PRODUKSI SIRUP FRUKTOSA DARI INULIN *Dahlia pinnata* Cav. SECARA HIDROLISIS ASAM

Sapta Raharja dan Nova Fitria Andyani

Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

ABSTRACT

Until now, various processes to produce fructose from different starch like inulin have been developed. Inulin can be found in many plants, such as Dahlia pinnata Cav. that can be cultivated also in Indonesia. An alternative process for a fructose production from inulin is by acid hydrolysis. In the present study, the hydrolysis process with acid solution was investigated. Inulin was diluted in acid solution (hidrogen chloride acid, oxalic acid, trichloroacetic acid or TCA, and trifluoroacetic acid or TFA) with different concentrations (0.05 N, 0.1 N, and 0.2 N) and varied hydrolysis time at 121°C (1, 2, 3, and 4 hours). The principal parameters analysed were reducing sugar content, yield of reducing sugar content, and the colour of fructose syrup. The best result obtained using the three acids (HCl, oxalic acid, and TFA) is at the concentration of 0.05 N with hydrolysis time of 1 hour. Meanwhile for TCA the best results for reducing sugar and yield were obtained at the concentration of 0.2 N with hydrolysis time of 1 hour (39.94 g/L, and 99.84%, respectively). The best result for colour (4.75 unit colour) was obtained using TCA 0.05 N. Inulin used in this study was obtained by modified precipitation-purification process which produced the inulin with moisture content of 3.0%, inulin content of 71.2% and starch inulin purity of 99.8%.

PENDAHULUAN

Fruktosa merupakan salah satu jenis gula yang tingkat kemanisannya 1,7 kali lebih manis disbanding-kan sukrosa, namun bersifat rendah kalori (Winarno, 1997). Fruktosa banyak dimanfaatkan oleh industri makanan, minuman, dan industri obat-obatan. Sumber fruktosa dapat ditemui dalam tanaman yang mengandung bahan dasar fruktosa.

Menurut Hill (1952), fruktosa yang sering disebut levulosa atau gula buah ditemukan dalam berbagai buah bersamaan dengan glukosa. Fruktosa sedikit lebih manis dibandingkan gula tebu dan sangat bernilai karena baik dikonsumsi oleh penderita diabetes. Fruktosa dapat diproduksi secara komersial dari inulin, suatu polisakarida yang ditemukan dalam umbi dahlia (*Dahlia pinnata*), Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*), dan tanaman lainnya.

Inulin termasuk salah satu jenis karbohidrat dan tergolong dalam polisakarida dengan komponen utama monomer berupa fruktosa. Inulin dapat diperoleh dari tanaman yang termasuk kelompok famili *Compositae* dan *Graminae* dengan cara ekstraksi dari umbi atau akar tanamannya.

Di Indonesia, tanaman dahlia dibudidayakan sebagai penghasil bunga potong, sedangkan umbinya sampai saat ini belum dimanfaatkan sebagai sumber inulin. Indonesia sangat potensial sebagai penghasil inulin atau sirup fruktosa karena prospeknya sangat bagus. Tumbuhan dahlia ini sangat mudah dibudidayakan, karena iklim Indonesia sangat cocok untuk budidaya tanaman dahlia.

Salah satu alternatif pengembangan proses produksi inulin adalah secara ekstraksi dengan air dan pengendapan dilakukan dengan etanol. Susdiana (1997) telah mengembangkan proses tersebut untuk meningkatkan rendemen dan derajat keputihan dari tepung inulin yang dihasilkan.

Fruktosa dari bahan baku inulin lebih menguntungkan dibandingkan dari pati karena proses produksinya hanya melalui satu tahapan proses yang dapat dilakukan secara hidrolisis kimiawi (dengan asam) atau secara hidrolisis enzimatis. Menurut Mansfeld *et al.* (1992), dari metode yang ada, proses hidrolisis secara enzimatis dianggap yang paling baik. Namun demikian proses ini tidak dapat diterapkan dalam industri karena dari segi ekonomi kurang menguntungkan. Secara komersial, sampai saat ini metode hidrolisis secara asam banyak dipilih oleh para produsen gula cair. Dengan demikian, produksi sirup fruktosa akan semakin mudah dilakukan dan sederhana dengan hasil yang lebih baik.

Pada makalah ini dikaji teknologi proses produksi sirup fruktosa dengan hidrolisis secara asam. Asam yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam-asam organik. Modifikasi proses pembuatan tepung inulin dilakukan untuk mengasilkan tepung inulin dengan kemurnian yang tinggi. Hidrolisis asam terhadap inulin yang diperoleh diharapkan mampu menghasilkan sirup fruktosa dengan waktu reaksi yang cepat, investasi yang lebih murah dan kebutuhan ruang yang lebih kecil dibandingkan metode lain yang telah dikembangkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi dahlia (*Dahlia pinnata* Cav.) dari berbagai varietas yang diperoleh dari daerah Cipanas-Cianjur, Jawa Barat. Bahan kimia yang digunakan adalah etanol, arang aktif, HCl, asam oksalat, asam trikloroasetat (TCA), asam trifluoroasetat (TFA), kalsium oksida (CaO), dan pereaksi asam dinitrosalisilat.

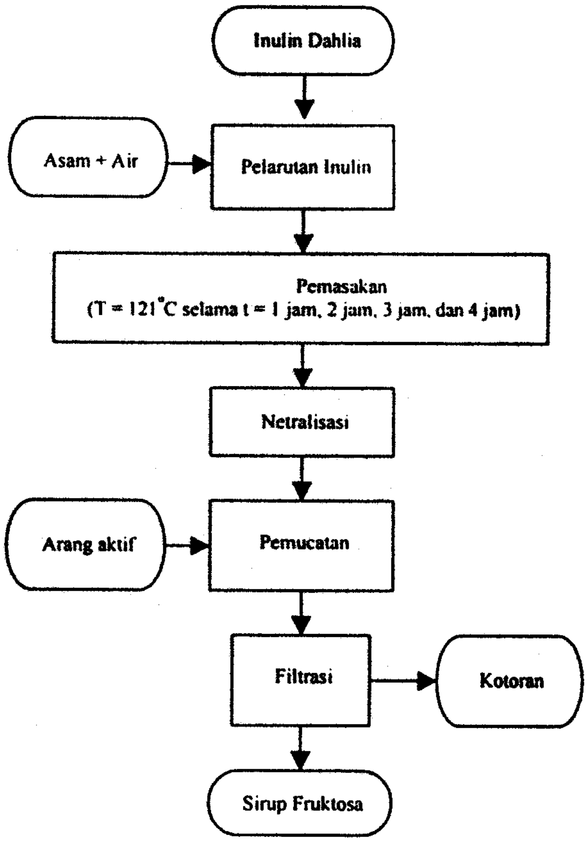
Produksi Inulin Dahlia

Metode proses produksi tepung inulin yang dilakukan berdasarkan pada metode yang telah dikembangkan oleh Susdiana (1997) dengan beberapa modifikasi terutama pada tahap pemisahan inulin basah dan tahap pemucatan terhadap inulinnya. Umbi dahlia dibersihkan lalu diiris dan dihancurkan dalam *waring blender* hingga dihasilkan bubur yang kemudian dipanaskan pada suhu 80 – 90°C selama 30 menit dengan penambahan air, dan disaring hingga diperoleh *slurry I*. Kemudian *slurry* tersebut dilakukan proses presipitasi, sehingga diperoleh inulin basah I.

Pemisahan inulin dari pelarut, menggunakan alat sentrifugasi agar lebih cepat proses pengendapannya. Pemucatan dilakukan terhadap inulin basah I dengan arang aktif sebanyak 1% dan 2% (w/w), kemudian disaring, dipresipitasi kembali sehingga diperoleh inulin basah II. Inulin ini selanjutnya dikeringkan dalam oven hingga diperoleh inulin kering yang mudah ditepungkan. Produk tepung inulin ini kemudian dijadikan sebagai bahan baku untuk pembuatan sirup fruktosa.

Produksi Sirup Fruktosa secara Hidrolisis Asam

Inulin dilarutkan masing-masing dalam asam (HCl, asam oksalat, TCA, dan TFA) dengan konsentrasi yang telah ditetapkan (0,05 N, 0,1 N, dan 0,2 N). Selanjutnya larutan tersebut dimasak dalam otoklaf pada suhu 121°C dengan waktu yang telah ditentukan (1, 2, 3, dan 4 jam). Hasil larutan selanjutnya dinetralkan dengan CaO 1,5 N, kemudian dipucatkan dengan arang aktif 1,5% (w/w), lalu disaring sehingga diperoleh filtrat berupa sirup fruktosa. Diagram alir proses hidrolisis inulin menjadi sirup fruktosa disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan sirup fruktosa

Metode Analisis

Karakteristik mutu yang diamati pada tepung inulin meliputi kadar air, kadar abu, rendemen, dan tingkat kemurnian tepung. Pengamatan derajat putih inulin dilakukan secara visual. Selanjutnya, untuk menentukan suhu hidrolisis yang optimum untuk penelitian utama, dilakukan pengujian terhadap tiga tingkat suhu hidrolisis dan analisis kadar gula menurut Metode *Luff-Schoorl* (Sudarmadji *et al.*, 1984). Dari hasil ini, maka suhu optimum yang dipilih untuk penelitian utama adalah suhu yang menghasilkan sirup fruktosa dengan kadar gula pereduksi tertinggi. Karakteristik mutu sirup fruktosa yang diamati meliputi kadar gula pereduksi berdasarkan Metode DNS (Miller, 1959), rendemen, dan warna sirup fruktosa. Ditambahkan pula analisis komponen gula inulin dengan metode HPLC.

Perlakuan

Dalam penelitian ini akan digunakan rancangan acak tersarang faktorial dengan dua kali ulangan pada setiap kombinasi perlakuannya. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan sidik ragam, bila terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak Duncan (α = 0,05),. Data angka warna sirup fruktosa, sebelum dianalisis, terlebih dahulu ditransformasikan ke dalam log Y.

Faktor-faktor perlakuan yang diterapkan yaitu jenis asam (A), konsentrasi asam (B), dan waktu hidrolisis (C) masing-masing dengan berbagai taraf sebagai berikut:

a. Jenis Asam :
   - A_1 : Asam klorida (HCl)
   - A_2 : Asam oksalat
   - A_3 : Asam trikloro-asetat (TCA)
   - A_4 : Asam trifluoro-asetat (TFA)

b. Konsentrasi Asam :
   - B_1 : 0,05 N
   - B_2 : 0,1 N
   - B_3 : 0,2 N

c. Waktu Hidrolisis :
   - C_1 : 1 jam
   - C_2 : 2 jam
   - C_3 : 3 jam
   - C_4 : 4 jam

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Ekstraksi Inulin Dahlia

Dari perlakuan penambahan arang aktif sebanyak 1% dan 2% (w/w) terhadap inulin basah I, menunjukkan bahwa antar kedua perlakuan tersebut tidak memberikan nilai derajat keputihan yang berbeda nyata. Dengan demikian ditentukan bahwa pada proses pemucatan terhadap inulin basah I digunakan arang aktif sebanyak 1% (w/w). Perubahan warna pada sirup tersebut disebabkan karena pada saat pemucatan semua komponen pewarna seperti tanin, serta komponen karbonil yang sangat berperan dalam reaksi pencoklatan (*browning*) secara efektif dapat terikat dalam arang aktif, sehingga kandungan komponen penyebab warna dalam larutan walaupun masih ada namun jumlahnya minimal.

Analisis Tepung Inulin

Hasil analisis menjukkan bahwa inulin mengandung kadar air sebesar 3,0% (b.k.) dan kadar abu 0,2% (b.k.). Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Sulistyo (1992) dengan proses yang berbeda, inulinnya mempunyai kadar abu sebesar 4,5% (b.k.). Sehingga proses ekstraksi dengan pelarut etanol dilanjutkan proses pemurnian dengan arang aktif membantu menurunkan kadar abu inulin secara nyata. Selanjutnya kadar abu sirup fruktosa yang dihasilkan juga dapat diturunkan. Penelitian ini membuktikan bahwa sirup fruktosa hasil hidrolisis dengan menggunakan inulin yang terlebih dahulu dimurnikan memberikan kadar abu sirup dengan kisaran nilai antara 0,01% sampai 0,10%. Disamping itu, tingkat kemurnian inulin hasil ekstraksi dengan metode ini, dibandingkan terhadap inulin komersial (*chicory*) merek Fluka sebesar 99,8% dengan kadar inulin secara HPLC diperoleh sebesar 71,2%.

Tingkat kemurnian inulin yang tinggi tersebut disebabkan dilakukannya proses presipitasi dua kali dan proses pemucatan terhadap inulin basahnya, sehingga kotoran seperti zat warna dan protein yang merupakan bahan non inulin terikat dalam arang aktif. Arang aktif memiliki sifat mampu menyerap zat warna secara efektif. Sementara itu protein dapat dipisahkan dari inulin, karena pada saat pemucatan inulin basah tersebut dipanaskan pada suhu yang cukup tinggi (70 - 80°C) yang dapat mengakibatkan protein terdenaturasi, yang terakselerasi dengan adanya sisa pelarut etanol dari proses presipitasi.

Nilai rata-rata rendemen inulin murni yang diperoleh adalah sebesar 4,4%. Nilai ini lebih kecil bila dibandingkan terhadap rendemen yang dihasilkan oleh Susdiana (1997) sebesar 8,62%. Perbedaan nilai rendemen inulin antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, karena pertama, umbi dahlia yang digunakan bervariasi jenisnya; kedua, karena proses presipitasinya dilakukan sebanyak dua kali ditambah dengan proses pemucatan sehingga kehilangan inulin selama proses meningkat; dan ketiga karena tingkat pengeringan inulin yang dilakukan berbeda. Pada penelitian ini kadar air inulin adalah 3,02%, sedangkan kadar air inulin hasil penelitian Susdiana (1997) adalah 12,66%.

Karakteristik Gula Pereduksi Fruktosa

Nilai gula pereduksi fruktosa dari keseluruhan proses sangat bervariasi, berkisar antara 12 - 40 g/L dengan rata-rata 30,70 g/L. Gambar 2 memperlihatkan diagram batang rata-rata kandungan gula pereduksi fruktosa yang diperoleh.

Berdasarkan analisis statistik, jenis asam TCA merupakan asam terbaik untuk menghidrolisis inulin dibandingkan jenis asam lainnya. Selain itu, masing-masing jenis asam yang digunakan, mampu menghasilkan nilai gula pereduksi yang baik dengan kombinasi perlakuan yang berbeda. Jenis HCl mampu menghasilkan kandungan gula pereduksi tertinggi dengan konsentrasi asam 0,05 N selama 1 jam (33,97 g/L), asam oksalat dengan konsentrasi 0,05 N selama 1 jam (38,90 g/L), TCA dengan konsentrasi 0,2 N selama 1 jam (39,94 g/L), dan TFA dengan konsentrasi 0,05 N selama 1 jam (34,56 g/L).

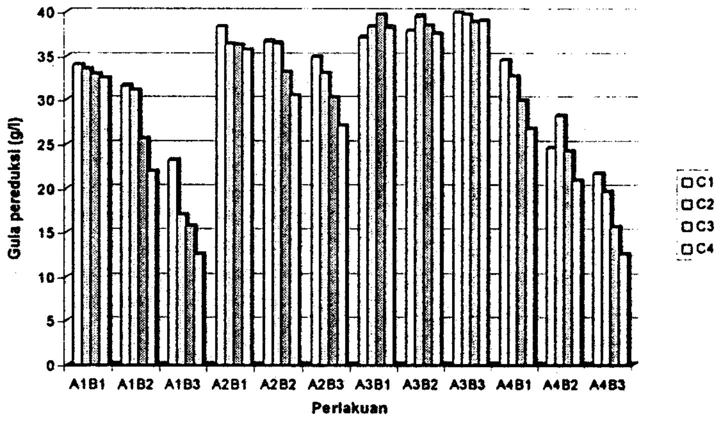
Pada Gambar 2, terlihat bahwa hidrolisis inulin dengan TCA memberikan nilai gula pereduksi ter-tinggi dibandingkan dengan jenis asam lainnya. Penurunan kandungan nilai gula pereduksi pada perlakuan dengan HCl, asam oksalat, dan TFA dapat disebabkan karena terdegradasinya fruktosa menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dengan jumlah atom karbon yang lebih kecil (C_1-C_3), karena diketahui bahwa asam-asam ini cukup kuat sebagai penghidrolisis inulin. Hal ini diperkuat dengan pemakaian suhu hidrolisis yang tinggi (121°C), sehingga asam yang dipakai semakin cepat bereaksi dengan inulin membentuk gula-gula pereduksi. Gula-gula pereduksi inilah yang terdegradasi lebih lanjut dan bereaksi dengan asam yang dipakai. Semakin lama proses hidrolisis dengan asam yang berkonsentrasi tinggi, maka semakin besar tingkat degradasi gula pereduksi yang dihasilkan. Dengan demikian, maka kandungan gula pereduksi menurun, pada akhir proses yang diamati. Proses hidrolisis dengan TCA terjadi lebih lambat karena TCA merupakan asam yang paling lemah dibandingkan terhadap asam lainnya, sehingga dengan suhu yang dipakai tidak terjadi degradasi dari gula pereduksi lebih lanjut. Oleh karena itu, kandungan gula pereduksi yang diperoleh di akhir proses menjadi lebih banyak.

Proses hidrolisis dalam penelitian ini tidak dilanjutkan dengan proses penguapan untuk memperoleh sirup dengan tingkat kepekatan yang tinggi (3 - 5°Brix).

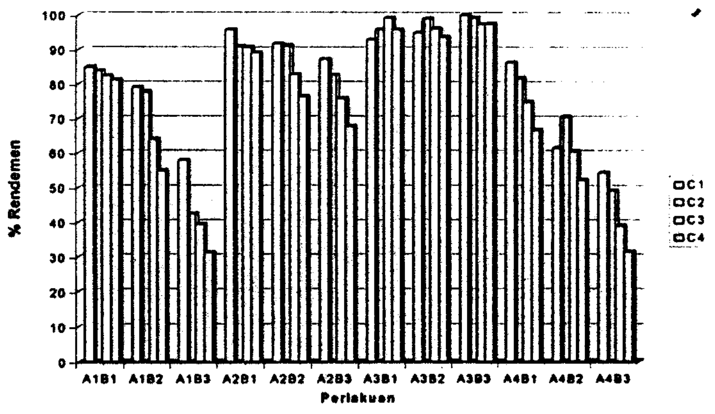
Rendemen hasil Sirup Fruktosa

Nilai rendemen diukur berdasarkan nilai gula pereduksi yang dihasilkan. Rendemen sirup berkisar antara 31 sampai 99% dengan nilai rata-rata sebesar 77,5%. Gambar 3 memperlihatkan diagram batang rendemen rata-rata kandungan fruktosa yang diperoleh.

Berdasarkan hasil analisis, faktor-faktor perlakuan yang paling baik memberikan rendemen tertinggi adalah perlakuan menggunakan TCA 0,2 N dengan proses selama 1 jam (99,8%). Namun dari masing-masing perlakuan menghasilkan rendemen terbaiknya, yaitu untuk jenis HCl adalah dengan konsentrasi 0,05 N selama 1 jam (94,9%), asam oksalat dengan konsentrasi 0,05 N selama 1 jam (94,9%), dan untuk TFA adalah dengan konsentrasi 0,05 N selama 1 jam (96,4%).



Gambar 2. Kandungan gula pereduksi dari keseluruhan kombinasi perlakuan



Gambar 3. Rendemen rata-rata dari sirup fruktosa dari keseluruhan perlakuan

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa rendemen tersebut merupakan perbandingan antara g/L gula pereduksi fruktosa dengan g/L bahan awal. Hal ini berarti dengan semakin menurunnya kandungan gula pereduksi fruktosa, maka rendemennya juga semakin kecil.

Pada penelitian ini, dibandingkan pula nilai rendemen sirup fruktosa berdasarkan perhitungan gula pereduksi menggunakan uji DNS dan berdasarkan analisis dengan HPLC. Sirup-sirup tersebut adalah sirup fruktosa hasil hidrolisis dengan HCl 0,05 N ($A_1B_1C_1$), dengan asam oksalat 0,05 N ($A_2B_1C_1$), dengan TCA 0,02 N ($A_3B_3C_1$), dan dengan TFA 0,05 N ($A_4B_1C_1$). Nilai rendemen yang dihasilkan oleh kedua uji dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai yang diukur adalah sirup fruktosa hasil hidrolisis dengan perlakuan beberapa asam yang memiliki nilai gula pereduksi tertinggi pada hidrolisis selama 1 jam.

Tabel 1. Nilai rendemen sirup fruktosa yang dihasilkan berdasarkan perhitungan gula pereduksi menggunakan sistem DNS dan HPLC

Nama	Rendemen (DNS)	Rendemen (HPLC)
$A_1B_1C_1$	86,2%	70,2%
$A_2B_1C_1$	97,5%	85,8%
$A_3B_3C_1$	99,8%	95,7%
$A_4B_1C_1$	85,8%	58,5%

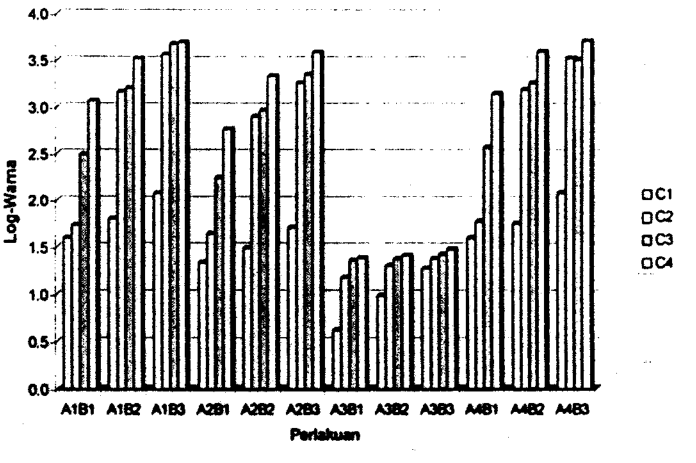
Perbedaan rendemen berdasarkan perhitungan gula pereduksi dengan DNS dan HPLC disebabkan karena jumlah komponen gula pereduksi yang dihitung tidak sama. Berdasarkan uji DNS, yang terukur adalah keseluruhan kandungan gula pereduksi yang terdapat dalam sirup fruktosa, sedangkan dengan HPLC yang dihitung hanyalah fruktosa dan glukosanya saja.

Karakteristik Warna Sirup Fruktosa

Proses yang paling menentukan warna sirup fruktosa adalah proses pemucatan. Pada penelitian ini, digunakan arang aktif yang sama jumlahnya pada tiap perlakuan. Penambahan arang aktif dalam larutan sirup kasar adalah sebanyak 1,5% (w/w) pada tiap perlakuan. Guna keperluan analisis keragaman statistik, nilai-nilai warna ini ditransformasikan dalam log, sehingga dihasilkan data dengan keragaman yang lebih baik. Gambar 4 memperlihatkan diagram batang rata-rata nilai log-warna sirup fruktosa yang diperoleh.

Dari Gambar 4 terlihat jelas bahwa keseluruhan perlakuan asam (HCl, asam oksalat, TCA, dan TFA) memberikan warna sirup fruktosa terbaik pada konsentrasi 0,05 N dengan proses hidrolisis selama 1 jam. Namun berdasarkan jenis asam, terlihat bahwa perlakuan dengan jenis TCA ($A_3B_1C_1$) memberikan hasil yang sangat baik yaitu sebesar 4,75 satuan warna.

Penurunan mutu terhadap warna sirup fruktosa terutama disebabkan karena kondisi proses hidrolisis yang dilakukan pada suhu tinggi, yaitu 121°C. Selama proses hidrolisis ini, terjadi reaksi *browning* non-enzimatik antara gula pereduksi dengan gugus asam amino primer yang menghasilkan bahan berwarna coklat yang biasa disebut sebagai reaksi Maillard.



Gambar 4. Nilai log-warna sirup fruktosa dari keseluruhan perlakuan.

Dari kombinasi perlakuan, dapat disimpulkan bahwa masing-masing asam memiliki kombinasi perlakuan proses hidrolisis tersendiri untuk menghasilkan nilai gula pereduksi dan rendemen tertinggi. Asam jenis HCl, asam oksalat, dan TFA lebih baik jika digunakan konsentrasi 0,05 N dengan lama proses selama 1 jam, akan tetapi TCA justru sangat baik jika menggunakan konsentrasi 0,2 N selama 1 jam. Namun dari keseluruhan perlakuan, asam trikloroasetat (TCA) sangat baik dalam menghidrolisis inulin secara hidrolisis asam pada suhu 121°C. Hal ini dapat terlihat dari hasil sirup fruktosa yang dihasilkan berkadar gula pereduksi dan rendemen tinggi, serta mampu mencegah terjadinya reaksi *browning* selama proses hidrolisis

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Inulin yang murni dan berwarna putih dapat diperoleh dari hasil ekstraksi umbi dahlia dengan menerapkan proses presipitasi sebanyak dua kali ditambah proses pemucatan terhadap inulin basah I dengan arang aktif sebanyak 1% (w/w).

Saran

Perlu dilakukan kajian lebih lanjut terhadap optimalisasi proses produksi sirup fruktosa dari inulin dengan hidrolisis asam menggunakan TCA terhadap variasi suhu dan waktu reaksi.

DAFTAR PUSTAKA

Bird, T. 1987. Kimia Fisik Untuk Universitas. PT. Gramedia, Jakarta.

Hill, A.F. 1952. Economic Botany. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.

Kunz, M. 1993. Hydroxymethylfurfural, a Possible Basic Chemichal for Industrial Intermediates. Di dalam A. Fuchs (ed). Inulin and Inulin-Containing Crops. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.

Mansfeld, J, A. Schellenberger, dan J. Rombach. 1992. Application of Polystyrene-bound Invertase to Continuous Sucrose Hydrolysis on Pilot Scale. J. Biotech. and Bioeng. Vol 40 (9).

Miller, G.L. 1959. Use of Dinitrosalycylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. J. Anal. Chem. 31 : 426-428.

Sulistyo, S.T. 1992. Produksi Sirup Fruktosa dari Inulin Umbi Dahlia Dalam Reaktor Sinambung Unggun Terkemas Menggunakan Enzim Inulinase Imobil. Skripsi. TIN-FATETA, IPB, Bogor.

Susdiana, Y. 1997. Ekstraksi dan Karakterisasi Inulin Dari Umbi Dahlia (*Dahlia pinnata* Cav.). Skripsi. TIN-FATETA IPB, Bogor.

Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 1984. Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian (edisi III). Liberty, Yogyakarta.

Winarno, F.G. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia, Jakarta.