

OPTIMALISASI EKSTRAKSI INULIN DARI UMBI TANAMAN DAHLIA (*Dahlia SP. L*) MENGGUNAKAN PELARUT ETANOL

Rosa Murwindra

Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Kuantan Singingi

Email rosamurwindra@gmail.com

ABSTRACT

Optimization of inulin extractions from the dahlia plant (*Dahlia sp. l*) using ethanol solutions. *Dahlia is a floriculture plant with tuber that rich of inulin. Inulin is soluble in hot water and it will settle on cool temperature in alcohol. The inulin extraction to use hot water from dahlia tuber take from Bukittinggi of West Sumatra. The inulin potentially to develop as the main material production of fructose syrup, production of FOS (fructooligosaccharida), as prebiotic and production of levulinic acid. The purpose of this research is finding the maximal quantity of inulin by using ethanol-air extraction method. The data was taken by variation of ethanol concentration was 30%, 40%, 50% and 96%. The result of the research shown that the use of 30% ethanol as much as 40% filtrate volume or the end of ethanol concentration 8,57% that was giving maximal result based on the best quantity of inulin extraction. Inulin flour produced is white grey. Qualitative tests with Seliwanof and Nelson-Somogyi methods shows that inulin positive contained of fructose and reducing sugar.*

Keywords: Extraction, Ethanol, Inulin, Dahlia Tuber (*Dahlia sp*)

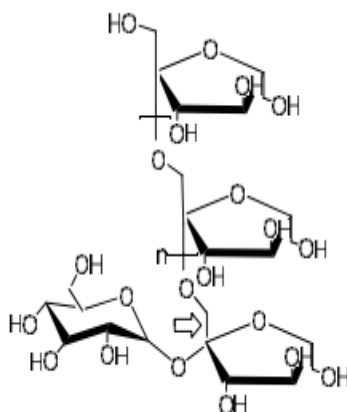
PENDAHULUAN

Tanaman dahlia (*Dahlia sp. L*) memiliki bunga yang indah beraneka warna dan memiliki umbi dengan akar lunak (Iskandar *et al*, 2014). Nilai komersial tanaman dahlia terletak pada bunga yang digunakan sebagai bunga hias, sedangkan umbi yang ditinggalkan hanya sedikit yang digunakan sebagai bibit dan sisanya tidak dimanfaatkan secara komersial sehingga menjadi limbah, padahal umbi tanaman dahlia kaya akan kandungan inulin yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan utama dalam pembuatan sirup fruktosa yakni sekitar 65,70% berat kering (Horiza *et al*, 2017).

Penggunaan substrat tepung dan ekstrak inulin dari umbi dahlia dapat menghasilkan produk FOS (*Fruktooligosakarida*) dari hasil aktivitas enzimatik khamir *kluveromyces marxianus* DUCC-Y-003 yang merupakan bahan aditif untuk industri pangan, farmasi dan kimia (Yuliana *et al*, 2014). Inulin digunakan sebagai prebiotik yang merupakan polimer alami kelompok karbohidrat, larut dalam air tetapi tidak dapat dicerna oleh enzim dalam sistem pencernaan sehingga mencapai *caecum* tanpa mengalami perubahan struktur (Krismiyo *et al*, 2015). Selain itu, inulin juga berpotensi dikembangkan untuk memproduksi asam levulinat yang merupakan senyawa prekursor (*building block*) dalam

memproduksi berbagai senyawa kimia organik, polimer dan bermanfaat dalam industri farmasi (Murwindra *et al*, 2016).

Inulin (Gambar 1) adalah senyawa karbohidrat alamiah yang merupakan polimer dari unit fruktosa. Inulin masuk dalam kategori serat yang disebut fruktan yakni suatu polisakarida yang dibangun oleh unit-unit monomer fruktosa melalui ikatan β -(2,1)D-fruktofuranosida yang diawali oleh satu molekul glukosa (Horiza *et al*, 2017).



Gambar 1. Formula struktur inulin posisi ikatan β -(2,1) D-fruktofuranosida ditunjukkan oleh anak panah (Saryono & Reginawanti, 2009).

Inulin hasil ekstraksi umbi dahlia berbentuk serbuk berwarna putih abu-abu (Murwindra *et al*, 2016). Inulin sukar larut dalam air dingin dan pelarut organik, akan tetapi inulin mudah larut dalam air panas (Sundari *et al*, 2014). Umbi tanaman dahlia merupakan sumber inulin dengan kadar 14% dari berat umbi (Hariono *et al*, 2009). Haryani *et al*, (2013) melaporkan bahwa kandungan inulin umbi dahlia kering sebesar 65-75%. Berikut komposisi kimia umbi tanaman dahlia dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia umbi tanaman dahlia (Mangunwidjaja *et al*, 2014).

Komposisi Proksimat	Nilai (%)
Air	79,90
Karbohidrat	80,80
Protein	5,92
Lemak	1,39
Abu	3,83
Serat kasar	8,06
Inulin	80,09

Kelarutan inulin dalam proses ekstraksi dipengaruhi oleh Derajat Polimerisasi (DP) (Sundari *et al*, 2014). Menurut Robertfroid, (2005) inulin yang diekstrak dari umbi atau akar tumbuhan segar memiliki DP yang rendah maksimal $DP < 200$ akan tetapi DP rata-ratanya

bervariasi tergantung kepada spesies tanaman, kondisi cuaca dan usia fisiologis dari tanaman. Sundari *et al* (2014) menjelaskan bahwa inulin dengan DP kecil dari 30 akan lebih mudah larut dalam air dan mempunyai viskositas yang lebih rendah dibandingkan dengan inulin dengan DP 2-60. Sampai sekarang ini, inulin yang diekstraksi dari tanaman dianggap sebagai molekul linier dengan derajat polimerisasi rata-rata 12 dan mengandung fruktosa, glukosa serta beberapa oligosakarida. Adapun DP inulin komersial adalah rata-rata 27-29 sedangkan inulin yang disintesis oleh bakteri memiliki DP bervariasi antara 10.000-100.000 dan memiliki struktur bercabang (Roberfroid, 2005). Berikut karakteristik fisiko-kimia dari inulin dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik fisiko-kimia inulin (Ekandini, 2006).

Keterangan	Inulin Standar	<i>Highperformance inulin</i>
Struktur kimia	GF _n ($2 \leq n \leq 60$)	GF _n ($10 \leq n \leq 60$)
Rata-rata DP	12	25
Kadar Bahan Kering	≥ 95	≥ 95
Kandungan inulin/oligofruktosa(%b.k)	92	≥ 99.5
Kandungan gula(% b.k)	8	≤ 0.5
pH (10% b/b)	5-7	5-7
Kadar abu sulfat (% b.k)	< 0.2	< 0.2
Kadar logam (ppm b.k)	< 0.2	< 0.2
Penampakan	bubuk putih	bubuk putih
Rasa	Netral	netral
Kemanisan (vs Sukrosa= 100%)	10%	-
Kelarutan dalam air 25°Cn(g/L)	120	25

Penelitian terdahulu tentang ekstraksi inulin dari umbi dahlia menggunakan pelarut etanol sudah dilakukan diantaranya Budiwati (2010) mengekstraksi inulin menggunakan pelarut etanol dan air menghasilkan 6,87% inulin. Suleman (2008) mengekstraksi inulin menggunakan pelarut etanol dan dietil eter menghasilkan 7,5% inulin. Murwindra *et al* (2016) mengekstraksi 100 g umbi dahlia menghasilkan tepung inulin sebanyak 4% berat basah. Horiza *et al* (2017) menjelaskan bahwa kadar inulin yang diekstraksi dari umbi dahlia segar 2,123% lebih besar dibandingkan dengan yang disimpan selama 4 minggu yakni sebesar 2,003%.

Mengingat sangat pentingnya peranan inulin dan banyaknya kandungan inulin yang terdapat dalam umbi dahlia, maka penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimal proses ekstraksi inulin dari umbi tanaman dahlia. Adapun tanaman dahlia diperoleh dari daerah Sumatera Barat, Desa Nagari Kamang Hilir Kecamatan Kamang Magek Kabupaten Agam, Bukittinggi.

METODE PENELITIAN

1. Alat dan Bahan

a. Alat-alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah blender, oven, ayakan 100 mesh, termometer, *Hot Plate cimarec Bornstead Thermolyne*, timbangan Kern ALJ-220-4sentrifus mikro dan peralatan gelas yang biasa digunakan dalam penelitian.

b. Bahan-bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan adalah umbi dahlia, etanol pa 96%, arang aktif, glukosa, fruktosa, akuabides, reagen Seliwanof dan reagen Nelson-Somogyi.

2. Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini sampel bahan alami yang digunakan adalah umbi dahlia (*Dahlia sp. L*). Penelitian ini dibagi atas beberapa tahap, tahap pertama adalah pengambilan sampel umbi dahlia yang diperoleh dari daerah Sumatera Barat tepatnya Desa Nagari Kamang Hilir Kecamatan Kamang Magek Kabupaten Agam, Bukittinggi.

Tahap kedua adalah proses ekstraksi inulin dengan variasi konsentrasi etanol 30%, 40%, 50% dan 96% untuk mencari kondisi optimum pada proses ekstraksi. Setelah diperoleh rendemen tertinggi dari proses ekstraksi maka selanjutnya dilakukan tahap ketiga yakni identifikasi inulin yang dilakukan secara kualitatif dengan uji Seliwanof untuk melihat adanya gula fruktosa dan uji Nelson-Somogyi untuk melihat adanya gula pereduksi (fruktosa dan glukosa).

3. Prosedur Penelitian

a. Sumber Sampel Umbi Dahlia

Sampel umbi dahlia yang diperoleh dari daerah Sumatera Barat diambil secara acak dari berbagai warna bunga. Sampel tersebut dikumpulkan dijadikan satu dalam kantong plastik dan siap dibawa ke laboratorium untuk diekstraksi.

b. Optimalisasi Ekstraksi Umbi Dahlia (Andayani, 2001).

Umbi dahlia dibersihkan dari tanah yang melekat, dikupas, dicuci, dipotong-potong kecil dan ditimbang. Potongan umbi diblender dengan penambahan air 1:2 (b:v). Lalu dipanaskan pada penangas air hingga suhu (80-90°C, ± 30 menit). Setelah dingin, campuran disaring dengan kain dan diambil filtratnya. Filtrat yang diperoleh diukur volumenya dan ditambahkan etanol 30%, 40%, 50%, dan 96%. Kemudian larutan disimpan dalam freezer pada suhu $\pm 4^\circ\text{C}$ selama 18 jam, untuk mengendapkan inulin. Endapan yang terbentuk dikeluarkan dan dibiarkan pada suhu ruang ± 2 jam, setelah endapan mencair lalu disentrifugasi 1500 rpm selama ± 15 menit, sehingga diperoleh endapan inulin.

Endapan inulin selanjutnya ditambahkan kembali air dengan perbandingan 1:2 (b/v), kemudian dipanaskan pada penangas air hingga suhu 60-70°C, selama ± 30 menit. Kedalam larutan ini ditambahkan karbon aktif sebanyak 1-2% (b/v). Selanjutnya larutan disaring, diukur volumenya dan filtrat yang diperoleh ditambahkan kembali etanol konsentrasi 30%, 40%, 50% dan 96%. Lalu didinginkan dalam freezer selama ± 18 jam. Setelah pendinginan tahap II ini, endapan yang terbentuk dikeluarkan dan dicairkan pada suhu ruang ± 2 jam. Kemudian disentrifugasi 1500 rpm selama ± 15 menit. Hasil berupa endapan putih hasil ekstraksi. Endapan ini dikeringkan di udara terbuka, sehingga diperoleh tepung bubuk inulin.

Rendemen inulin yang diperoleh dari setiap variasi konsentrasi etanol dan volume filtrat ditimbang sehingga diketahui konsentrasi dan volume optimal ekstraksi inulin. Selanjutnya

inulin yang diperoleh diuji dengan reagen seliwanof untuk memastikan adanya fruktosa dan Nelson-Somogyi untuk memastikan adanya gula pereduksi.

4. Analisis Data

Data dari hasil ekstraksi dan uji kualitatif inulin disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Perhitungan rendemen inulin yang diperoleh dari hasil ekstraksi berdasarkan berat/volume umbi awal dan berat inulin yang dihasilkan pada proses ekstraksi (ekstrak atau kosentrat) dengan rumusan:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat tepung inulin hasil ekstraksi}}{\text{Berat umbi dahlia}} \times 100 \%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

a. Optimalisasi ekstraksi inulin dari umbi dahlia

Umbi dahlia 1,4 kg diblender dengan penambahan air 1:2 (b/v) menghasilkan filtrat sebanyak 3.121 mL. Kemudian filtrat yang diperoleh ditambahkan etanol dengan konsentrasi 30%, 40%, 50% dan 96%, adapun perhitungannya dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perhitungan penambahan variasi konsentrasi dan volume filtrat etanol pada proses ekstraksi.

Variasi konsen trasi etanol	Variasi volume filtrat	Berat endapan basah	Berat kering	Rendemen (%)
Etanol 30%	30% volume filtrat	5,456 g	0,353 g	0,40
	40% volume filtrat	7,366 g	0,568 g	0,65
	50% volume filtrat	4,270 g	0,329 g	0,37
	100% volume filtrat	5,472 g	0,318 g	0,36
Etanol 40%	30% volume filtrat	5,976 g	0,366 g	0,42
	40% volume filtrat	5,210 g	0,310 g	0,35
	50% volume filtrat	6,096 g	0,460 g	0,52
	100% volume filtrat	5,923 g	0,481 g	0,55
Etanol 50%	30% volume filtrat	4,910 g	0,310 g	0,35
	40% volume filtrat	4,026 g	0,366 g	0,42
	50% volume filtrat	5,023 g	0,895 g	0,45
	100% volume filtrat	4,762 g	0,465 g	0,53
Etanol 96%	30% volume filtrat	5,030 g	0,358 g	0,41
	40% volume filtrat	4,896 g	0,390 g	0,45
	50% volume filtrat	5,392 g	0,345 g	0,40
	100% volume filtrat	5,891 g	0,463 g	0,53

Rendemen inulin tertinggi diperoleh pada proses pengendapan menggunakan etanol dingin 30% sebanyak 40% volume filtrat atau dengan konsentrasi etanol akhir 8,57%.

b. Uji Tepung Inulin Umbi Tanaman Dahlia

Inulin yang dihasilkan dari proses ekstraksi umbi dahlia berwarna putih abu-abu. pada tepung inulin dilakukan uji Seliwanof dan Nelson-Somogyi. Tabel 4 berikut menunjukkan hasil uji Seliwanof dan Nelson-Somogyi tepung inulin.

Tabel 4. Hasil uji Seliwanof dan Nelson-Somogyi tepung inulin.

Jenis Uji	Warna larutan inulin	Warna inulin + reagen	Hasil Uji
Seliwanof	Bening	Merah jingga	Fruktosa (+)
Nelson-Somogyi	Bening	Biru	Gula Pereduksi (+)

2. Pembahasan

a. Optimalisasi ekstraksi inulin dari umbi dahlia

Inulin diperoleh dengan cara pemanasan parutan umbi dahlia dengan air 1:2 (b/v), suhu 80-90°C selama 30 menit. Pemanasan bertujuan untuk melarutkan inulin yang terkandung di dalam umbi karena inulin bersifat larut dalam air panas dan hanya sedikit larut dalam air dingin atau alkohol (Hariono *et al*, 2009). bahkan dalam air yang bersuhu 55°C jumlah inulin yang larut hanya 5% (Simanjuntak *et al*, 2004). parutan umbi yang telah dingin disaring dan diperoleh filtrat berwarna coklat gelap. Warna yang terbentuk pada larutan inulin ini terjadi karena adanya reaksi Maillard. Reaksi Maillard adalah reaksi antara karbohidrat (khususnya gula pereduksi) dengan gugus amina primer yang menghasilkan warna coklat. Proses pencoklatan dapat disebabkan karena substrat, enzim, suhu dan waktu. Gula-gula nonreduksi (seperti sukrosa) tidak bereaksi dengan protein pada suhu rendah, tetapi pada suhu tinggi terjadi pemecahan ikatan glikosidik dari sukrosa yang menghasilkan glukosa dan fruktosa. Glukosa dan fruktosa tersebut memiliki sifat pereduksi sehingga dapat melangsungkan reaksi Maillard (Widowati *et al*. 2005), sedangkan sukrosa tidak memiliki sifat pereduksi (Winarno 1997).

Etanol digunakan sebagai pelarut karena lebih selektif, netral dan dapat bercampur dengan air. Disamping itu, selain dapat mengendapkan inulin dari larutan, etanol juga dapat menyebabkan protein dan zat-zat warna ikut terekstrak. Filtrat yang telah dipresipitasi dengan etanol, disimpan pada suhu rendah. Menurut Rahayuningsih dan Purnawati (1993) bila larutan tersebut disimpan pada suhu rendah $\pm -4^{\circ}\text{C}$ selama 18 jam, akan membentuk endapan putih yang disebut sebagai inulin. Untuk memisahkan endapan tersebut, filtrat yang telah dipresipitasi dan didinginkan, dibiarkan mencair pada suhu ruang selama ± 2 jam kemudian disentrifugasi. Endapan hasil sentrifus ini berwarna putih kecoklatan (endapan inulin).

Endapan kemudian dipanaskan kembali dengan air 1:2 (b/v), suhu 60-70°C selama 30 menit. Pemanasan ulang bertujuan agar inulin dapat terlarut kembali dalam air serta dapat mendenaturasi protein yang dapat menyebabkan reaksi pencoklatan (*browning*). Setelah proses pemanasan ulang, larutan inulin ditambahkan arang aktif yang berfungsi sebagai *bleaching agent* untuk mengurangi warna coklat yang terbentuk. Pada penelitian yang dilakukan oleh Andyani (2001), penambahan arang aktif sebanyak 1-2% (b/v) mempengaruhi perbedaan penampakan warna inulin. Inulin yang diekstraksi dengan penambahan arang aktif berwarna lebih putih daripada inulin yang tidak ditambahkan arang aktif. Hal ini karena pada saat pemucatan semua komponen warna seperti tannin, serta komponen karbonil yang sangat berperan dalam reaksi pencoklatan (*browning*) terikat dalam arang aktif, sehingga komponen pemberi warna dalam larutan dapat diminimalisir (Andyani, 2001). Setelah arang aktif ditambahkan, larutan didinginkan, kemudian disaring. Filtrat yang diperoleh ditambahkan

etanol 30% sebanyak 40% dari total volume filtrat dan didinginkan kembali. Proses pemisahan inulin dengan cara sentrifugasi diulangi kembali sehingga didapat endapan yang lebih bersih (inulin hasil ekstraksi). Endapan ini kemudian dikeringkan di udara terbuka lalu dihaluskan sampai berbentuk bubuk.

b. Uji kualitatif inulin

1. Uji Seliwanof

Uji Seliwanof dilakukan menggunakan reagen Seliwanof yang terdiri dari resorsinol (1,3-dihidroksi benzena) dan asam klorida pekat. Asam klorida yang terkandung dalam reagen Seliwanof akan menghidrolisis polifruktosa menjadi fruktosa. Sebagai suatu polifruktosa inulin dapat diidentifikasi dengan uji Seliwanof melalui uji monomernya yaitu fruktosa. Fruktosa merupakan larutan yang lebih cepat bereaksi (memberi warna merah dan endapan merah bata < 30 detik) daripada karbohidrat lainnya (Blackburn *et al*, 1996).

Berdasarkan uji Seliwanof terhadap inulin hasil ekstraksi umbi dahlia memperlihatkan perubahan warna yang begitu cepat dari bening menjadi merah bata setelah dipanaskan dalam air mendidih. Hal ini mengindikasikan bahwa inulin yang diekstraksi dari umbi dahlia pada penelitian ini adalah positif merupakan polifruktosa. Fruktosa cepat bereaksi karena merupakan jenis karbohidrat yang memiliki gugus keton (ketosa). Jika karbohidrat yang mengandung gugus keton direaksikan dengan Seliwanof akan memberikan turunan fulfural yang selanjutnya berkondensasi dengan resorsinol menghasilkan kompleks berwarna merah jingga (kuning +).

2. Uji Nelson-Somogyi

Metode Nelson-Somogyi digunakan untuk analisis konsentrasi zat-zat pereduksi dalam larutan. Menurut Franck & Leenheer (1996), inulin yang diekstraksi dari umbi segar masih mengandung glukosa, fruktosa dan beberapa oligosakarida. Oleh sebab itu, diperlukan metode untuk uji kualitatif gula-gula pereduksi yaitu metode Nelson-Somogyi. Pada penentuan gula reduksi dengan metode Nelson-Somogyi dilakukan dengan menambahkan reagen Nelson-Somogyi yang bertujuan untuk mereduksi kupri oksida menjadi kupro oksida dan mencegah terjadinya pengendapan kupri oksida (Green III *et al*, 1989).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa larutan yang ditambahkan reagen Nelson-Somogyi dan dipanaskan dalam air mendidih selama 20 menit memberikan warna merah bata. Hal ini menunjukkan bahwa sudah terjadi proses reduksi kupri oksida menjadi kupro oksida, kemudian ditambahkan reagen Arsenomolibdat yang bertujuan agar endapan bisa bereaksi dengan endapan kupro oksida membentuk kompleks *molibden blue* yang berwarna biru.

KESIMPULAN

Rendemen inulin tertinggi (0,65%) diperoleh pada proses pengendapan menggunakan etanol 30% sebanyak 40% volume filtrat atau dengan konsentrasi etanol akhir 8,57%. Uji kualitatif dengan metode Seliwanof dan Nelson-Somogyi menunjukkan inulin positif mengandung fruktosa dan gula pereduksi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Saryono, M.Si dan Bapak Prof. Dr. Amir Awaluddin, M.Si atas dana yang diberikan dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Andyani, N.F. 2001. Produksi Sirup Fruktosa dari Inulin *Dahliapinnata Cav.* Secara Hidrolisis Asam. Skripsi. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. FATETA-IPB.
- Budiwati, A.T., 2010. *Pengembangan Proses Pembuatan Inulin dari Umbi Tanaman Dahlia*, Laporan Penelitian Program Insentif Riset Peneliti dan Rekayasa Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Desfitri, E.R., Mezoti, A.A., Sundari, E., & Martynis., M. 2013. *Optimasi Ekstraksi Inulin dari Umbi Dahlia dengan Menggunakan Pelarut Etanol*. UBH. Padang.
- Ekindini, A. I., 2006. *Produksi Sirup FOS (Fruktooligosakarida) dari Tepung Inulin Secara Hidrolisis Asam*. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor
- Franck, A., & Leenheer, D., 1996. *Inulin*. ORAFTI, Aandorenstraat 1. 3300 Tienen. Belgium.
- Franck, A., & Leenheer, D., 2003. *Inulin*. e-mail:annefranck@orrafti.com.
- Hariono, M., Akbar, M.F., Sularsih, I., Najihah, L., Purwadi, S & Nugrahani, A.W. 2009. Extraction, identification and acetylation of inulin from Dahlia tuber (*dahlia pinata cav.*). *The 9th National Symposium on Polymeric Materials NSPM*.
- Haryani, Y. Muthmainnah, S., & Sikumbang, S. 2013. Uji Parameter Non Spesifik dan Aktivitas Antibakteri Estrak Methanol dari Umbi Tanaman Dahlia (*Dahlia variabilis*) *J. Penelitian Farmasi Indo*. 1(2):43-46.
- Horiza, H., Azhar, M., & Efendi, J., 2017. Ekstraksi dan Karakterisasi Inulin dari Umbi Dahlia (*Dahlia sp. L*) Segar dan Disimpan. *Eksakta*. 18(1): 32-39.
- Iskandar, Y.M., Pudjiraharti, S., & Ratnaningrum, D. 2014. Kandungan Inulin dari Umbi Dahlia sp yang Ditanam pada Jenis Tanah Vertisol, Inceptisol. *JKTI*. 16 (1) : 25-31.
- Krismiyo, L., Suthama, L. N., & Wahyuni, H.I. 2015. Keberadaan Bakteri dan Perkembangan *caecum* Akibat Penambahan Inulin dari Umbi Dahlia (*Dahlia variabilis*) pada Ayam Kampung Persilangan Starter. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan*. 24(3):54-60.
- Mangunwidjaja, D., Rahayuningsih, M. & Purwoko. 2011. *Biokonversi Inulin Umbi Dahlia menjadi Fruktosa dan Fruktooligosakarida*. Artikel 101. Inovasi Indonesia 2009. Departemen Teknologi Industri. IPB.
- Murwindra, R., Linggawati, A., Yanti, P.H., Awaluddin, A & Saryono., 2016. Produksi Asam Levulinat dari Inulin Umbi Dahlia (*Dahlia sp.L*) Menggunakan Katalis Asam Klorida. *Jurnal Natur Indonesia*. 16(2):64-71.
- Murwindra, R., Sikumbang, S., Awaluddin, A., & Linggawati, A. 2016. Pengaruh Suhu Terhadap Produksi Asam Levulinat dari Inulin Umbi Dahlia (*Dahlia SP*). *Jurnal Photon*. 7(1):127-135.
- Rahayuningsih, M & Purnawati, R., 1993. *Perbaikan Konversi Mikrobial Inulin Menjadi Fruktosa*. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Robertfroid, M.B. 2005. Introducing inulin-type fructans. *British Journal of Nutrition* 93(1): S13-S25.
- Saryono & Reginawati, H. 1999. *Tanaman Dahlia: Potensi Bahan Alami Sumber Karbohidrat dan Senyawa Bioaktif*, Unri Press, Pekanbaru-Riau.
- Simanjuntak., Rachmat., & J. Rosalinda, N., 2004. Tumbuhan Indonesia Sebagai Sumber inulin. Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI. *Alchemy*. 3(1):8-14.
- Sundari, E., Desfitri, E.R., Martynis, M., & Praputri, E. 2014. Identifikasi dan Kondisi Ekstraksi Inulin dari Umbi Dahlia di Sumatera Barat. *Prosiding SNSTL I*. Hal 174-179.

- Widowati, S.Sunarti, T.C. & Zaharani, A. 2005. *Ekstraksi, Karakterisasi dan Kajian Potensi Inulin dari Umbi Dahlia (Dahlia pinnata L)* Makalah Seminar Rutin Puslitbang Tanaman Pangan. Bogor, 16 Juni 2005.
- Winarno, F.G., 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yuliana, R., Kusdiyantini, E., & Izzati, M. 2014. Potensi Tepung Umbi Dahlia sebagai Sumber Karbon dalam Produksi Fruktooligosakarida (FOS) oleh Khamir *Kluyveromyces marxianus* DUCC-Y-003. *Bioma*. 16(1):39-49.
- Yurmizar, 1989. Penandaan Inulin dengan Radionuklida Teknesium-99m dan Biodistribusinya pada Tikus Putih. Skripsi. FMIPA, PADANG: UNIVERSITAS ANDALAS.