sirop glukosa. Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa urutan mutu tepung mempengaruhi tingkat konversi pati.

Indeks bias sirop glukosa yang dihasilkan dipengaruhi sangat nyata oleh jenis tepung dan konsentrasi suspensi sedangkan pH suspensi berpengaruh nyata. Konsentrasi dan pH suspensi mempunyai pengaruh yang sama terhadap indeks bias yaitu semakin tinggi konsentrasi maupun pH maka indeks biasanya semakin tinggi pula.

Warna sirop glukosa yang dihasilkan sangat nyata dipengaruhi oleh jenis tepung, konsentrasi dan pH suspensi serta interaksi antara jenis tepung dan pH suspensi.

Semakin tinggi konsentrasi dan pH suspensi tapioka maka warna sirop glukosa dalam satuan ICUMSA semakin tinggi, warna sirop glukosa sangat dipengaruhi oleh pH netralisasi dan proses pemucatan (bleaching) sirop glukosa. Semakin tinggi pH netralisasi maka warna sirop glukosa menjadi semakin tinggi pula. pH netralisasi terbaik berkisar antara pH 4.5 - 5.0. Warna sirop glukosa terbaik dihasilkan oleh sirop glukosa yang berasal dari tepung Ciamis, sedangkan tepung Thailand, tepung Sukabumi dan Bogor berturut-turut mempunyai warna yang kurang baik.

Kejernihan sirop glukosa yang dihasilkan sangat nyata dipengaruhi oleh jenis tepung dan pH suspensi tapioka. Sedangkan konsentrasi suspensi tapioka berpengaruh nyata terhadap kejernihan sirop glukosa. Semakin tinggi konsentrasi maupun pH suspensi kejernihan sirop glukosa dalam ICUMSA semakin rendah. Kejernihan sirop glukosa mempunyai sifat yang sama dengan warna sirop glukosa dimana semakin baik warna sirop glukosa semakin baik pula kejernihannya.

Kadar abu sirop glukosa sangat nyata dipengaruhi oleh jenis tepung dan pH suspensi tapioka. Semakin tinggi pH suspensi, maka abu klorida yang tertinggal dalam sirop glukosa semakin tinggi, tetapi rata-rata abu dalam sirop glukosa masih menunjukkan kadar abu yang rendah yaitu di bawah 0.4 persen.

Dari rata-rata hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa perbandingan rendemen dan mutu sirop glukosa yang dihasilkan dari tepung lokal dan tepung impor tidak jauh

berbeda, walaupun dalam beberapa hal seperti nilai derajat konversi (ED) serta faktor-faktor penentu mutu dari berbagai perlakuan, tepung impor mempunyai hasil yang lebih baik dari pada tepung lokal. Dari nilai rata-rata Ekwivalen Dekstrosa dapat disimpulkan bahwa tepung tapioka impor (Thailand) dan tepung tapioka asli kabupaten Sukabumi berturut-turut mempunyai nilai ED tertinggi yaitu 46,04 ED dan 39,45 ED.

Dari kombinasi perlakuan antara jenis tepung, konsentrasi dan pH suspensi tapioka, ternyata bahwa kombinasi konsentrasi suspensi 18° Be dan pH 1,5 menghasilkan rendemen dan mutu sirup glukosa terbaik, yaitu dengan nilai rendemen (67,90 - 72,38 persen), ekwivalen dekstrosa (56,24 - 66,18 ED), indeks bias (1,4398 - 1,5182), warna (0,0012 - 0,0056 satuan ICUMSA), kejernihan (1,6002 - 1,8416 satuan ICUMSA) dan kadar abu (0,24 - 0,42 persen).

DAFTAR PUSTAKA

1. ABIDHARMA, I. 1972. Pengaruh Lama Penyimpanan Ubi Jalar (*Ipomea batatas*) pada Suhu Kamar dan Cara Hidrolisa Patinya menjadi Gula terhadap Mutu Sirup yang dihasilkan. Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
2. ANDERSON, R. A. 1970. Corn and Milling Industry. Di dalam : ENGLETT, G. E. (ed.) Corn : Culture, Processing, Products. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
3. ANONYMOUS 1969. Recommended International Standard for Glucose Syrup. Joint FAO/WHO Food Standard Programme, FAO, Rome. CAC/RS-9.
5. ANONYMOUS 1972. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
6. ANONYMOUS 1974. Production Year Book, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome. 1 (28).
7. ANONYMOUS 1974. Rencana Pembangunan Lima Tahun Kedua 1974/75 - 1978/79 Republik Indonesia. Percetakan Negara R.I., Jakarta, 1.
8. ANONYMOUS 1975. Statistik Pertanian, Biro Pusat Statistik, Jakarta.

BEAUFLECHT, C. A. 1953. Starch, Its Sources Production and Uses. Book Division Reinhold Publishing Corporation, 330 West 42nd St., New York, N.Y.

DE WHALLEY, H.C.S. (ed.) 1964. ICUMSA Method of Sugar Analysis. Official and Tentative Methods Recommended by International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA). Elsevier Publishing Company, New York.

11. EDWARDS, D. 1975. Industri Gapek, Sebuah Studi Ekonomis. *Dinamika*, 18. Kamar Dagang dan Industri Jawa Barat, Bandung.

12. HALL M.N.A. 1973. The Small-scale Manufacture of High and Low Boiled Sweet and Toffees. Tropical Products Institut, 55/62 Gray's Inn Road, London WC 1X8LU.

13. HOLLEMAN, L.W.J. 1950. Java Tapioka, Its Manufacture Grading and Use. Communication 104 from The Laboratory for Chemical Research, Bogor. H. van Ingen, Soerabaya.

14. IDA BAGUS AGRA, SRI WARNIJATI and SUTARDJO RIJADI 1969. Hydrolysis of Sweet Potato Starch at Atmospheric Pressure. *Research Journal*, Ministry of Higher Education and Science Republic Indonesia, Jakarta.



15. JACOBS, M.B. 1944. The Chemistry and Technology of Food and Food Products. Interscience Publishers, Inc., New York, N.Y.
16. JACOBS, M.B. 1951. The Chemical Analysis of Food and Food Products. D. Van Nostrand Company, Inc., 2nd ed., New York.
17. KAY, D.E. 1973. Root Crops, TPI Crop and Products Institute Foreign and Commonwealth Office 56/62 Gray's Inn Road, London England.
18. KIRK, R.E. and D.F. OTTNER 1949. Dextrose and Syrups. Encyclopedic of Chemical Technology, 4. The Interscience Encyclopedic, Inc., New York.
19. Mac ALLISTER, R.V., E.K. WARDRIE and B.J. SCHNYDER 1975. Di dalam : REED, H. (ed.), Enzymes in Food Processing. Academic Press, New York.
20. MEYER, L.H. 1970. Food Chemistry, Reinhold Publishing Corporation, New York.
21. NOLLER, C.R. 1966. Text Book of Organic Chemistry. W.B. Saunders, Toppan Company, Ltd., Tokyo, Japan.

22. SEARS, F.W. and M.W. ZEMARSKY 1960. College Physics. Addison - Wesley Publishing company, Inc., Massachusetts, U.S.A.
23. SOEHARTO 1955. Membuat Tepung Tapioka. Seksi Penyuluhan Direktorat Jendral Perindustrian Ringan, Balai Penyelidikan Kimia Bogor, Bogor.
24. SOLIHAN SAMIF 1952. Ubi Kayu, Kunci Tani. Penerbit Balai Pustaka, Jakarta.
25. SOLAHMADJA, D. 1970. Pengolahan Jagung. Balai Penelitian Kimia Bogor, Bogor.
26. SOSROPRAWIRO, S. 1958. Ubi Kayu atau Ketela pohon. Penerbit Soemoengan, Jakarta.
27. SOWDEN, J. 1957. Occurrence, Properties and Syntesis of Monosaccharides. Di dalam : WARD, P. (ed.), The Charbohydrates Chemistry, Biochemistry, Physiology. Academic Press Inc., Publishers, New York.
28. STOUT, L.E. and RYBERG 1939. Syrups from Sweet Potato Starch. Industrial and Chemical Engineering Chemistry, 31.
29. WOODMAN, A.G. 1941. Food Analyses, Typical Methods and Interpretation of Result. Mc. Graw Hill Book Company, Inc., New York.



Halaman ini merupakan bagian dari karya intelektual yang dihasilkan oleh dosen dan mahasiswa IPB University. Seluruh hak cipta dan hak moral dilindungi undang-undang. Dilarang keras untuk menyalin, mendistribusikan, atau memperjualbelikan karya ini tanpa izin dari IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan hubungi bagian Hukum dan Paten IPB University.

Lampiran 1. Perkiraan luas tanaman palawija melalui usaha intensifikasi dari tahun 1974 - 1978, dikutip dari REPELITA II (1974).

Tahun	Luas areal intensifikasi (x 1000 Ha)					
	Jagung	Sorghum	Ubi kayu	Kedele	Kacang tanch	Kacang hijau
1974	290	10	1	75	22	3
1975	370	30	10	150	44	6
1976	600	60	50	200	70	10
1977	960	80	100	240	94	16
1978	1400	100	200	270	110	20

Lampiran 2. Komposisi ubi kayu dan tapioka per 100 gram bahan, dikutip dari Daftar Komposisi Bahan Makanan (1972).

Komponen	Ubi kayu	Tapioka
Kalori (cal)	140.0	362.0
Protein (gr)	1.2	0.5
Lemak (gr)	0.3	0.3
Karbohidrat (gr)	34.7	86.9
Kalsium (mg)	33.0	0.0
Fosfor (mg)	40.0	0.0
Vitamin A (SI)	0.0	0.0
Vitamin B ₁ (mg)	0.06	0.00
Vitamin C (mg)	30.0	0.0
Air (persen)	62.5	12.0

Lampiran 3. Analisa sidik ragam rendemen sirop glukosa (transformasi arc sin V%)

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F_{hit}	F_{hit}	F_{tabel}	
						5%	1%
Perlakuan	35	1203.3186	34.3805	5.15**	1.75	2.215	
Jenis tepung (A)	3	114.5433	38.1811	5.72**	2.86	4.38	
Konsentrasi (B)	2	515.2021	275.6010	41.27**	3.26	5.25	
pH (C)	2	407.3716	203.6858	30.50**	3.26	5.25	
(A)(B)	6	14.8104	2.4864	0.37	2.36	3.35	
(A)(C)	6	83.1256	13.8543	2.07	2.36	3.35	
(B)(C)	4	32.7011	8.1753	1.22	2.63	3.89	
(A)(B)(C)	12	35.5645	2.9637	0.44	2.03	2.72	
Acak	36	240.4014	6.6778				
T o t a l	71	1443.7200					

K.K = 5.19 %

** = sangat nyata

Lampiran 4. Uji BNJ rendemen sirop glukosa (transformasi arc sin V_{ij})

Perlakuan	Bedâ rata-rata				SB	BNJ
A. Jenis tepung tapioka						
Kabupaten Bogor (A_1)	50.91	-			SB	= 0.61
Kabupaten Sukabumi (A_2)	50.63	0.28			BNJ	
Kabupaten Cianis	47.70	3.21**	2.93**		5%	= 2.32
Impor, Thailand	49.98	0.93	0.65	2.28	1%	= 2.89
B. Konsentrasi suspensi tapioka						
18 °Be (B_1)	53.13				SB	= 0.53
20 °Be (B_2)	49.70	3.43**			BNJ	
22 °Be (B_3)	46.58	6.55**	3.12**		5%	= 1.83
					1%	= 2.33
C. pH suspensi tapioka						
pH 1.5 (C_1)	52.95				SB	= 0.53
pH 2.0 (C_2)	49.26	3.69**			BNJ	
pH 2.5 (C_3)	47.20	5.75**	2.06*		5%	= 1.83
					1%	= 2.33

Keterangan : ** = sangat nyata * = nyata

Tampilan 5. Analisa sidik ragam ekwivalen dekstrosa (LD) sirup glukosa

Sumber Kelangkaan	DB	JK	KK	F_{hitung}	F_{tabel}	
					5%	1%
Pperlakuan	35	17468.2184	499.0219	153.59**	1.75	2.22
Jenis tepung (A)	3	1583.7990	461.2663	141.95**	2.86	4.38
Konsentrasi (B)	2	305.9658	152.9829	47.08**	3.26	5.25
pH (C)	2	15002.1043	7501.0522	2308.37**	3.26	5.25
(A)(B)	6	76.1334	12.6889	3.90**	2.36	3.35
(A)(C)	6	557.3688	92.8948	28.59**	2.36	3.35
(B)(C)	4	4.0860	1.0215	0.31	2.63	3.89
(A)(B)(C)	12	138.7611	11.5634	3.56**	2.03	2.72
Acak	36	116.9821	3.2495			
T o t a l	71	17505.2005				

K.K. = 4.56 persen

** = sangat nyata

Lampiran 7. Analisa sidik ragam indeks bias sirop glukosa

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F _{hit.}	F _{tabel}	
					5%	1%
Perlakuan	35	0.05366339	0.00153324	1.31	1.75	2.215
Jenis tepung (A)	3	0.02359500	0.00786500	6.72**	2.86	4.38
Konsentrasi (B)	2	0.01307194	0.00653597	5.95**	3.26	5.25
pH (C)	2	0.01067035	0.00533518	4.56*	3.26	5.25
(A)(B)	6	0.00473624	0.00078937	0.67	2.36	3.35
(B)(C)	4	0.00025130	0.00006282	0.05	2.63	3.89
(A)(B)(C)	12	0.00081494	0.00006791	0.06	2.03	2.72
Acak	36	0.04206635	0.00116961			
T o t a l	71	0.09572974				

K.K = 2.25 %

** = sangat nyata

* = nyata

Lampiran 8. Uji BNJ indeks bias sirop glukosa

Perlakuan	Beda rata-rata				SB
					BNJ
A. Jenis tepung tapioka					SB = 0.0086
Kabupaten Bogor (A_1)	1.4926				BNJ
Kabupaten Sukabumi (A_2)	1.5335	0.0409**			5% = 0.0307
Kabupaten Ciamis (A_3)	1.5122	0.0196	0.0213		1% = 0.0382
Impor, Thailand (A_4)	1.5380	0.0454**	0.0045	0.0258	
B. Konsentrasi suspensi tapioka					SB = 0.00698
18 °Be (B_1)	1.5017				BNJ =
20 °Be (B_2)	1.5209	0.0192			5% = 0.0242
22 °Be (B_3)	1.5346	0.0329**	0.0137		1% = 0.0307
C. pH suspensi tapioka					SB = 0.00698
pH 1.5 (C_1)	1.5035				BNJ
pH 2.0 (C_2)	1.5205	0.0170			5% = 0.0242
pH 2.5 (C_3)	1.5332	0.0297*	0.0127		1% = 0.0307

Keterangan : ** = sangat nyata * = nyata

Uji BNJ warna sirop glukosa (lanjutan).

		Beda rata-rata					
		Δ_1		Δ_2		Δ_3	
C_1	0.0071		0.0052		0.0014		
C_2	0.0075	0.0004**	0.0058	0.0006**	0.0023	0.0009**	
C_3	0.0080	0.0009**	0.0005**	0.0064	0.0012**	0.0006**	0.0027 0.0013**
		Beda rata-rata					
		$\Delta_2 - \Delta_1$	$\Delta_3 - \Delta_1$	$\Delta_4 - \Delta_1$	$\Delta_3 - \Delta_2$	$\Delta_4 - \Delta_2$	$\Delta_4 -$
C_1	0.0019**	0.0057**	0.0040**	0.0038**	0.0021**	0.00	
C_2	0.0017**	0.0052**	0.0037**	0.0035**	0.0020**	0.00	
C_3	0.0016**	0.0053**	0.0035**	0.0037**	0.0019**	0.00	

Keterangan : ** = Sangat nyata.

Lampiran 11. Analisa sidik ragam kejernihan sirup glukosa

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F _{hit.}	F _{tabel}	
					5%	1%
Perlakuan	35	1.27637229	0.03646778	3.97**	1.75	2.215
Jenis tepung (A)	3	1.04364715	0.34788238	37.84**	2.86	4.38
Konsentrasi (B)	2	0.08206682	0.04103341	4.46*	3.26	5.25
pH (C)	2	0.08612835	0.04306418	4.68*	3.26	5.25
(A)(B)	6	0.05479222	0.00913204	0.99	2.36	3.35
(A)(C)	6	0.00605761	0.00100960	0.11	2.36	3.35
(B)(C)	4	0.00124350	0.00031088	0.03	2.63	3.89
(A)(B)(C)	12	0.00243664	0.00020305	0.02	2.03	2.72
Acak	36	0.33099145	0.00919421			
T o t a l	71	1.60736374				

K.K. = 5.94 % ** = sangat nyata * = nyata



Lampiran 12. Uji BNJ kejernihan sirup glukosa

Perlakuan	Beda rata-rata				SB
					BNJ
					SB = 0.0226
A. Jenis tepung tapioka					BNJ
Kabupaten Bogor (A_1)	1.4694				5% = 0.0861
Kabupaten Sukabumi (A_2)	1.6699	0.2005**			1% = 0.1071
Kabupaten Ciamis (A_3)	1.5345	0.0651	0.1345**		
Impor, Thailand (A_4)	1.7802	0.3108**	0.1103**	0.2457**	
					SB = 0.01957
B. Konsentrasi suspensi tapioka					BNJ
18 °Be (B_1)	1.6524				5% = 0.0677
20 °Be (B_2)	1.6181	0.0343			1% = 0.0861
22 °Be (B_3)	1.5701	0.0823*	0.0480		
					SB = 0.01957
C. pH suspensi tapioka					BNJ
pH 1.5 (C_1)	1.6528				5% = 0.0677
pH 2.0 (C_2)	1.6181	0.0343			1% = 0.0861
pH 2.5 (C_3)	1.5686	0.0842*	0.0505		

Keterangan : ** = sangat nyata * = nyata

Lampiran 13. Analisa sidik ragam kadar abu sirop glukosa (transformasi arc sin V_1')

Sumber keragaman	DB	JK	KT	$F_{hit.}$	F_{tabel}	
					5%	1%
Perlakuan	35	7.1798	0.2051	5.75**	1.75	2.215
Jenis tepung (A)	3	6.0530	2.0177	56.52**	2.86	4.38
Konsentrasi (B)	2	0.0298	0.0149	0.42	3.26	5.25
pH (C)	2	0.7753	0.3876	10.86**	3.26	5.25
(A)(B)	6	0.0352	0.0069	0.19	2.36	3.35
(A)(C)	6	0.2135	0.0356	1.00	2.36	3.45
(B)(C)	4	0.0426	0.0106	0.30	2.63	3.89
(A)(B)(C)	12	0.0304	0.0025	0.07	2.03	2.72
Acak	36	1.2847	0.0357			
T o t a l	71	8.4645				

K.K. = 6.26 $\frac{1}{2}$

** = sangat nyata

Lampiran 14. Uji BNJ kadar abu sirop glukosa (transformasi arc sin $V\%$)

Perlakuan	Beda rata-rata				SB
					BNJ
A. Jenis tepung tapioka					SB = 0.0445
Kabupaten Bogor (A_1)	2.66				BNJ
Kabupaten Sukabumi (A_2)	2.86	0.20*			5% = 0.17
Kabupaten Ciamis (A_3)	3.09	0.43**	0.23**		1% = 0.21
Impor, Thailand (A_4)	3.44	0.78**	0.58**	0.35**	
B. Konsentrasi suspensi tapioka					SB = 0.039
18 °Be (B_1)	3.00				BNJ
20 °Be (B_2)	3.00	0.00			5% = 0.13
22 °Be (B_3)	3.04	0.04	0.04		1% = 0.17
C. pH suspensi tapioka					SB = 0.039
pH 1.5 (C_1)	3.15				BNJ
pH 2.0 (C_2)	3.00	0.15*			5% = 0.13
pH 2.5 (C_3)	2.90	0.25**	0.10		1% = 0.17

Keterangan : ** = sangat nyata * = nyata

Lampiran 15. Rekapitulasi dari seluruh penelitian

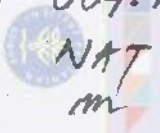
Perlakuan	Rendemen (%)	Dekstrosa Ekwivalen (DE)	Indeks bias	Warna Satuan	Kejernihan ICUMSA	Kadar Abu (%)
A ₁ B ₁ C ₁	72.38	61.44	1.4398	0.0066	1.6002	0.24
A ₁ B ₁ C ₂	62.64	32.46	1.4628	0.0074	1.5604	0.22
A ₁ B ₁ C ₃	58.95	17.36	1.4762	0.0079	1.4906	0.20
A ₁ B ₂ C ₁	67.04	56.98	1.4780	0.0072	1.4851	0.23
A ₁ B ₂ C ₂	60.56	27.18	1.4957	0.0074	1.4666	0.22
A ₁ B ₂ C ₃	55.99	16.88	1.5072	0.0080	1.3740	0.21
A ₁ B ₃ C ₁	56.29	52.51	1.5099	0.0073	1.4758	0.24
A ₁ B ₃ C ₂	54.96	21.90	1.5260	0.0078	1.4118	0.22
A ₁ B ₃ C ₃	52.30	16.40	1.5380	0.0080	1.3602	0.19
A ₂ B ₁ C ₁	69.47	56.24	1.5136	0.0050	1.7142	0.27
A ₂ B ₁ C ₂	62.33	40.44	1.5246	0.0057	1.6828	0.25
A ₂ B ₁ C ₃	62.28	34.92	1.5361	0.0062	1.6444	0.23
A ₂ B ₂ C ₁	66.42	51.42	1.5239	0.0052	1.6956	0.26
A ₂ B ₂ C ₂	58.29	39.54	1.5340	0.0058	1.6794	0.25
A ₂ B ₂ C ₃	54.27	23.19	1.5466	0.0062	1.6388	0.24
A ₂ B ₃ C ₁	58.67	50.66	1.5295	0.0056	1.6937	0.27
A ₂ B ₃ C ₂	55.05	36.24	1.5402	0.0060	1.6469	0.25

Lanjutan

Perlakuan	Rendemen (%)	Ekwivalen Dekstrosa (ED)	Indeks bias	Warna (Satuan ICUMSA)	Kejernihan	Kadar Abu (%)
$\Delta_3 B_1 C_1$	72.71	59.48	1.4583	0.0012	1.6105	0.31
$\Delta_3 B_1 C_2$	57.52	37.54	1.5060	0.0020	1.5906	0.29
$\Delta_3 B_1 C_3$	51.57	23.28	1.5169	0.0026	1.5498	0.28
$\Delta_3 B_2 C_1$	62.44	58.02	1.5040	0.0013	1.6012	0.30
$\Delta_3 B_2 C_2$	49.16	37.33	1.5164	0.0022	1.5893	0.29
$\Delta_3 B_2 C_3$	48.87	21.62	1.5278	0.0027	1.5302	0.28
$\Delta_3 B_3 C_1$	55.82	56.56	1.5110	0.0018	1.4862	0.31
$\Delta_3 B_3 C_2$	47.59	37.12	1.5266	0.0026	1.4712	0.31
$\Delta_3 B_3 C_3$	45.63	19.96	1.5430	0.0028	1.3813	0.28
$\Delta_4 B_1 C_1$	67.90	66.18	1.5180	0.0030	1.8416	0.42
$\Delta_4 B_1 C_2$	64.96	47.36	1.5270	0.0036	1.7892	0.33
$\Delta_4 B_1 C_3$	63.57	29.13	1.5411	0.0044	1.7542	0.37
$\Delta_4 B_2 C_1$	60.06	65.49	1.5254	0.0030	1.8230	0.41
$\Delta_4 B_2 C_2$	60.92	45.09	1.5372	0.0038	1.7863	0.35
$\Delta_4 B_2 C_3$	53.27	29.46	1.5542	0.0045	1.7474	0.32
$\Delta_4 B_3 C_1$	53.23	64.80	1.5304	0.0032	1.8064	0.43
$\Delta_4 B_3 C_2$	53.47	42.83	1.5487	0.0042	1.7544	0.38

Keterangan

- A_1 = tepung tapioka kabupaten Bogor
 A_2 = tepung tapioka kabupaten Sukabumi
 A_3 = tepung tapioka kabupaten Ciamis
 A_4 = tepung tapioka impor (Thailand)
 B_1 = konsentrasi suspensi tapioka 18 °Be
 B_2 = konsentrasi suspensi tapioka 20 °Be
 B_3 = konsentrasi suspensi tapioka 22 °Be
 C_1 = pH suspensi tapioka 1.5
 C_2 = pH suspensi tapioka 2.0
 C_3 = pH suspensi tapioka 2.5



664.1-272

NAT
m

7/THP/1977/012

**MEMPELAJARI PENGARUH MUTU TEPUNG, KONSENTRASI DAN pH
SUSPENSI TAPIOKA TERHADAP MUTU DAN BENDEMEN SIROP GLUKOSA**

o Hika cipra muthi IPB University

1. Dilarang menyalin atau menyalin sebagian dari isi buku ini untuk kepentingan lain dari yang tertera pada sampul.
2. Dilarang menyalin atau menyalin sebagian dari isi buku ini untuk kepentingan lain dari yang tertera pada sampul.
3. Dilarang menyalin atau menyalin sebagian dari isi buku ini untuk kepentingan lain dari yang tertera pada sampul.

oleh
JUN TJAHJANA NATAREDJA
F8. 010

1977
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS MEKANISASI DAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
BOGOR

Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi serta antara pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal (Q.S, Ali Imran 190).

buat
ayah, ibu
dan mereka
yang menolongku

