

# Functional Liquid Sugar Syrup from Nipah Sap: Characterization of Physicochemical Properties

## Sirup Gula Cair Fungsional dari Nira Nipah: Karakterisasi Sifat Fisikokimia

**Aidil Zulhaq Paradiman<sup>1</sup>, Zulmanwardi<sup>2\*</sup>, Fajriyati Mas'ud<sup>3\*</sup>**

<sup>1,2\*,3\*</sup> *Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jalan Perintis  
Kemerdekaan KM. 10 Tamalanrea, Makassar & 90245, Indonesia*

*\*E-mail : aidilzulhaq@gmail.com*

### ABSTRACT (in English)

The study was conducted at the State Polytechnic of Ujung Pandang, Makassar, South Sulawesi to analyze the physicochemical characterization of liquid sugar from nipah sap without fortification and with fortification. The fortification material is 5% (v/v) coffee essence. The process used is vacuum evaporation with temperature variations (65 °C, 70 °C, 75 °C, and 80°C), and time variations (75 minutes, 90 minutes, 105 minutes, and 120 minutes). The purpose of the treatment without fortifying and with fortifying ingredients was to determine the ratio of the polyphenol and antioxidant content of the sampel. While the purpose of the treatment of temperature and time variations is to determine the best sampel from the whole process based on the results of the analysis of pH, brix, turbidity, reducing sugar, polyphenols, and antioxidants. The best result in each analysis of all samples was pH 5.1; brix 25.5%; turbidity 639 NTU; reducing sugar 0.30%; polyphenols 7,4246 mg GAE/g; and antioxidant with IC<sub>50</sub> 6.0135.

**Key words:** Nira nipah, Fortification, Vacuum evaporation, Analysis of physicochemical properties.

### ABSTRAK (Bahasa Indonesia)

Penelitian dilakukan di Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, Sulawesi Selatan untuk menganalisa karakterisasi fisikokimia gula cair dari nira nipah yang tanpa fortifikasi dan dengan fortifikasi. Bahan fortifikasi adalah sari kopi 5% (v/v). Proses yang digunakan adalah evaporasi vakum dengan variasi suhu (65 °C, 70 °C, 75 °C, dan 80°C), dan variasi waktu (75 menit, 90 menit, 105 menit, dan 120 menit). Tujuan perlakuan tanpa bahan fortifikasi dan dengan bahan fortifikasi adalah mengetahui perbandingan kandungan polifenol dan antioksidan sampel. Sedangkan tujuan perlakuan variasi suhu dan waktu adalah menentukan sampel terbaik dari keseluruhan proses berdasarkan hasil analisa pH, brix, turbiditas, gula pereduksi, polifenol, dan antioksidan. Hasil terbaik di setiap analisa dari seluruh sampel adalah pH 5,1; brix 25,5%; turbiditas 639 NTU; gula pereduksi 0,30%; polifenol 7,4246 mg GAE/g; dan antioksidan dengan IC<sub>50</sub> 6,0135.

**Kata kunci:** Nira nipah, Fortifikasi, Evaporasi vakum, Analisa sifat fisikokimia.

### PENDAHULUAN

Industri berbasis perkebunan mempunyai kemampuan sebagai *leading sector* dalam pertumbuhan ekonomi, lapangan kerja, dan juga mendorong perbaikan distribusi pendapatan. Salah satu industri hilir perkebunan tersebut

adalah industri gula. Industri ini efektif dalam meningkatkan pendapatan tenaga kerja dan rumah tangga di wilayah perdesaan. Gula menjadi salah satu komoditas strategis dalam perekonomian Indonesia [1].

Gula cair merupakan bahan baku dalam industri pangan, kimia, farmasi dan agroindustri lainnya. Gula cair dapat dimakan sebagai bahan pemanis dalam industri pangan, misalnya permen, jam dan produk buah-buahan kaleng. Pasaran untuk jenis produk ini di Indonesia menurut sangat prospektif karena sebagian besar masih diimpor. Selain dari pati, gula cair juga dapat dibuat dari sumber karbohidrat lain seperti nira pada pohon nipah [2].

Salah satu unit operasi kunci untuk produk makanan cair adalah evaporasi, seperti yang digunakan untuk meningkatkan konsentrasi padat dari produk cair. Salah satu tujuan utama dari operasi ini adalah untuk mengurangi salah satu volume komponen produk. Pengurangan volume ini memungkinkan transportasi yang lebih efisien dari komponen produk penting dan penyimpanan padatan yang efisien. Penyimpanan padatan yang sama pentingnya dan efisien. Tujuan yang sama pentingnya dari penguapan uap air dari produk cair adalah untuk menghilangkan sejumlah besar uap air secara efektif dan efisien sebelum produk memasuki proses dehidrasi. Karena sensitivitas panas dari sebagian besar produk, penguapan biasanya dilakukan di bawah vakum. Dengan memanfaatkan vakum tinggi (tekanan rendah), sejumlah besar uap air dapat dihilangkan dari produk makanan cair tanpa mengurangi kualitas komponen peka panas secara signifikan [3].

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah nira nipah, kopi,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , aquadest, KI, asam sitrat, KI 20%,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25%,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,1 N, HCl 25%, indikator kanji 0,5%, NaOH 3%, indikator fenolftalin,  $(\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2)$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  10%, NaOH

30%, asam galat, aquabides, Folin-Ciocalteu,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  7%, DPPH, dan metanol p.a.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah evaporator, alat sentrifugasi, pH meter, spektrofotometer UV-Vis, refractometer, turbidimeter, dan neraca analitik.

## Prosedur Kerja

### Ekstraksi kopi

Ditimbang dengan teliti  $\pm 2$  gram kopi bubuk, dimasukkan ke dalam gelas kimia 500 mL, ditambahkan 200 mL air mendidih, dan didiamkan selama 1 jam. Disaring larutan ke dalam labu takar 500 mL, dibilas dengan air panas dan dibiarkan larutan sampai suhu kamar.

### Fortifikasi

Dimasukkan hasil proses sari kopi 5% (v/v) ke dalam gelas kimia yang telah terisi dengan sampel.

### Evaporasi vakum

Evaporasi vakum dilakukan berdasarkan suhu dan waktu. Variasi suhu adalah 65, 70, 75, dan 80°C. Sedangkan variasi waktu adalah 75, 90, 105, dan 120 menit.

### Analisa

#### 1. pH

Nilai pH dihitung menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi dengan menggunakan larutan buffer standar pada pH 4 dan pH 7.

#### 2. Brix

Kandungan TSS dari sirup gula nira nipah dihitung sebagai brix menggunakan refractometer.

#### 3. Turbiditas

Analisa turbiditas (kekeruhan) dianalisa menggunakan turbidimeter.

#### 4. Gula Pereduksi

Ditimbang 2 g contoh (W) dan dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL, tambahkan aquades dan kocok. Ditambahkan 5 mL Pb asetat setengah basa dan digoyangkan. Diteteskan 1 tetes

larutan  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  10%, bila timbul endapan putih maka penambahan asetat setengah basa sudah cukup. Ditambahkan 15 mL larutan  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  10%. Untuk menguji apakah Pb asetat setengah basa sudah diendapkan seluruhnya, teteskan 1–2 tetes  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  10%, apabila tidak timbul endapan berarti penambahan  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  10% sudah cukup. Goyangkan dan tepatkan isi labu takar sampai tanda garis dengan air suling, kocok 12 kali, biarkan, dan saring.

**Tabel 1.** Tabel-Ekivalen  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  [4]

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M (mL)	Gula pereduksi Glukosa (mg) (W1)
1	2,4
2	4,8
3	7,2
4	9,7
5	12,2
6	14,7
7	17,2
8	19,8
9	22,4
10	25,0
11	27,6
12	30,3
13	33,0
14	35,7
15	38,5
16	41,3
17	44,2
18	47,1
19	50,0
20	53,0
21	56,0
22	59,1
23	62,2

Dipipet 10 mL hasil saringan ke dalam labu takar 500 mL. Ditambahkan 15 mL air suling dan 25 tetes larutan Luff (dengan pipet) serta butir batu didih.

Dipanaskan terus menerus 10 menit kemudian angkat dan segera dinginkan dalam bak berisi es (jangan digoyang). Setelah dingin, ditambahkan 10 mL larutan KI 20% dan 25 mL larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25% (hati-hati terbentuk gas  $\text{CO}_2$ ). Dititar dengan larutan tio 0,1 N dengan larutan kanji 0.5% sebagai indikator, misalkan dibutuhkan  $V_1$  mL tio 0,1 N. Dikerjakan penetapan blanko dengan 25 mL air dan mL larutan Luff, misalkan dibutuhkan  $V_2$  mL 0,1 N. Hitung sukrosa dengan menggunakan formula dan tabel 1:

$$\% \text{ Gula Pereduksi} = \frac{W1 \times fp}{W} \times 100\%$$

### 5. Polifenol

Pembuatan larutan induk (asam galat) dengan konsentrasi 1000 ppm. Lalu, diencerkan dengan aquades hingga 100 ppm dalam volume 100 mL. Lalu, dipipet berturut-turut 2; 4; 6; 8; dan 10 mL di labu ukur yang berbeda dan ditambah 1 mL reagen Folin-Ciocalteu dan dikocok. Didiamkan selama 8 menit, tambahkan 3 mL  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  7% dan ditambahkan aquades hingga tanda batas. Dihomogenkan dan diamkan selama 120 menit. Diukur daya serapannya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang maksimum, dan buat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi dengan daya serapnya.

Pengukuran kadar total polifenol sampel dimulai dari mengekstrak polifenol gula cair yang diencerkan 80 kali (20  $\mu\text{L}$  ekstrak ditambahkan dengan aquabides 1580  $\mu\text{L}$ ). Dipipet 100  $\mu\text{L}$  ekstrak polifenol dan masukkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan 1 mL reagen Folin-Ciocalteu kocok dan didiamkan selama 8 menit. Ditambahkan 800  $\mu\text{L}$  larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  7% dan aquades 700  $\mu\text{L}$ . Dihomogenkan dan diinkubasi selama 120 menit pada suhu ruang. Diukur daya serapannya dengan spektrofotometer UV-Vis berdasarkan panjang gelombang maksimum larutan induk. Konsentrasi polifenol sampel

dihitung menggunakan regresi linier dan kadar total polifenol dengan formula [5]:

$$\text{Polifenol} \left( \frac{\text{mg GAE}}{\text{g sampel}} \right) = \frac{\text{konsentrasi (ppm)} \times \text{fp} \times \text{volumesampel (L)}}{\text{berat sampel (g)}}$$

## 6. Antioksidan

Pembuatan larutan DPPH 0,1 M dan larutkan dengan metanol p.a dalam labu ukur 100 mL. Dipipet larutan standar DPPH ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 2 mL metanol p.a. Dihomogenkan dan ukur daya serapnya dengan panjang gelombang 500-530 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Sampel dibuat dalam 100 ppm dengan Dipipet 0,1 mL dan diencerkan dengan metanol p.a dalam labu ukur 10 mL. Diencerkan lagi menjadi 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, dan 40 ppm di labu ukur 10 mL. Dipipet 0,5 mL masing-masing konsentrasi sampel dan ditambahkan 3,5 mL DPPH ke dalam tabung reaksi masing-masing. Divorteks tabung reaksi 30 detik. Setelah itu, diinkubasi tabung reaksi di tempat gelap 30 menit, dan diukur abosorbansi sampel dengan panjang gelombang maksimum [6] [7].

Data hasil daya serap dihitung dengan formula

$$\text{Hambatan (\%)} = \frac{\text{Daya serap kontrol} - \text{Daya serap sampel}}{\text{Daya serap kontrol}}$$

Setelah itu, dihitung menggunakan regresi linier antara konsentrasi (ppm) sebagai x dan hambatan (%) sebagai y. Dari hasil regresi linier, yaitu  $y=ax+b$ , nilai  $IC_{50}$  adalah x dan nilai y adalah 50.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Gula cair yang diproses berasal dari nira nipah dengan proses evaporasi vakum sehingga dapat meningkatkan tingkat kemanisan dengan menguapkan air yang ada pada nira nipah. Sampel yang diproses terdiri atas dua, yaitu gula cair dengan fortifikasi (DF), dan gula cair dengan fortifikasi (TF). Bahan fortifikasi berasal dari ekstrak kopi sebanyak 5% (v/v) sebelum melakukan evaporasi vakum.

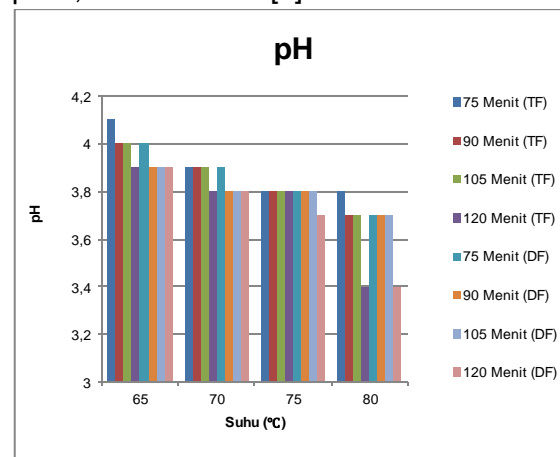
Selain itu, analisa juga dilakukan pada nira nipah tanpa proses evaporasi sebagai data awal dan sebagai perbandingan dengan data hasil analisa nira nipah dengan proses evaporasi vakum. Data hasil analisa ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Data hasil analisa sampel tanpa proses evaporasi vakum

No	Analisa	Nira nipah	Nira nipah yang difortifikasi
1	pH	5,1	4,9
2	Brix (%)	11,8	9,6
3	Turbiditas (NTU)	642	746
4	Gula pereduksi	0,30%	0,60%
5	Polifenol (mg GAE/g)	6,2144	10,1411
6	Antioksidan ( $IC_{50}$ )	52,168	6,0135

### 1. pH

Salah satu sifat nira, yaitu asam dengan pH 4,9-5,5. Nira merupakan salah satu bangan pangan yang mudah rusak karena kontaminasi mikroba. Proses kerusakan nira sebenarnya sudah dimulai sejak awal proses. Infeksi mikroba ke dalam nira terjadi selama panen dimana terjadi kontak antara batang nipah dengan pisau atau tanah. Kerusakan nira ditandai dengan rasa nira menjadi masa, berbuih putih, dan berlendir [8].



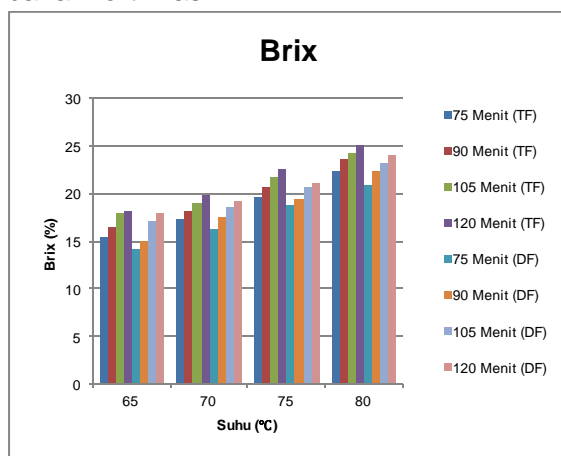
**Gambar 2.** Grafik pH sampel

Berdasarkan gambar 2, pH kedua proses, meningkatnya suhu dan waktu proses evaporasi sampel mengalami penurunan pH menjadi lebih asam. Nilai pH yang semakin asam dapat diartikan bahwa kelayakan konsumsi sampel semakin menurun.

## 2. Brix

Brix merupakan total padatan terlarut yang mengandung sukrosa, fruktosa, dan glukosa yang terdapat pada sirup gula cair. Satuan brix merupakan satuan yang digunakan untuk menunjukkan kadar gula terlarut dalam suatu larutan. Semakin tinggi nilai brix, maka jumlah gula yang terkandung juga semakin besar [9].

Awal mula nilai brix menurun disebabkan oleh penambahan bahan fortifikasi. Volume nira nipah tanpa fortifikasi sebesar 500 mL, sedangkan volume nira nipah dengan fortifikasi sebesar 475 mL ditambahkan 25 mL bahan fortifikasi.



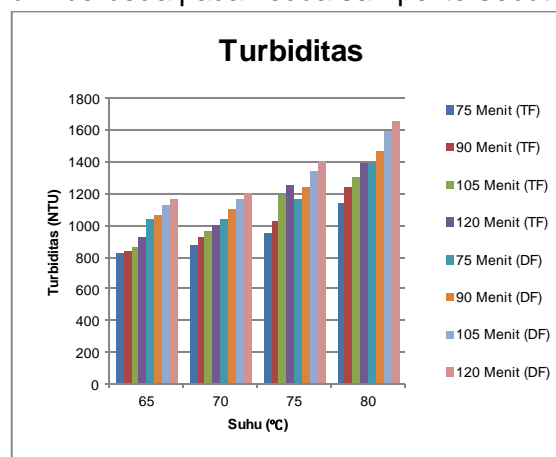
**Gambar 3.** Grafik brix sampel

Berdasarkan gambar 3 menunjukkan bahwa peningkatan suhu dan waktu meningkatkan nilai brix. Hal ini dapat terjadi karena air yang ada pada sampel nira nipah yang dievaporasi vakum menguap dan meningkatkan kadar brix nira nipah tersebut.

## 3. Turbiditas

Turbidimeter merupakan alat yang digunakan untuk menguji kekeruhan pada sampel berupa cairan misalnya air dengan satuan NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Dasar dari analisis turbidimeter adalah pengukuran intensitas cahaya yang ditransmisikan mengenai partikel padat, maka sebagian cahaya akan mengalami pemantulan dan sisanya akan ditransmisikan [10]. Menurut Diniyah dkk., (2012) [11] perlakuan pengaturan derajat brix tidak memberikan sumbangan ion  $H^+$  atau pengaruh reaksi kimia karena pengaturan derajat brix hanya bersifat fisik, yaitu pemekatan atau penguapan air dari larutan gula saja [12].

Nilai yang mendekati 0 menunjukkan bahwa sampel yang dianalisa adalah jernih. Semakin meningkat nilai NTU sampel, maka sampel menunjukkan kekeruhan. Meningkatnya nilai turbiditas disebabkan penambahan bahan fortifikasi sehingga terjadi perubahan warna yang menjadi lebih keruh meskipun konsentrasi brix berbeda pada kedua sampel tersebut.



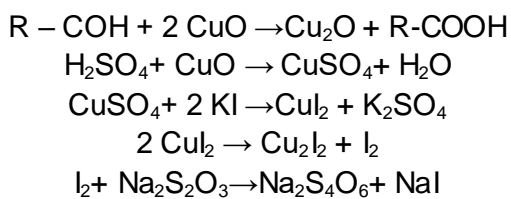
**Gambar 4.** Grafik turbiditas sampel

Berdasarkan gambar 4, setiap kali suhu dan waktu meningkat, maka tingkat kekeruhan meningkat juga atau berbanding lurus. Semakin banyak air yang teruapkan, maka semakin meningkat nilai turbiditas.

#### 4. Gula pereduksi

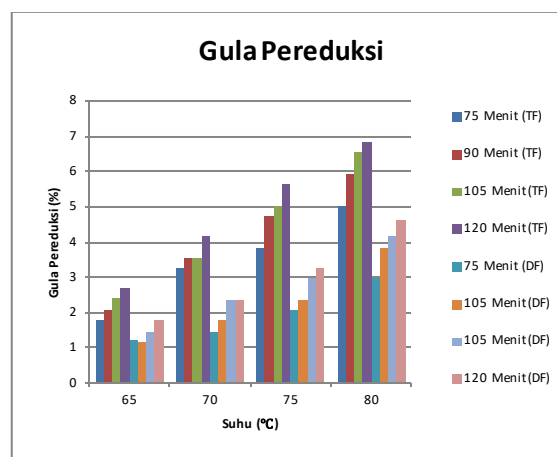
Besarnya kadar gula pereduksi dipengaruhi oleh adanya dekomposisi sukrosa oleh mikroba menjadi glukosa dan fruktosa pada nira [12]. Sukrosa merupakan salah satu sumber karbon bagi mikroorganisme yang mudah dihidrolisa oleh enzim *invertase* menjadi *D-glukosa* dan *D-fruktosa*. Data yang didapatkan juga berarti bahwa sirup gula cair mengalami kerusakan. Peristiwa ini sering disebut reaksi inversi. Hasil proses reaksi ini disebut gula invert atau gula reduksi. Gula di dalam larutan tidak kuat dalam lingkungan asam, artinya apabila di dalam larutan terdapat bahan yang bersifat asam maka gula akan mengalami kerusakan dan sukar untuk mengkristal [8].

Pada metode *Luff Schoorl*, glukosa ditetapkan berdasarkan sifat reduksinya terhadap ion tembaga (II) dalam pereaksi *Luff Schoorl* sehingga dinyatakan sebagai gula pereduksi. Prinsip metode ini adalah iodometri. Iodometri adalah proses titrasi terhadap iodium ( $I_2$ ) bebas dalam larutan. Reaksi yang terjadi dalam penentuan gula cara *Luff Schoorl* dapat dituliskan sebagai berikut:



**Gambar 5.** Reaksi kimia *Luff Schoorl* [13].

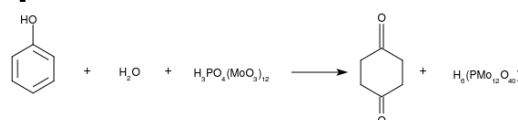
Berdasarkan gambar 6 menunjukkan bahwa peningkatan suhu dan lama proses evaporasi vakum akan meningkatkan nilai gula pereduksi pada kedua proses. Semakin rendah nilai gula pereduksi menunjukkan bahwa sukrosa tidak mengalami dihidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa karena adanya gugus OH<sup>-</sup> bebas yang reaktif [8].



**Gambar 6.** Grafik gula pereduksi

#### 5. Polifenol

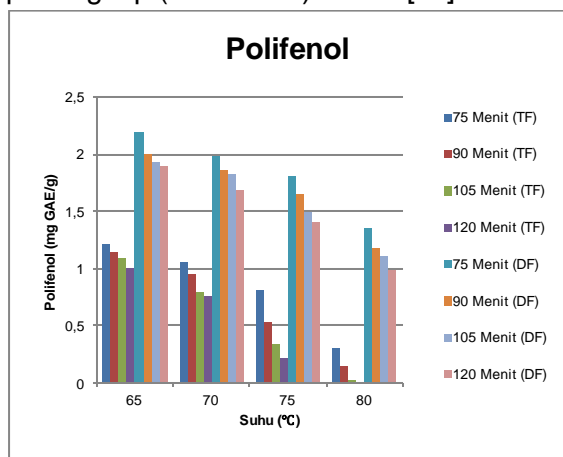
Prinsip metode Folin-Ciocalteu adalah oksidasi gugus fenolik hidroksil. Pereaksi ini mengoksidasi fenolat (garam alkali), mereduksi asam heteropoli menjadi suatu kompleks molybdenum-tungsten (Mo-W). Fenolat hanya terdapat pada larutan basa, tetapi pereaksi ini produksinya tidak stabil pada kondisi basa. Selama reaksi berlangsung, gugus fenolik-hidroksil bereaksi dengan pereaksi Folin-Ciocalteu, membentuk kompleks fosfotungstat-fosfomolibdat berwarna biru dengan struktur yang belum diketahui dan dapat dideteksi dengan spektrofotometer. Warna biru yang terbentuk akan semakin pekat setara dengan konsentrasi ion fenolat yang terbentuk, artinya semakin besar konsentrasi senyawa fenolik maka semakin banyak ion fenolat yang akan mereduksi asam heteropoli sehingga warna biru yang dihasilkan semakin pekat [14].



**Gambar 7.** Reaksi senyawa fenol dengan pereaksi Folin-Ciocalteu [15].

Pengujian kadar total fenol ini menggunakan metode Folin-Ciocalteu untuk mengetahui kadar senyawa fenol yang larut dalam nira nipah dengan penambahan maupun tanpa bahan

fortifikasi. Metode ini berdasarkan kekuatan mereduksi dari gugus hidroksi fenolik. Semua senyawa fenolik termasuk fenol sederhana dapat bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu, walaupun bukan penangkap (antiradikal) efektif [16].



**Gambar 8.** Grafik polifenol

Berdasarkan gambar 8, bahwa kandungan polifenol semakin berkurang selama evaporasi vakum. Hal ini mungkin disebabkan peristiwa oksidasi polifenol oleh oksigen udara dipercepat oleh pengaruh suhu dan lama evaporasi.

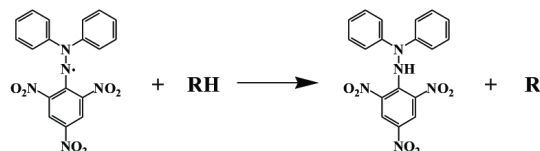
Penurunan kadar total fenol dipengaruhi oleh adanya perlakuan suhu. Proses pemanasan akan mengakibatkan peningkatan suhu sehingga mengakibatkan terjadinya oksidasi komponen sampel dengan adanya penambahan molekul oksigen. Oksidasi komponen polifenol sampel akan mengakibatkan kerusakan pada senyawa flavonoid [17].

Total fenol memiliki hubungan dengan aktivitas antioksidan di dalam bahan hal ini disebabkan oleh oleh senyawa fenolik dapat berperan dalam menentukan besarnya aktivitas antioksidan tidak hanya flavonoid yang memberikan kontribusi dalam aktivitas antioksidan. Penurunan total fenol pada perlakuan selanjutnya dapat disebabkan oleh sifat antioksidan yang larut dalam air dan juga mudah mengalami oksidasi [18].

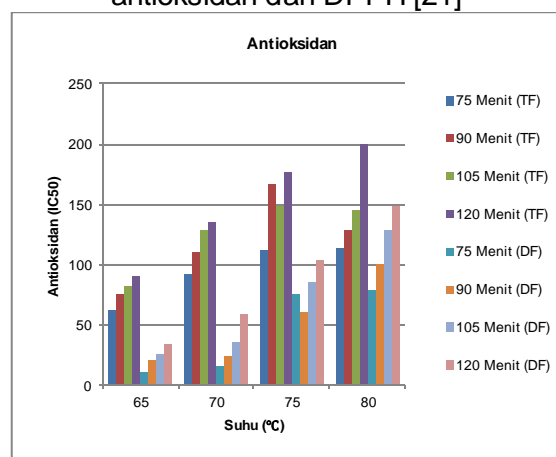
## 6. Antioksidan

Metode yang digunakan dalam pengujian aktivitas antioksidan adalah metode serapan radikal DPPH yang merupakan metode sederhana, mudah, dan menggunakan sampel dalam jumlah yang sedikit dengan waktu yang singkat [19].

Metode peredaman radikal bebas DPPH didasarkan pada reduksi dari larutan methanol radikal bebas DPPH yang berwarna oleh penghambatan radikal bebas. Ketika larutan DPPH yang berwarna ungu bertemu dengan bahan pendonor elektron maka DPPH akan tereduksi, menyebabkan warna ungu akan memudar dan digantikan warna kuning yang berasal dari gugus pikril [20].



**Gambar 9.** Reaksi kimia antara antioksidan dan DPPH [21]



**Gambar 10.** Grafik antioksidan

Perubahan sifat antioksidan dari kuat menjadi sedang dimulai dari suhu 70°C dalam waktu 90 menit. Lalu, perubahan sifat antioksidan dari kuat menjadi lemah dimulai dari suhu 75°C waktu 90 menit dan suhu 80°C waktu 120 menit.

Nilai  $IC_{50}$  menunjukkan jumlah antioksidan dan sifat antioksidan sampel. Kerusakan antioksidan sampel ditandai dengan meningkatnya nilai  $IC_{50}$  dan

memberikan sifat dari sangat kuat (<50 ppm) menjadi lemah (150-200 ppm). Pengaruh dari kerusakan sampel adalah lamanya waktu kontak antara zat aktif dengan pelarut yang suhunya semakin meningkat akibat pemanasan yang lama [20].

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diketahui bahwa seluruh sampel pada proses evaporasi vakum tidak layak untuk dikonsumsi karena berada pada 4,1 dan semakin menurun. Namun, nira nipah, dan nira nipah yang difortifikasi dapat dikonsumsi karena memiliki nilai pH 5,1 atau layak digunakan sebagai bahan tambahan pangan. Selain itu, hasil dari kedua proses menunjukkan bahwa nira nipah lebih baik tidak menggunakan proses evaporasi vakum karena menurunkan kualitas turbiditas, polifenol, dan antioksidan nira nipah. Meskipun, hasil analisa brix menunjukkan bahwa dengan melakukan proses evaporasi vakum dapat meningkatkan nilai brix.

Berdasarkan data hasil pengamatan dari pH, brix, turbiditas, gula reduksi, polifenol, dan antioksidan, peneliti menunjukkan bahwa prosedur yang dilakukan perlu ditingkatkan dimulai dari prosedur penjernihan, dan meningkatkan nilai pH nira nipah baik sebelum ataupun setelah proses evaporasi vakum, dan menambah analisa lainnya sehingga kualitas nira nipah layak sebagai sirup gula cair fungsional. Selain itu, variasi suhu dan waktu berdasarkan tujuan evaporasi vakum. Tujuan utama dari proses evaporasi adalah meningkatkan nilai brix dalam nira nipah dengan membatasi waktu dan suhu yang bervariasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Rasa hormat dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ir. Zulmanwardi, M.Si. selaku pembimbing I dan Dr. Fajriyati Mas'ud, S.T.P., M.Si. selaku pembimbing II. Ucapan terima kasih juga kepada keluarga tercinta yang senantiasa memberikan motivasi dan dukungan berupa spiritual, materil, dan non-materil lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

### Pustaka dari Jurnal :

- [1] Marpaung, Yanto T. F., dkk. "Perkembangan Industri Gula Indonesia dan Urgensi Swasembada Gula Nasional," *Indonesia Journal of Agricultural Economics (IJAE)*, vol. 81 no. 1, pp. 1-14, 2011
- [2] Lumoindong, Frans, dan Christine F. Mamuaja. "Produksi Gula Cair dari Limbah Selulosik Sebagai Alternatif Pengganti Cairan Infus," *J. Ilmu dan Teknologi Pangan*, vol. 4 no. 1, pp. 36-42, 2016.
- [3] Phoungchandang, S., etc. "Development of a Small Scale Processing System for Concentrated Ginger Powders," *World Applied Sciences Journal*, vol. 6, no. 4, pp. 488-493, 2009.
- [4] Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2891-1992 *Tentang Cara Uji Makanan dan Minuman*, pp. 1-4, 1992.
- [5] Rahmawati, dan Meidi Utami, *Proses Produksi dan Formulasi Minuman Instan Fungsional dari Biji Kakao Pilihan*. 2018.
- [6] Handayani, Virsa, dkk. "Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Bunga dan Daun Patikala (*Etilingera elatior* (Jack) R.M.Sm) Menggunakan Metode DPPH)," *Pharm Sci Res* ISSN 2407-2354, vol. 1, no. 2, pp. 86-93, 2014.
- [7] Brands-Williams, M.E. Cuvelier, and C. Berset. "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity," *Food Science and*



- Technology*, vol. 28, no. 1, pp. 25-30, 1995.
- [8] Erwinda, Maya Dwi, dan Wahono H. S. "Pengaruh pH Nira Tebu (*Saccharum officinarum*) dan Konsentrasi Penambahan Kapur Terhadap Kualitas Gula Merah," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 2, no. 3, pp. 54-64, 2014.
- [9] Hasanuddin, Ahmad, Askur R., dan Darimiyya H. "Pengaruh Penggunaan Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens Linn*) dan Larutan Kapur Terhadap Kualitas Nira Siwalan," *Jurnal Ilmiah Rekayasa*, vol. 7, no. 1, pp. 1-12, 2014.
- [10] Loniza, Erika, dan Isma Syabani. "Portable Turbidimeter Dilengkapi Penyimpanan Data Berbasis Arduino," *Jurnal Teknik Eletromedik Indonesia*, vol. 1, no. 1, pp. 13-18, 2019.
- [11] Diniyah, N., Simon B. W., dan Hari P. "Teknologi Pengolahan Gula Coklat Cair Nira Siwalan (*Borassus flabellifer L.*)," *J. Teknol. dan Industri Pangan*, vol. 23, no. 1, pp. 53-57, 2012.
- [12] Sukoyo, Agung, Bambang Dwi Argo, dan Rini Yulianingsih. "Analisis Pengaruh Suhu Pengolahan dan Derajat Brix Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Gula Kelapa Cair dengan Metode Pengolahan Vakum," *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, vol. 2, no. 2, pp. 170-179, 2014.
- [13] "Reymon, Nur Saadah D., dan Feny Alvianty. "Perbandingan Kadar Glukosa Pada Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* Var *Ayamurasaki*) Menggunakan Metode *Luff School*," *Jurnal Warta Farmasi*, vol. 8, no. 2, pp. 10-19, 2019.
- [14] Singleton, V., and Joseph A.R. "Colorimetry of Total Phenolic Compunds with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents," *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. ---, no. 16, pp. 144-158, 1965.
- [15] Khadijah, dkk. "Penentuan Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanolik Daun Samama (*Antiocephalus mactophyllus*) Asal Ternate, Maluku Utara," *Jurnal Kimia Mulawarman*, vol. 40, no. 1, pp. 11-18, 2017.
- [16] Sekarini, Gandes Ayu, *Kajian Penambahan Gula dan Suhu Penyajian Terhadap Kadar Total Fenol, Kadar Tannin (Katekin) dan Aktivitas Antioksidan pada Minuman Teh Hijau (Camellia Sinensis L.)*. 2011.
- [17] Andriani, Martina, Bambang S. A., dan Gandes. "Pengaruh Penambahan Gula dan Suhu Penyajian Terhadap Nilai Gizi Minuman Teh Hijau (*Camellia sinensis L.*)," *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 5 no. 2, pp. 40-47, 2012.
- [18] Sukardi, Noer Iqbal Arief, dan Sri Winarsih. "Kajian Antioksidan, Total Fenol & Total Flavonoid Jamu Selokarang yang diformulasi dengan Jinten Hitam (*Nigella sativa*)," *Food Technology and Halal Science Journal (FTHS)*, vol. ---, no.-, pp. 39-51, 2021.
- [19] Marjoni, Mhd Riza, Afrinaldi, dan Ari Devi Novita. "Kandungan Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air Daun Kersen (*Muntingia calabura L.*)," *Jurnal Kedokteran Yarzi*, vol. 23, no. 3, pp. 187-196, 2015.
- [20] Tristantini, Dewi, dkk. "Penguujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (*Minusops elengi L.*)," dalam *Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan": Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, 2016, ISSN 1693-4393.
- [21] Nagaki, M., Manami K., Yoshifumi G. "Phytochemical Analysis of The Leaf of The Fuji Apple Tree," *弘前医療福祉大学紀要*, vol. 6, no. 1, pp. 19-26, 2015.