Stigma Volume VIII No.1, Januari-Maret 2000

DEMINERALISASI DAN KONSENTRASI KALSIUM KHLORIDA DIHIDRAT DALAM PROSES PEMISAHAN FRUKTOSA MENGGUNAKAN PELARUT ETANOL DARI TETES TEBU

(Demineralization and concentration of $CaCl_2$ dihydrate on the separation process of fructose using ethanol from molasses)

Faizah Hamzah *

ABSTRACT

Demineralization and concentration of calcium chloride dihydrate on the separation process of fructose from molasses were investigated, and the experiment was conducted at guajava sugar factory Bogor from May to November 1999. Demineralization affects fructose recovery, glucose, reduced-sugar total and soluble ash. The amount of ethanol added also affects separation factor,soluble ash, fructose recovery and reduced-sugar total, while concentration of calcium chloride dihydrate affects separation factor, fructose recovery, glucose and reduced-sugar total. The best result was obtained by combination treatment of demineralizations using 1.0 part of ethanol without addition of calcium chloride and soluble ash content obtained by this combination were 1.0603 : 83.68% and –26.41%, respectively.

PENDAHULUAN

Industri gula di Indonesia akhir-akhir ini mengalami perkembangan yang pesat. Berkembangnya industri gula diikuti oleh peningkatan jumlah produksi tetes sebagai hasil samping yang semakin melimpah. Menggunakan teknologi maju, tetes dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri yang salah satu diantaranya adalah industri gula cair berfruktosa tinggi. Hal ini memungkinkan karena kandungan gula dalam tetes masih cukup tinggi yaitu sekitar 62 persen dan harganya relatif murah (Oltsch. 1996).

Proses pemerahan gula dari tetes dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metoda seperti metoda khromatografi dan teknologi membran (Hulland, 1997). Gula yang dihasilkan merupakan campuran gula glukosa, fruktosa dan sukrosa. Untuk mendapatkan sirup dengan fruktosa tinggi perlu dilakukan proses pemisahan gula.

Selanjutnya proses pemisahan dapat dilakukan dengan methoda khromatografi dan alternatif lain yang dapat dipergunakan adalah metoda ekstraksi dengan pelarut campuran didasarkan pada perbedaan sifat kelarutan dari kedua isomer monosakarida tersebut dimana kelarutan fruktosa dalam pelarut campuran air etanol dapat ditingkatkan dengan menambahkan garam kalsium khlorida dihidrat. Proses ini didasarkan pada reaksi pembentukan komplek fruktosa kalsium khlorida dihidrat yang pada konsentrasi etanol sekitar 85% akan mengendap.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui demineralisasi, jumlah penambahan etanol dan konsentrasi kalsium khlorida dihidrat dalam proses pemisahan fruktosa dari bahan baku tetes tebu dan untuk mendapatkan faktor pemisahan, recovery total gula reduksi dan perubahan abu terlarut yang baik.

BAHAN DAN METODA

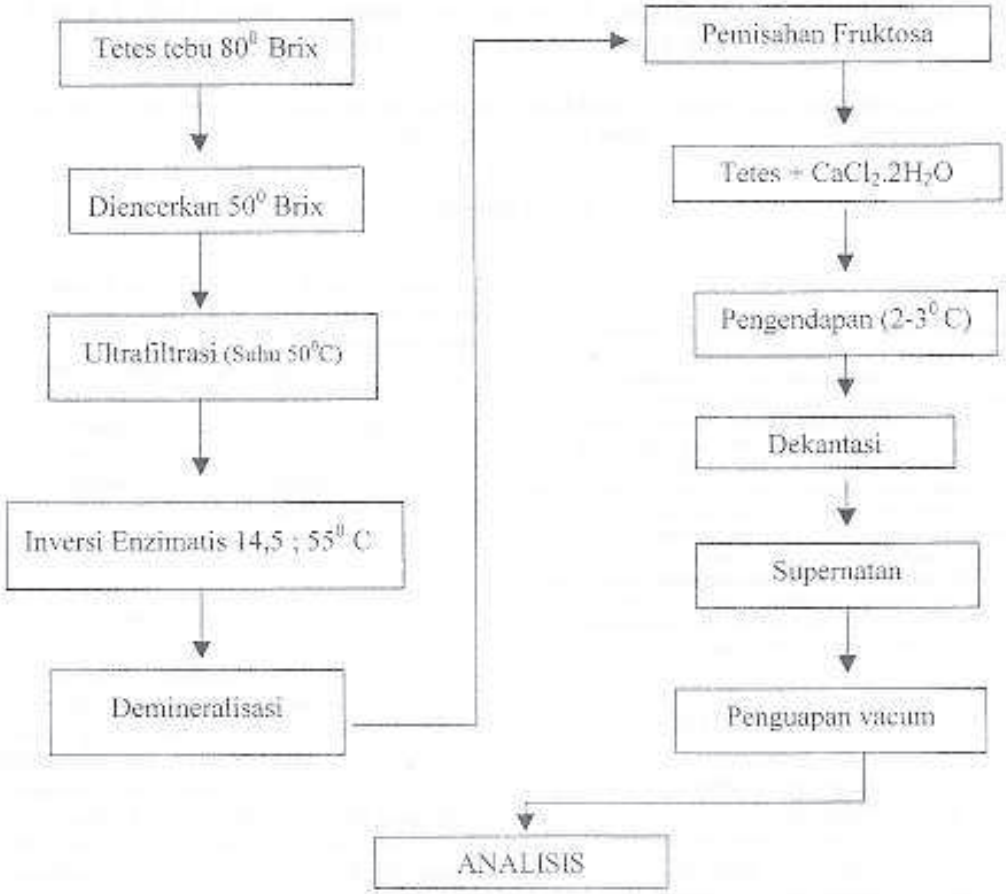
Penelitian ini telah dilakukan dipabrik gula guajava, Kabupaten Sumedang, Bogor, dari bulan Mei sampai Nopember 1999. Bahan yang digunakan adalah tetes tebu diperoleh dari pabrik gula guajava di Bogor, Jawa Barat dan Kabupaten Sumedang dengan jangka waktu 5 bulan mulai dari bulan Mei 1999 sampai November 1999 dengan kepekatan cairan 78,09°Brix. Kandungan bahan kering 80,25 persen, kadar abu terlarut 10,94 persen, kadar sukrosa 36,38 persen dan gula reduksi 25,34 persen. Enzim invertase diperoleh PT.UHT Laksamana Yogyakarta, sedang bahan kimia diperoleh dari Laboratorium Teknologi Hasil Samping BP3G Bogor. Peralatan yang digunakan yaitu penapis ultra dan peralatan evaporator vakum, ruang pendingin, pengaduk listrik dan peralatan gelas. Instrumen pengukur yang dipergunakan yaitu spektrofotometer, densitometer, neraca dan sebagainya.

Taraf-taraf perlakuan dari proses pemisahan diamati dengan menggunakan beberapa parameter yaitu faktor pemisahan, recovery fruktosa, recovery glukosa, recovery total gula reduksi dan perubahan abu terlarut.

Pemurnian tetes dilakukan dengan penapisan ultra dan demineralisasi sebahagian, dilanjutkan dengan pemisahan gula yang dilakukan dengan menambahkan pelarut dan garam kalsium khlorida dihidrat, serta diikuti dengan pengendapan, pemisahan dan penguapan pelarut. Persiapan sampel secara sistematis dapat dilihat pada Gambar 1.

* Fakultas Pertanian Universitas Riau, Pekan Baru

Diagram proses pemisahan (Gambar 1)



Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap dengan percobaan faktorial tiga perlakuan dan dilakukan dua kali ulangan. Data dianalisis dengan sidik ragam dan nilai rata-rata di uji dengan uji jarak Duncan. Taraf perlakuan yang digunakan adalah :

1. Tetes tanpa demineralisasi dan demineralisasi,
2. Jumlah penambahan etanol 1 bagian, 2 bagian, 3 bagian dan 4 bagian.
3. Konsentrasi kalsium khlorida dilihat masing-masing 0, 1,5 %, 3 % 4,5 %, dan 6 %.

Pengamatan dan Perhitungan :

Analisis yang dilakukan pada filtrat hasil pemisahan dan tetes awal antara lain :

1. Kadar fruktosa dengan metode sistein karbazole (Freund, 1995) dalam buku Dische dan Borenfreund, 1951).
2. Kadar abu terlarut dengan metode konduktometri (Lia sandra, 1995) dalam buku Gandana dan Ananta, 1974.
3. Total gula reduksi dengan metoda asam dinitrosalisilat (Frankast, 1995) dalam buku Miller, 1959.
4. Komposisi gula dengan metoda khromatografi lapis tipis (Djoko Soedarmo, 1988).

Perhitungan Parameter :

1. Faktor Pemisahan = $\frac{\text{Recovery fruktosa}}{\text{Recovery glukosa}}$

2. Recovery fruktosa = $\frac{\text{Fruktosa filtrat}}{\text{Fruktosa tetes asal}} \times 100\%$

ISSN 0853-3776 AKREDITASI DIKTI No. 53/DIKTI/KEP/1999 tgl. 11 Maret 1999

3. Recovery glukosa = $\frac{\text{Glukosa filtrat}}{\text{Glukosa tetes asal}} \times 100\%$

4. Recovery total gula reduksi = $\frac{\text{Gula reduksi filtrat}}{\text{Gula reduksi tetes asal}} \times 100\%$

5. Perubahan abu terlarut = $\frac{\text{abu terlarut filtrat}}{\text{abu terlarut tetes asal}} \times 100\%$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh demineralisasi

Demineraltsasi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap recovery fruktosa sedang pada recovery glukosa, total gula reduksi dan perubahan abu terlarut berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$). Data pada Tabel 1 menunjukkan nilai rata-rata pada perlakuan demineralisasi. Dari hasil tersebut diketahui bahwa recovery gula dapat ditingkatkan dengan perlakuan demineralisasi. Perubahan ini disebabkan oleh mineral tetes yang mempunyai pengaruh "*salting out*" pada gula-gula yang terlarut (Sony, 1992).

Kadar abu terlarut meningkat akibat perlakuan demineralisasi karena jumlah mineral yang mengendap bersama dengan komponen tetes yang tidak larut etanol berkurang. Hal ini terjadi karena berkurangnya ion-ion tertentu dalam larutan tetes menyebabkan tidak terbentuknya endapan mineral.

Tabel 1. Nilai rata-rata faktor pemisahan, recovery fruktosa, glukosa dan total gula, reduksi serta perubahan abu terlarut pada perlakuan demineralisasi.

Parameter	Demineralisasi	
	Tanpa Demineralisasi	Demineralisasi
Recovery fruktosa	74,80 b	70,82 c
Recover glukosa	87,24 b	92,48 a
Faktor pemisah	0,87 a	0,834 b
Recovery total gula reduksi	80,25 b	83,75 c
Perubahan abu terlarut	06,25 b	09,90 b

Keterangan : Nilai dengan simbol huruf sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata ($p < 0,25$).

Pengaruh jumlah penambahan etanol

Besar jumlah penambahan etanol berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap faktor pemisahan, sedang pada perubahan abu larut, recovery fruktosa dan total gula reduksi berpengaruh sangat nyata ($p<0,01$). Tabel 2, menunjukkan nilai rata-rata pada perlakuan jumlah penambahan etanol. Perubahan faktor pemisahan terjadi karena keseimbangan kelarutan fruktosa, glukosa terganggu akibat peningkatan konsentrasi etanol dalam sistem larutan. Perubahan keseimbangan ini terjadi karena perbedaan konsentrasi fruktosa dengan glukosa dalam larutan dan pengaruh dari konsentrasi pelarut. Juga komposisi campuran gula mempengaruhi faktor pemisahannya (Chang, 1982).

Kelarutan fruktosa semakin menurun dengan semakin meningkatnya jumlah penambahan etanol. Hal ini sesuai dengan pendapat (McDonald, 1953) bahwa kelarutan gula fruktosa dan glukosa akan mengalami penurunan dengan semakin meningkatnya pelarut etanol dalam sistem pelarut campuran, sedang glukosa tidak melampaui batas ambang kelarutan.

Penurunan recovery total gula reduksi akibat meningkatnya jumlah penambahan etanol disebabkan karena pengaruh dari kelarutan ini, diduga juga karena gula berikatan dengan komponen tetes yang tidak larut dalam etanol, sehingga ikut mengendap.

Tabel 2. Nilai rata-rata faktor pemisahan, recovery fruktosa, glukosa, total gula reduksi dan perubahan abu terlarut pada perlakuan jumlah penambahan etanol

Parameter	Etanol (bagian)			
	1,0	3,0	4,5	6,0
Recovery fruktosa	79,27 a	74,98 b	75,39 b	73,39 b
Recovery glukosa	90,44 a	90,92 a	88,28 a	89,65 a
Faktor pemisahan	0,89 a	0,826 b	0,865 ab	0,829 a
Rec.tot.gula reduksi	85,46 a	82,08 b	81,08 bc	80,62 c
Peruh. abu terlarut	09,98 a	00,85 b	00,39 b	01,50 b

Keterangan : Nilai dengan huruf sama pada hasis yang sama tidak berbeda nyata ($p<0,05$).

Abu terlarut mengalami penurunan dengan semakin meningkatnya jumlah penambahan etanol, karena komponen tetes yang mengendap semakin banyak.

Pengaruh Konsentrasi Kalsium Khlorida Dihidrat

Konsentrasi Calsium khlorida dihidrat berpengaruh sangat nyata ($p<0,01$) terhadap faktor pemisahan. Recovery fruktosa, glukosa, total gula reduksi dan perubahan abu terlarut. Nilai rata-rata pada perlakuan konsentrasi kalsium khlorida dihidrat ditunjukkan pada Tabel 3. Perubahan faktor pemisahan terjadi karena adanya reaksi pembentukan komplek fruktosa dengan kalsium khlorida dihidrat dan pada konsentrasi penambahan 4 persen terjadi keseimbangan, sehingga kelarutan fruktosa cukup tinggi, disamping bereaksi dengan fruktosa.

Kalsium khlorida dihidrat juga membentuk komplek dengan mineral tetes yang menyebabkan penurunan faktor pemisahan pada penambahan 2 dan 6 persen tetapi akibat pembentukan ketat dengan mineral menyebabkan recovery gula reduksi meningkat karena kelarutan glukosa meningkat.

Meningkatnya konsentrasi kalsium khlorida dihidrat menyebabkan peningkatan recovery glukosa dan total gula reduksi yang terjadi karena berkurangnya pengaruh *"Salting Out"* dari mineral tetes dan terjadinya mutarotasi glukosa akibat adanya garam yang dapat meningkatkan kelarutannya. Adanya garam menyebabkan mutarotasi glukosa (McDonald, 1953). Meningkatnya konsentrasi kalsium khlorida dihidrat menyebabkan meningkatnya perubahan abu terlarut karena kalsium khlorida dihidrat sangat larut dalam etanol.

Tabel 3. Nilai rata-rata faktor pemisahan, recovery fruktosa, glukosa, total gula reduksi dan perubahan abu terlarut pada perlakuan konsentrasi kalsium khlorida dihidrat.

Parameter	Etanol (bagian)			
	0	2	4	6
Recovery fruktosa	77,08 a	73,12 b	77,29 a	75,20 a
Recovery glukosa	85,54 c	90,28 b	88,45 b	94,60 a
Faktor pemisahan	0,890 a	0,81 a	0,889 a	0,799 b
Rec.tot.gula reduksi	80,88 c	81,07 bc	82,29 b	83,90 a
Perub. abu terlarut	47,09 d	14,15 c	18,28 b	150,49 a

Keterangan : Nilai dengan simbul huruf sama pada basis yang sama tidak berbeda nyata ($p<0,05$)

Pengaruh Interaksi Demineralisasi Dengan Jumlah Penambahan Etanol

Interaksi ini berpengaruh sangat nyata ($p<0,01$) terhadap faktor pemisahan, recovery fruktosa, glukosa, total gula reduksi dan perubahan abu terlarut. Tabel 4 menunjukkan nilai rata-rata pada interaksi perlakuan demineralisasi faktor pemisahan tertinggi didapat pada jumlah penambahan etanol 1 bagian, sedang pada tetes tanpa demineralisasi tidak berbeda pada semua jumlah penambahan etanol. Perubahan ini disebabkan karena kandungan mineral tetes dan konsentrasi etanol nol berpengaruh terhadap kelarutan gula.

Tabel 4. Rata-rata faktor pemisahan, recovery fruktosa, glukosa, total gula reduksi dan perubahan abu terlarut pada interaksi perlakuan demineralisasi dan jumlah penambahan etanol.

Parameter	Demineralisasi	Etanol (bagian)			
		1	2	3	4
Recovery fruktosa	Tanpa demineralisasi	76,25 bc	72,49 c	74,90 bc	75,15 bc
	Demineralisasi	82,35 a	77,49 b	75,98 bc	71,62 c
Recovery glukosa	Tanpa demineralisasi	92,29 a	87,49 b	83,60 ca	85,26 bc
	Demineralisasi	88,60 b	94,33 a	92,89 a	93,96 a
Faktor pemisahan	Tanpa demineralisasi	0,839 bcd	0,835 bcd	0,910 ab	0,778 abc
	Demineralisasi	0,935 a	0,825 cd	0,818 cd	0,831 d
Rec.tot.gula reduksi	Tanpa demineralisasi	83,54 a	79,20 c	78,90 c	79,92 c
	Demineralisasi	85,20 a	84,99 a	85,38 a	81,90 b
Perub. abu terlarut	Tanpa demineralisasi	03,98 c	09,38 d	08,89 d	09,88 d
	Demineralisasi	16,99 a	07,38 b	06,04 b	06,95 a

Keterangan : Nilai dengan simbul huruf sama pada basis yang sama tidak berbeda nyata ($p<0,05$)

Pada jumlah penambahan etanol 1 bagian tetes demineralisasi diperoleh recovery fruktosa yang tinggi, karena pada interaksi ini kelarutan fruktosa optimum, sedang recovery glukosa semakin meningkat jumlahnya akibat peningkatan jumlah penambahan etanol dan demineralisasi. Recovery total gula reduksi pada perlakuan demineralisasi menunjukkan penurunan dengan semakin meningkatnya jumlah penambahan etanol. Demikian pula dengan tetes demineralisasi. Abu terlarut dalam filtrat mengalami penurunan dengan semakin meningkatnya jumlah penambahan etanol. Sedangkan perlakuan demineralisasi memberikan hasil reaksi yang sebaliknya.

KESIMPULAN

Demineralisasi berpengaruh terhadap recovery fruktosa, glukosa dan total gula reduksi, serta perubahan abu terlarut. Jumlah penambahan etanol berpengaruh terhadap faktor pemisahan, perubahan abu terlarut, recovery fruktosa dan total gula reduksi, sedang konsentrasi kalsium khlorida dihidrat berpengaruh terhadap faktor pemisahan perubahan abu terlarut, recovery fruktosa, glukosa dan total gula reduksi.

Perubahan faktor pemisahan dan recovery gula disebabkan oleh perubahan kelarutan gula di dalam sistem pemisahan. Peningkatan konsentrasi kalsium khlorida dihidrat dan demineralisasi dapat meningkatkan recovery gula, tetapi tidak diikuti dengan perubahan faktor pemisahan yang baik, sedangkan peningkatan jumlah penambahan etanol menyebabkan penurunan recovery total gula reduksi dan perubahan abu terlarut.

Hasil pemisahan yang baik diperoleh pada kombinasi perlakuan tetes demineralisasi, jumlah penambahan etanol satu bagian dan konsentrasi kalsium khlorida dihidrat adalah nol.

DAFTAR PUSTAKA

Chang, 1982. Effects of solvent and salts on the separation of fructose from glucose, fructose mixture.. Korean J. of Food Science and Technology. Page 70 - 76

Pruand. 1995. A new spectrophotometric method for the detection and determination of keto sugars and trioses J Biol. Chem. 192 - 583 page.

FranKast. 1995. Memperkenalkan teknologi membran. Majalah Gula Indonesia XI (3) : 5 - 12.

Holland. 1987. Separation of isomers using double salts of CaCl2. U.S. Patent page 533 - 839.

Lia Sandra. 1995. Penentuan Pengawasan Pabrikasi. Buletin Nomor 11 BP 3 G. Bogor.

McDonald. F.J. 1952. Physical and chemical properties of reducing sugars. Vol I. Elsevier Publ. Co. New York.

Olisch. 1996. Molasses. Di dalam Principles of sugar technology. Volume II elsevier Publ. Co. New York.

Story, 1992. Specialized sugar for the food industry. No yes data corporation. New Jersey.