

Penentuan Derajat Polimerisasi Inulin Dari Umbi Dahlia (*Dahlia* sp.) Menggunakan Metode HPLC Dengan Detektor RID

Basultan Hidayat, Minda Azhar*, Iryani, Hary Sanjaya

Department of Chemistry, Universitas Negeri Padang
Jl Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat, Padang, West Sumatera, Indonesia Telp. 0751 7057420

*minda@fmipa.unp.ac.id

Abstract— The degree of polymerization (DP) of inulin plays important role in inulin utilization. This study aims to determine and compare DP of inulin from dahlia tubers that were extracted in fresh and extracted after storing in 15 days. Extraction of inulin is carried out based on its solubility in hot water. DP of inulin was measured using a High Performance Liquid Chromatography (HPLC) instrument with variety of measurement conditions. HPLC with RID detector, Hi-plex H Column, 100% aquabidest mobile phase, flow rate of 0.6 ml / minute, and injection volume of 20 μ l gave the best measurement results. Dahlia tubers extracted in fresh produce fructose content 1.02%, while extracted after storing in 15 days produce fructose content 1.71%. Hence, DP of inulin from dahlia tubers extracted in fresh is greater than DP of inulin from dahlia tubers extracted after storing in 15 days.

Keywords— Inulin, Derajat Polimerisasi (DP), Hidrolisis, HPLC

I. PENDAHULUAN

Inulin merupakan suatu polisakarida yang tersusun dari unit-unit fruktosa dengan satu unit glukosa yang dapat hadir di ujung polimernya. Oleh karena itu, rumus polimer inulin adalah G_nF atau F_n (G =unit glukosa, F =unit fruktosa dan n =jumlah unit fruktosa yang berikatan satu sama lain)[1][2]. Inulin merupakan suatu biopolimer yang istimewa karena potensial digunakan dalam dunia gizi dan teknologi pangan [2][3].

Inulin tersimpan dalam berbagai tanaman, khususnya pada keluarga *Compositae*[4]. Inulin memiliki sifat larut yang tinggi dalam air panas dan sukar larut dalam air dingin [5][6]. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses ekstraksi yaitu suhu, waktu ekstraksi, dan perbandingan antara pelarut dan zat terlarut[7]. Adapun pada penelitian ini, peneliti menggunakan prosedur ekstraksi dari beberapa artikel yang telah dimodifikasi diantaranya[8][6][9][10].

Inulin sangat luas penggunaannya di dalam industri pangan, baik di Eropa, USA, Canada, maupun Indonesia yaitu sebagai komponen (*ingredient*) dari berbagai jenis produk pangan[11]. Baru-baru ini, inulin juga digunakan sebagai produk-produk komersial di berbagai industri. Di industri farmasi, inulin digunakan sebagai bahan tambahan dalam tablet untuk memudahkan pengempaan tablet, sebagai bahan tambahan dalam vaksin yang berfungsi untuk meningkatkan respon imun, dan sebagai pembungkus material dalam berbagai macam produk bioaktif. Di industri kimia, inulin digunakan sebagai pengkelat untuk mencegah pembentukan endapan pada pipa saat berinteraksi dengan air. Di industri makanan, inulin digunakan sebagai bahan dasar pengembangan produk yang berbasis kesehatan[12][13][14].

Kebutuhan inulin di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat. Namun, sebagian besar dari kebutuhan inulin di Indonesia masih di impor dari negara lain. Hingga pada tahun 2020 tercatat sebanyak 35.761.272,00 kg dengan harga 16.156.427,00 US \$ impor dari negara lain[15] padahal Indonesia memiliki berbagai tanaman sumber penghasil inulin. Tanaman dahlia (*Dahlia* sp.) merupakan salah satu tanaman lokal di Indonesia yang dapat dijadikan sebagai sumber inulin. Umbi dahlia mengandung inulin sebesar 65,7% berat kering[16][17]. Apabila dibandingkan dengan tanaman lokal lainnya, umbi dahlia merupakan sumber penghasil inulin terbanyak di Indonesia [18].

Inulin memiliki rentang Derajat Polimerisasi (DP) yang bervariasi mulai dari 2 hingga 100[19]. Berdasarkan DP tersebut, inulin dapat ditentukan pemanfaatannya[20][21][22]. Inulin dengan DP rendah lebih banyak digunakan sebagai prebiotik dan pemanis pada makanan, sedangkan inulin dengan DP tinggi lebih banyak digunakan sebagai *raw material* pembuatan sirup fruktosa[8]. Selain itu, inulin dengan rentang DP 22-25 dapat digunakan sebagai zat tambahan untuk meningkatkan kekentalan dari es krim, susu, mentega dan keju[10]. Inulin juga digunakan untuk mempertinggi rasa, warna, kestabilan produk, dan sangat luas digunakan dalam beragam makanan dan minuman, hingga digunakan sebagai sumber pembuatan etanol[23][24]. DP inulin dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu jenis tanaman, iklim dan kondisi pertumbuhan, waktu panen, serta waktu penyimpanan setelah panen[25][26].

Penentuan DP inulin dapat dilakukan setelah kadar masing-masing monomer penyusunnya diketahui, yaitu fruktosa dan glukosa[27]. Kadar fruktosa dan glukosa tersebut dapat diperoleh setelah inulin dihidrolisis sempurna.

Hidrolisis inulin dapat dilakukan dengan dua metode yaitu hidrolisis menggunakan katalis enzim dan hidrolisis menggunakan katalis asam[28]. Hidrolisis inulin menggunakan asam jika dibandingkan dengan enzimatis lebih sering digunakan terutama di bidang industri karena harga yang lebih murah dan waktu hidrolisis yang lebih singkat[23]. Adapun jenis asam yang sering digunakan pada hidrolisis inulin adalah asam yang berasal dari golongan asam mineral yaitu asam klorida, asam sulfat, dan asam fosfat[29]. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan HCl sebagai penghidrolisis inulin karena HCl merupakan jenis asam kuat yang dapat mempercepat waktu hidrolisis.

Komposisi gula dari hasil hidrolisis inulin dapat dianalisa menggunakan Gas Chromatography (GC)[30] dan High Performance Liquid Chromatography (HPLC)[31]. Akan tetapi, dari kedua metode tersebut, GC memiliki waktu yang lebih lama dan lebih rumit dalam proses preparasi sampel, karena sampel inulin harus diderivat terlebih dahulu menjadi bentuk trimethylsilylilane atau alditol asetat. HPLC menjadi lebih sering digunakan untuk analisa inulin karena memiliki waktu yang lebih singkat dalam hal preparasi dan data yang dihasilkan lebih akurat[32]. HPLC yang digabungkan dengan suatu detektor UV-Vis, DAD, RID, ELSD, ataupun CAD memiliki tingkat kesensitifan yang tinggi dan mampu memberikan hasil kuantitatif untuk beberapa gula dan polyols yang terkandung dalam berbagai jenis makanan, minuman, hingga obat-obatan[33]. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan derajat polimerisasi inulin dari umbi dahlia (*dahlia* sp.) menggunakan metode HPLC dengan detektor RID.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan adalah blender, alat-alat gelas, lemari es, neraca teknis, neraca analitis, sentrifugasi, corong bouchner, ayakan, oven, termometer, penangas air, kulkas, dan HPLC.

Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain: umbi dahlia, inulin chicory, asam sitrat 0.5%, aquades, aquabidest, metanol, etanol, asetonitril.

B. Prosedur Penelitian

1. Ekstraksi inulin dari umbi dahlia

Ekstraksi inulin dari umbi dahlia segar dan umbi dahlia yang didiamkan 15 hari dilakukan dengan metode yang telah dimodifikasi[8][6][9][10]. Umbi dahlia dibersihkan. Berikutnya, umbi dahlia dipotong menjadi dua bagian sama rata. Sebagian diekstrak ketika segar dan sebagian lagi akan diekstrak setelah disimpan pada suhu ruang selama 15 hari. Selanjutnya, umbi dahlia yang diekstrak segar dikuliti dan dipotong tipis menjadi ukuran ± 2 mm. Setelah itu, potongan-potongan tersebut direndam dengan asam sitrat 0,5% selama 5 menit. Berikutnya rendaman potongan umbi dahlia tersebut dipanaskan dengan penangas selama 2 menit pada suhu 75°C. Setelah itu, potongan-potongan tersebut dikeringkan di dalam oven pada suhu 55°C selama 7 jam. Selanjutnya potongan-potongan tersebut digiling halus menggunakan

blender dan disaring menggunakan ayakan 850 μ m. Kemudian bubuk hasil penyaringan diekstrak dalam air panas selama 30 menit pada suhu 70°C. Setelah itu, campuran tersebut disaring dan dibiarkan dingin dahulu pada suhu kamar. Berikutnya, filtrat hasil penyaringan dimasukkan ke dalam freezer pada suhu 2°C selama 18 jam. Filtrat tersebut dikeluarkan dan didiamkan pada suhu ruang selama 2 jam. Selanjutnya filtrat disentrifugasi pada kecepatan 5000 rpm selama 15 menit. Kemudian endapan hasil sentrifugasi dikeringkan di dalam oven pada suhu 55°C selama 7 jam sehingga diperoleh inulin kering.

2. Hidrolisis inulin dengan HCl 0.2 M

Sebanyak 1 mL ekstrak inulin 1% ditambahkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 15 mL HCl 0,2 M yang selanjutnya dihidrolisis menggunakan waterbath pada suhu 107°C selama 45 menit. Setelah itu, larutan hasil hidrolisis ditambahkan NaOH 0,2 M sedikit demi sedikit hingga pH larutan menjadi netral. Kemudian larutan tersebut ditambahkan aquades hingga volume 50 mL dan disaring menggunakan kertas saring[9]

3. Penentuan DP inulin menggunakan HPLC

Penelitian yang dilaksanakan pada Laboratorium Kimia UNP menggunakan HPLC dengan detektor UV dengan melakukan beberapa variasi panjang gelombang, fasa gerak, kolom, laju alir. Sedangkan penelitian yang dilaksanakan pada Laboratorium Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan menggunakan sistem HPLC dengan detektor RID, kolom H-plex H, dan fasa gerak Aquabidest dengan laju alir 0,6 mL/menit. Larutan standar fruktosa dan glukosa, larutan inulin yang belum dihidrolisis, serta larutan inulin setelah dihidrolisis masing-masing diambil 20 μ l untuk diinjeksikan ke dalam HPLC.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

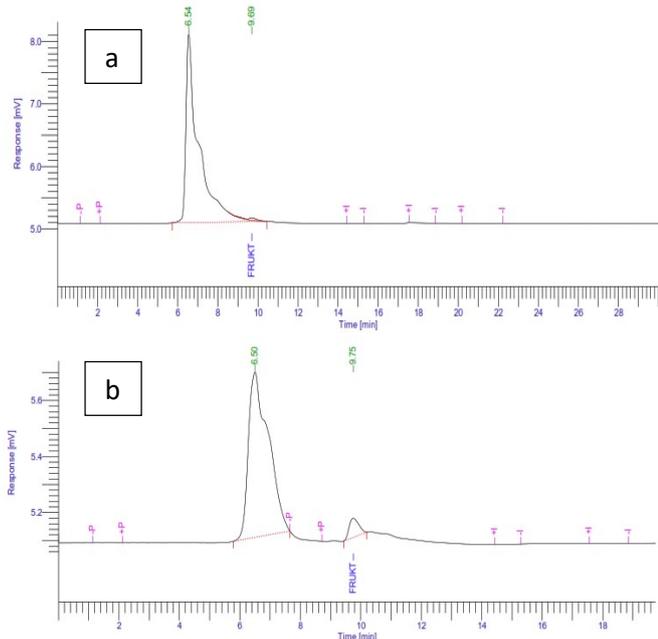
A. Proses ekstraksi inulin dari umbi dahlia

Umbi dahlia dibersihkan dan dipotong menjadi dua bagian. Sebagian diekstrak ketika segar sedangkan sebagian diekstrak setelah penyimpanan pada suhu ruang selama 15 hari. Perbedaan waktu ekstraksi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan umbi dahlia terhadap DP inulin dari umbi dahlia[25][26]. Umbi dahlia dipotong kecil dan tipis yang kemudian direndam dengan larutan asam sitrat sebelum dipanaskan. Perendaman potongan-potongan kecil umbi dahlia dengan asam sitrat bertujuan untuk mencegah terjadinya pencoklatan pada umbi dahlia yang disebabkan oleh enzim Poliphenol Oksidase (PPO). Asam sitrat memiliki kemampuan untuk menurunkan pH sehingga enzim PPO pada umbi dahlia menjadi tidak aktif[34].

B. Hidrolisis inulin

Inulin merupakan kumpulan unit fruktosa dengan satu unit glukosa di ujung rantainya[1]. Untuk mengetahui kadar fruktosa dan glukosa total pada inulin, maka inulin harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi monomer-

monomernya[27]. Adapun kromatogram dari Inulin Chicory sebelum dan setelah hidrolisis dimuat pada Gambar 1.



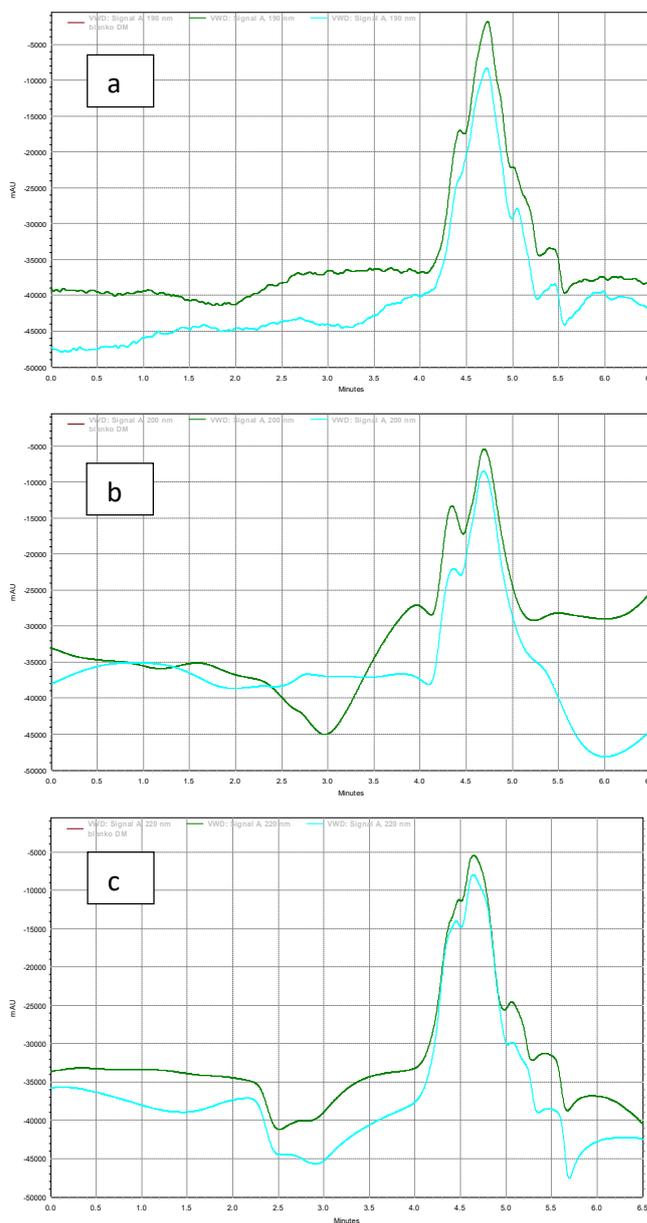
Gambar 1. a. Kromatogram Inulin Chicory sebelum dihidrolisis, b. Kromatogram Inulin Chicory setelah dihidrolisis. Garis merah putus-putus merupakan garis bantu dalam menentukan luas masing-masing *peak*

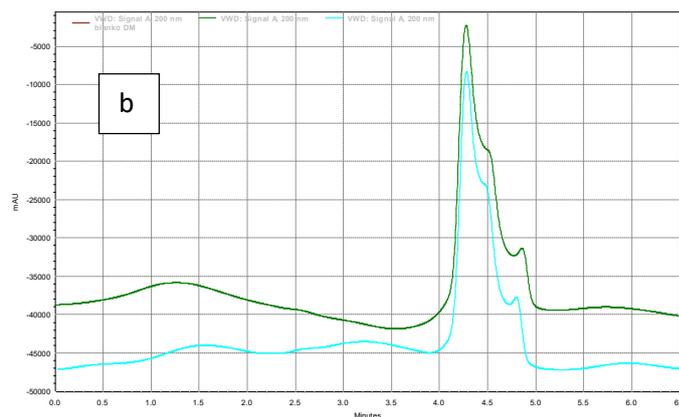
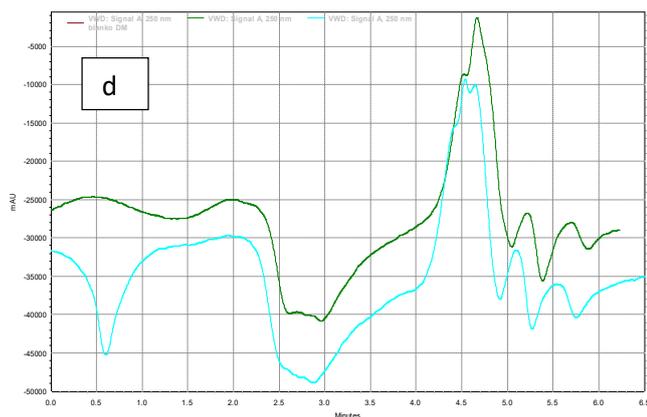
Gambar 1 menunjukkan perbedaan bentuk kromatogram antara sebelum dan setelah inulin dihidrolisis. Pada kromatogram inulin chicory sebelum dihidrolisis terlihat satu *peak* utama yaitu *peak* FOS (Gambar 1a). Adapun *peak* yang paling kecil yang muncul pada Gambar 1(a) adalah *peak* fruktosa bebas yang terdapat di dalam umbi dahlia tersebut. Pada kromatogram inulin chicory setelah dihidrolisis (Gambar 1b) menunjukkan *peak* fruktosa muncul lebih tinggi dibandingkan sebelum hidrolisis. Hal ini menyatakan bahwa telah terjadinya pemutusan rantai fruktosa pada inulin setelah inulin dihidrolisis sehingga kadar fruktosa lebih banyak terdapat di dalam umbi dahlia[35]. Hanya saja pada Gambar 1, *peak* fruktosa masih lebih rendah dibandingkan *peak* FOS. Begitu juga *peak* glukosa pada gambar tersebut tidak muncul. Hal ini menunjukkan bahwa hidrolisis belum sebenarnya terjadi pada kondisi optimum. Kondisi optimum dapat diwujudkan dengan mengatur variabel-variabel yang mempengaruhi hidrolisis yaitu pH, jenis asam yang digunakan, suhu, dan lama hidrolisis. Waktu optimum untuk fruktosa yaitu 45 menit sedangkan waktu optimum untuk glukosa yaitu 60 menit[10] sehingga ketika hidrolisis dilakukan selama 45 menit, menurut Wack kemungkinan besar unit glukosa belum sepenuhnya terpisah. Wack mengatakan sesuatu yang berbeda dengan Saengkanuk, suhu hidrolisis di atas 97°C akan menurunkan jumlah gula yang dihasilkan[29][36]. Konsentrasi HCl dapat divariasikan sampai pada batas tertingginya yaitu 0,4 M karena apabila penggunaan konsentrasi HCl di atas 0,4 M pada hidrolisis inulin akan mengakibatkan kadar fruktosa mulai berkurang dan terbentuknya produk samping dari hidrolisis[9].

C. Penentuan DP Inulin Dari Umbi Dahlia

1. Penentuan kondisi optimum HPLC

Sebelum menginjeksikan sampel, perlu diketahui dahulu kondisi optimum pengukurannya. Tahap pertama, Peneliti membuat metode pengukuran yaitu pada flow rate 0.4 ml/min, kolom C18, fase gerak metanol:air dengan panjang gelombang antara 1100 nm, 200 nm, 220 nm, 250 nm. Adapun hasilnya dimuat pada Gambar 2.

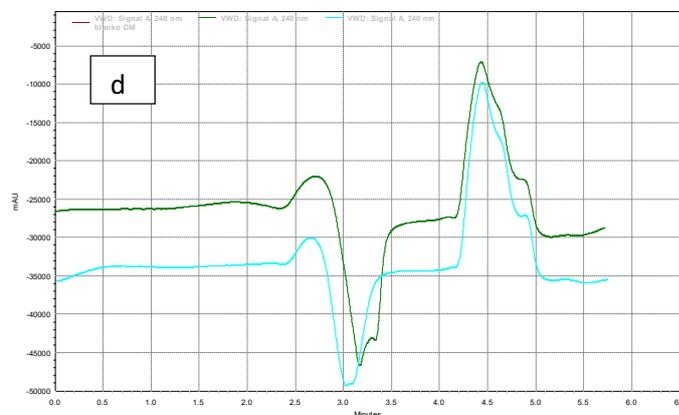
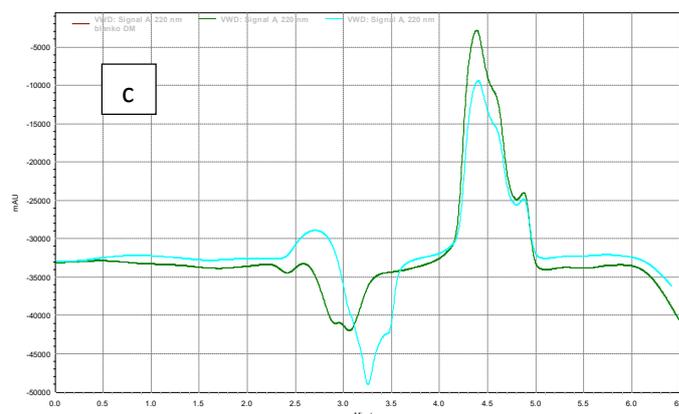
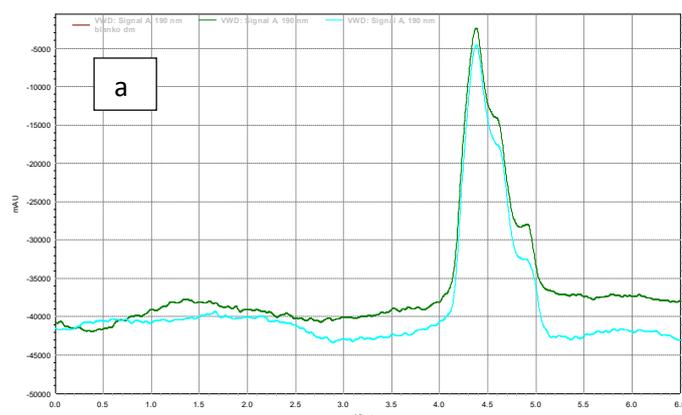




Gambar 2. Kromatogram blanko dan fruktosa pada variasi λ dan perbandingan fase gerak methanol:air, garis hijau tua= kromatogram blanko, garis biru muda= kromatogram fruktosa (a). $\lambda = 1100$ nm, fase gerak 75:25, (b). $\lambda = 200$ nm, fase gerak 35:65, (c). $\lambda = 220$ nm, fase gerak 75:25, (d). $\lambda = 250$ nm, fase gerak 70:30.

Gambar 2 a-d menunjukkan bahwa *peak* fruktosa dan blanko tidak terpisah dimanawaktu retensi dan tinggi *peak* yang relatif sama antara keduanya. Pemisahan yang baik adalah kromatogram masing-masing komponen tidak saling tumpang tindih atau berdekatan[35][37]. Berdasarkan hasil yang diperoleh menggunakan eluen metanol:air disimpulkan bahwa eluen metanol:air belum memberikan hasil pemisahan yang baik antara fruktosa dan blanko sehingga apabila tetap digunakan dalam penentuan kadar fruktosa dan glukosa pada inulin, maka akan sulit dalam membedakan *peak* yang muncul pada waktu retensi tersebut yaitu antara *peak* blanko, fruktosa, atau glukosa. Oleh karena itu, peneliti mengganti eluen menjadi etanol: air dengan memperhatikan etanol lebih semi polar dari pada metanol.

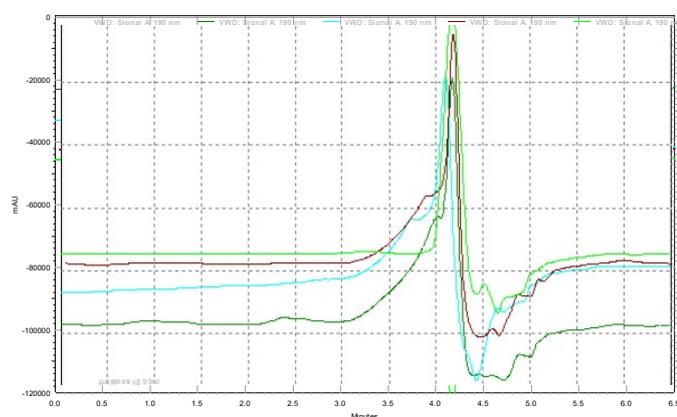
Peneliti mensetting metode HPLC menjadi flow rate 0.4 ml/min, kolom C18, fase gerak etanol:air. Adapun peneliti memvariasikan panjang gelombang dan perbandingan eluen. Hasil analisa fruktosa 10 ppm dengan aquabidest dimuat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kromatogram blanko dan fruktosa dengan variasi λ dan perbandingan fase gerak etanol:air, garis hijau tua= kromatogram blanko, garis biru muda= kromatogram fruktosa (a). $\lambda = 1100$ nm, fase gerak 75:25, (b). $\lambda = 200$ nm, fase gerak 70:30, (c). $\lambda = 220$ nm, fase gerak 75:25, (d). $\lambda = 240$ nm, fase gerak 75:25.

Berdasarkan Gambar 3, kedua *peak* yang muncul pada masing-masing kromatogram masih tumpang tindih karena waktu retensi yang terlalu berdekatan. Hal ini menandakan fase gerak etanol:air tidak dapat menguraikan inulin menjadi monomernya. Oleh karena itu, peneliti kemudian mengganti fase gerak menjadi asetonitril: air [38]. Adapun kondisi pengukuran yang peneliti gunakan adalah, flow rate 0.4 ml/min, kolom C18 dan perbandingan fase gerak asetonitril:air 87:13, panjang gelombang 1100 nm. Hasil

analisa blanko, fruktosa 10 ppm, glukosa 10 ppm, serta campuran fruktosa dan glukosa dimuat pada Gambar 4.



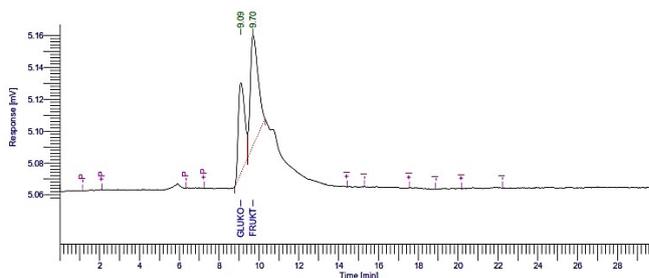
Gambar 4. Kromatogram blanko (aquabidest), fruktosa, glukosa, campuran fruktosa dan glukosa pada $\lambda = 1100$ nm dan fase gerak asetonitril:air 87:13. garis hijau muda= kromatogram dari campuran fruktosa dan glukosa, garis merah= kromatogram glukosa, garis biru muda= kromatogram fruktosa, garis hijau tua= kromatogram blanko.

Berdasarkan Gambar 4, fase gerak asetonitril belum memberikan hasil yang baik. Keempat sampel muncul pada waktu retensi yang berdekatan dengan perbedaan hanya 0.1 sampai 0.2 menit. Begitu juga ketika campuran F+G dianalisa yang seharusnya akan muncul dua *peak* yaitu *peak* fruktosa dan *peak* glukosa, akan tetapi karena waktu retensi kedua sampel ini berdekatan, perbedaan *peak* antara keduanya tidak terlihat.

Peneliti menyimpulkan bahwa faktor yang paling mempengaruhi pemisahan sampel dengan menggunakan HPLC adalah jenis kolom yang digunakan. Kolom C18 tidak dapat memisahkan fruktosa dan glukosa dari inulin, sehingga untuk memisahkan inulin menjadi monomer-monomernya diperlukan mengganti jenis kolom pada HPLC. Berdasarkan hal tersebut, peneliti kemudian mengganti kolom C18 menjadi Kolom Hi-plex H dengan kondisi pengukuran sebagai berikut: fase gerak aquabidest 100%, flow rate 0.6 ml/min, dan volume injek 20 μ l, dengan detektor RID.

Kolom Agilent Hi-Plex H merupakan kolom pertukaran ion yang digunakan dalam pemisahan karbohidrat dan organik asam. Kolom HI-plex dengan kation H biasanya menggunakan air murni atau asam encer sebagai eluen pada HPLC dan menggunakan indeks bias sebagai detektor dalam analisis gula [37]. Detektor Indeks Bias (RID) merupakan detektor yang luas penggunaannya dalam analisa gula. Dalam analisa gula, detektor ini lebih efektif kinerjanya dibandingkan detektor UV. Hal ini dikarenakan detektor RID tidak membutuhkan penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu dan kromatogram yang dihasilkan menggunakan RID memiliki bentuk yang lebih tajam dari pada menggunakan detektor UV [35].

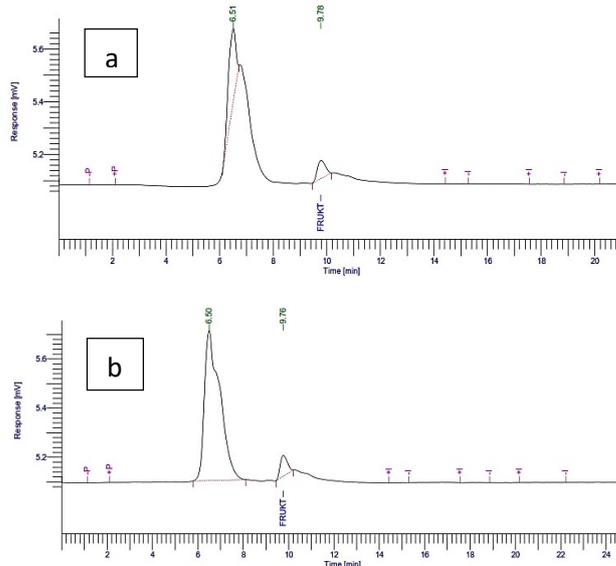
Metode ini terlebih dahulu diujikan terhadap larutan gabungan standar fruktosa dan glukosa yang hasilnya dimuat pada Gambar 5 di bawah ini.

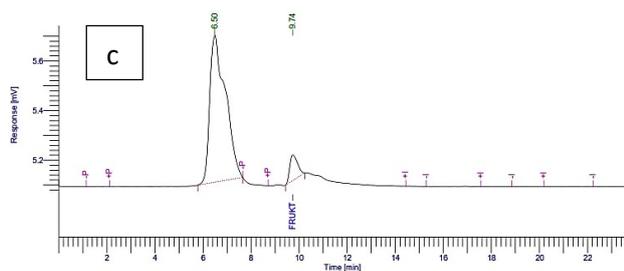


Gambar 5. Kromatogram campuran fruktosa dan glukosa. *Peak* pada waktu retensi 9.09 menit merupakan *peak* glukosa dan pada waktu retensi 9.70 menit merupakan *peak* fruktosa. Garis merah putus-putus adalah sebagai garis bantu dalam penghitungan luas masing-masing *peak*.

Gambar 5 di atas menunjukkan perbedaan yang lebih jelas antara waktu retensi fruktosa dan glukosa. Luas area dan tinggi masing-masing *peak* fruktosa dan glukosa standar dapat ditentukan, meskipun *peak* keduanya belum terpisah secara sempurna. Untuk memperoleh hasil pemisahan yang lebih spesifik dan lebih akurat dalam analisa inulin, HPLC dapat dikombinasikan dengan MS [39][40]. Setelah menggunakan beberapa metode, maka peneliti menggunakan metode yang terakhir untuk analisa inulin.

Setelah peneliti mengukur standar fruktosa dan glukosa, berikutnya peneliti mengukur inulin standar dan sampel inulin yang telah dihidrolisis. Pada Gambar 12(a) yang merupakan kromatogram inulin *Chicory*, terdapat *peak* fruktosa dengan tinggi dan luas area yaitu 68.010 μ V dan 14210.02 μ V.s. Pada Gambar 6(b), *peak* fruktosa pada sampel inulin dari umbi dahlia segar memiliki tinggi 84.37 μ V dan luas area 1833.14 μ V.s sedangkan pada Gambar 6 (c) *peak* fruktosa pada sampel inulin dari umbi dahlia yang telah disimpan 15 hari memiliki tinggi 102.310 μ V dan luas area 22810.06 μ V.s.





Gambar 6 a. Kromatogram hasil hidrolisis Inulin standar chicory, b.Kromatogram hasil hidrolisis inulin umbi dahlia yang diekstrak segar,c.Kromatogram hasil hidrolisis inulin umbi dahlia yang diekstrak setelah disimpan 15 hari. *Peak* pada waktu retensi 6.50-6.51 menit merupakan *peak* FOS sedangkan pada waktu retensi 9.74-9.78 menit merupakan *peak* fruktosa. Garis merah putus-putus merupakan garis bantu dalam penghitungan luas masing-masing *peak*.

Gambar 6 menunjukkan kadar fruktosa dapat dideteksi oleh sistem HPLC dengan kondisi pengukuran tersebut sedangkan kadar glukosa tetap tidak terdeteksi. Hal ini disebabkan kadar glukosa pada inulin sangat kecil dibandingkan dengan kadar fruktosa, juga karena pengukuran pada HPLC pada kenyataannya belum berada pada kondisi optimum[41]. Berdasarkan hasil tersebut, penentuan derajat polimerisasi inulin secara kuantitatif tidak dapat dilakukan. Akan tetapi, penentuan derajat polimerisasi inulin dari umbi dahlia secara kualitatif dapat ditentukan berdasarkan jumlah fruktosa yang terurai.

2. Penentuan kadar fruktosa hasil hidrolisis inulin dengan HPLC

Kadar fruktosa dapat diukur dengan menggunakan data dari metode yang terakhir diujikan yaitu menggunakan HPLC bertipe: Kolom Hi-plex H dengan detektor RID, fase gerak aquabidest 100%, flow rate 0.6 ml/min, dan volume injek 20 µl. Kadar fruktosa dihitung dengan menggunakan persamaan regresi yang berasal dari deret standar fruktosa. Adapun persamaan regresi yang digunakan yaitu:

$$Y = 3.2102x + 114.0$$

dengan x merupakan konsentrasi fruktosa dan y merupakan luas area yang dihasilkan. Adapun *peak* fruktosa pada sampel inulin telah diketahui luas areanya sehingga konsentrasi fruktosa dapat ditentukan.

Berdasarkan data yang diperoleh dari metode yang diujikan terakhir, kadar fruktosa dari inulin umbi dahlia yang diekstrak segar dihasilkan sebesar 1,02% sedangkan kadar fruktosa dari inulin umbi dahlia yang diekstrak setelah 15 hari penyimpanan dihasilkan sebesar 1,71%. Hal ini berarti kadar fruktosa pada umbi dahlia meningkat setelah disimpan selama 15 hari. Ketika umbi dahlia semakin menua, enzim inulinase akan bekerja memutus rantai polimer inulin menjadi monomer-monomernya[20]. Apabila dihubungkan dengan DP inulin, semakin banyak fruktosa yang terurai dari inulin, maka DP inulin semakin kecil[20]. Sehingga disimpulkan, inulin yang diekstrak segar memiliki DP yang lebih besar dari pada inulin yang diekstrak setelah 15 hari penyimpanan. Hal

ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh[41] dan [42].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa DP inulin yang diekstrak segar lebih besar dari pada DP inulin yang diekstrak setelah 15 hari penyimpanan.

V. REFERENSI

- [1] Sardesai V 2003 Eicosanoids *Introduction to Clinical Nutrition, Second Edition* (CRC Press) pp 87–100
- [2] van de Velde F and de Ruiter G A F. van de Velde, GA de Ruiter Carrageenan In A. Steinbüchel, S. De Baets, EJ VanDamme Biopolymers Vol. 6: Polysaccharides II: Polysaccharides from Eukaryotes Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 2002, pag. 245-274
- [3] Guardado L M, Puig A, Hernando I and Quiles A 2013 Effect of different corn starches on microstructural, physical and sensory properties of Gluten-Free white sauces formulated with soy protein and inulin *J. Food Process Eng.* **36** 535–43
- [4] Zittan L 1981 Enzymatic hydrolysis of inulin—an alternative way to fructose production *Starch-Stärke* **33** 373–7
- [5] Negro M J, Ballesteros I, Manzanares P, Oliva J M, Sáez F and Ballesteros M 2006 Inulin-containing biomass for ethanol production *Appl. Biochem. Biotechnol.* **132** 922–32
- [6] Srinameb B, Nuchadomrong S, Jogloy S, Patanothai A and Srijaranai S 2015 Preparation of inulin powder from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tuber *Plant foods Hum. Nutr.* **70** 221–6
- [7] Khuenpet K, Jittanit W, Sirisansaneeyakul S and Srichamngong W 2016 The Application of Purification Process for Inulin Powder Production from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tuber Powder *J. Food Process. Preserv.* **42**
- [8] Khuenpet K, Jittanit W, Sirisansaneeyakul S and Srichamngong W 2017 Inulin powder production from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tuber powder and its application to commercial food products *J. Food Process. Preserv.* **41** e13097
- [9] Saengkanuk A, Nuchadomrong S, Jogloy S, Patanothai A and Srijaranai S 2011 A simplified spectrophotometric method for the determination of inulin in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers *Eur. food Res. Technol.* **233** 609
- [10] Wack M and Blaschek W 2006 Determination of the structure and degree of polymerisation of fructans from Echinacea purpurea roots *Carbohydr. Res.* **341** 1147–53
- [11] Winarti S, Harmayani E, Marsono Y and Pranoto Y 2013 Pengaruh Foaming Pada Pengeringan Inulin Umbi Gembili (*Dioscorea esculenta*) terhadap karakteristik fisiko-kimia dan aktivitas prebiotik *agriTECH* **33** 424–32
- [12] Franco T S, Perussello C A, Ellendersen L N and Masson M L 2017 Effect of process parameters on foam mat drying kinetics of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and thin-layer drying modeling of experimental data *J. Food Process Eng.* **40** e12264
- [13] Pintor A, Severiano-Pérez P and Totosaus A 2014 Optimization of fat-reduced ice cream formulation employing inulin as fat replacer via response surface methodology *Food Sci. Technol. Int.* **20** 489–500
- [14] Sánchez-Sáenz C M, de Oliveira R A and Park K J 2015 Evaluation of chicory roots submitted to HTST drying process and its optimization *J. Food Process Eng.* **38** 57–66
- [15] Statistika B P 2020 Data Ekspor Impor HS 2 Digit September 2020
- [16] Wijanarka W and Pujyanto S 2008 Optimasi Produksi Enzim Inulinase Termotabiloleh Bakteri Termofilik Dari Umbi Dahlia (*Dahlia variabilis*)* *J. Sains Mat.* **16**
- [17] Rukmana and Hidayat R 2000 *Dahlia prospek agribisnis dan teknik budidaya* (Yogyakarta Kanisius)
- [18] Kango N and Jain S C 2011 Production and properties of microbial inulinases: recent advances *Food Biotechnol.* **25** 165–212
- [19] Li W, Zhang J, Yu C, Li Q, Dong F, Wang G, Gu G and Guo Z 2015 Extraction, degree of polymerization determination and prebiotic effect evaluation of inulin from Jerusalem artichoke *Carbohydr. Polym.* **121** 315–9
- [20] Evans M, Gallagher J A, Ratcliffe I and Williams P A 2016

- Determination of the degree of polymerisation of fructans from ryegrass and chicory using MALDI-TOF Mass Spectrometry and Gel Permeation Chromatography coupled to multiangle laser light scattering *Food Hydrocoll.***53** 155–62
- [21] Moerman F T, Van Leeuwen M B and Delcour J A 2004 Enrichment of higher molecular weight fractions in inulin *J. Agric. Food Chem.***52** 3780–3
- [22] Guggisberg D, Cuthbert-Steven J, Piccinali P, Bütikofer U and Eberhard P 2009 Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition *Int. Dairy J.***19** 107–15
- [23] Nasab E E, Habibi-Rezaei M, Khaki A and Balvardi M 2009 Investigation on acid hydrolysis of inulin: a response surface methodology approach *Int. J. Food Eng.***5**
- [24] Rocha J R, Catana R, Ferreira B S, Cabral J M S and Fernandes P 2006 Design and characterisation of an enzyme system for inulin hydrolysis *Food Chem.***95** 77–82
- [25] Pencheva D, Petkova N and Denev P 2012 Determination of inulin in dough products *Sci. Work. UFT“Food Sci.* 339–44
- [26] Ronkart S N, Deroanne C, Paquot M, Fougnyes C, Lambrechts J-C and Blecker C S 2007 Characterization of the physical state of spray-dried inulin *Food Biophys.***2** 83–92
- [27] Curcio S, Ricca E, Calabrò V and Iorio G 2014 Effect of the degree of polymerization of inulin on the rate of hydrolysis using immobilized inulinase *Food Technol. Biotechnol.***52** 317
- [28] Lorenzo K S, Navia J L and Neiditch D S 1999 Preparation of inulin products
- [29] Sarchami T and Rehm L 2014 Optimizing enzymatic hydrolysis of inulin from Jerusalem artichoke tubers for fermentative butanol production *biomass and bioenergy***69** 175–82
- [30] Perl M 1999 Simultaneous quantitation of acids and sugars by chromatography: gas or high-performance liquid chromatography? *J. Chromatogr. A***845** 181–95
- [31] Petkova N and Denev P 2015 *Methods For Determination Of Inulin*
- [32] Zielinski A A F, Braga C M, Demiate I M, Beltrame F L, Nogueira A and Wosiacki G 2014 Development and optimization of a HPLC-RI method for the determination of major sugars in apple juice and evaluation of the effect of the ripening stage *Food Sci. Technol.***34** 38–43
- [33] Hadjikinova R, Petkova N, Hadjikinov D, Denev P and Hrusavov D 2017 Development and Validation of HPLC-RID method for Determination of Sugars and Polyols *J. Pharm. Sci. Res.***9** 1263
- [34] Fg W 2002 *Kimia pangan dan gizi*
- [35] Liu X-Y, Chi Z, Liu G-L, Wang F, Madzak C and Chi Z-M 2010 Inulin hydrolysis and citric acid production from inulin using the surface-engineered *Yarrowia lipolytica* displaying inulinase *Metab. Eng.***12** 469–76
- [36] Pekić B, Slavica B, Lepojević Ž and Petrović S M 1985 Effect of pH on the acid hydrolysis of Jerusalem artichoke inulin *Food Chem.***17** 169–73
- [37] Adnan M 1997 Teknik kromatografi untuk analisis bahan makanan *Penerbit Andi, Yogyakarta* 9–12
- [38] Nollet L M L and Toldrá F 2012 *Food analysis by HPLC* (CRC Press)
- [39] Rahman N A, Hasan M, Hussain M A and Jahim J 2008 Determination of glucose and fructose from glucose isomerization process by high performance liquid chromatography with UV detection *Mod Appl Sci***2** 151–4
- [40] Ball S and Lloyd L 2011 Agilent Hi-Plex Columns for Carbohydrates, Alcohols, and Acids: Application Note
- [41] Matias J, González J, Royano L and Barrena R A 2011 Analysis of sugars by liquid chromatography-mass spectrometry in Jerusalem artichoke tubers for bioethanol production optimization *Biomass and Bioenergy***35** 2006–12
- [42] Raessler M 2011 Sample preparation and current applications of liquid chromatography for the determination of non-structural carbohydrates in plants *TrAC Trends Anal. Chem.***30** 1833–43