

## Kuantifikasi Inversi Galaktomanan Kolang-Kaling (*Arenga pinnata* Merr.) dengan Iodometri

Nilsya Febrika Zebua<sup>1\*</sup>, Sumardi<sup>2)</sup>, Suprianto<sup>3)</sup>, Putri Addina<sup>4)</sup>

<sup>1,4</sup> Fakultas Farmasi, Universitas Tjut Nyak Dhien, Medan-Indonesia

<sup>2,3</sup> Fakultas Farmasi, Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam, Indonesia

\*[nf.zebua@gmail.com](mailto:nf.zebua@gmail.com); [mardisaad@gmail.com](mailto:mardisaad@gmail.com); [ekahasbi@gmail.com](mailto:ekahasbi@gmail.com); [putriaddina@gmail.com](mailto:putriaddina@gmail.com)

Received: 20 Maret 2024; Revised: 28 Maret 2024; Accepted: 30 April 2024

DOI: <https://doi.org/10.52622/jisk.v5i1.03>

### Abstract

**Background:** Kolang-Kaling (*Arenga pinnata* Merr.) belongs to the Arecaceae family as a source of natural polysaccharides in the form of galactomannan which is usually used as an additional ingredient. **Objective:** The study was aimed at determining whether galactose-mannose from Kolang-Kaling (GKK) could be separated using chromatography and its levels using the iodometry method. **Method:** Extraction of galactomannan using distilled water as a solvent. Purification by Paper Chromatography using WEB [Water: Ethanol: Butanol] mobile phase; WAB [Water: Acetate: Butanol]; CH<sub>3</sub>COOH 10.0% and 50.0%; CA 10.0% and 20.0%. Purification by TLC uses a variation of the EA: H mobile phase. **Results:** The GKK extraction yield was 18,5 g (3.7%). The levels before and after inversion were 85.53% and 90.23% with a galactose-mannose standard of 94.52%. **Conclusion:** Galactomannan can be obtained from Kolang-Kaling extraction and its levels are determined using the iodometry method.

Keywords: Kolang-Kaling, galactomannan, chromatography, iodometry

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan satu diantara negara khatulistiwa yang kaya sumber karbohidrat sebagai produk primer fotosintesis dan merupakan sumber energi sistem kehidupan dengan jumlah melimpah di alam. Beberapa diantaranya adalah padi-padian, umbi-umbian, polong-polongan dan sebagainya. Akan tetapi sangat disayangkan sumber daya alam tersebut belum semua dapat dimanfaatkan nilai tambahnya dengan baik. Secara keseluruhan, galaktomanan sebagai polisakarida multifungsi dengan berbagai aplikasi yang bermanfaat dalam industri pangan, farmasi, medis, dan lain-lain [1][2]. Aplikasi dalam bidang Industri Pangan sebagai galaktomanan digunakan sebagai agen pengental dan pengemulsi dalam berbagai produk makanan, seperti es krim, saus, dan sup; dan sebagai stabilizer untuk membantu mempertahankan tekstur dan kestabilan produk pangan. Di Industri Farmasi dan Medis, galaktomanan digunakan sebagai biomarker dalam tes diagnostik untuk mendeteksi infeksi jamur *Aspergillus* pada pasien dengan kondisi imunokompromis, untuk mengontrol laju pelepasan bahan aktif, produk perawatan kulit karena kemampuannya untuk mempertahankan kelembapan. Sedangkan di Industri Kertas dan Tekstil, galaktomanan digunakan sebagai bahan perekat dalam produksi kertas dan tekstil. Potensinya dalam berbagai bidang terus dieksplorasi untuk mengembangkan produk-produk inovatif dan berkelanjutan. Polimer alam berasal dari karbohidrat memiliki potensi sebagai bahan baku pembuatan alginat, karagenan, tragakan, *pectin*, xanthan gum, gellan gum, dan guar gum [2]–[5].

Galaktomanan adalah sejenis polisakarida, yaitu karbohidrat kompleks yang terdiri dari molekul galaktosa dan manosa. Galaktomanan terdiri dari rantai manosa yang terhubung dengan galaktosa. Manosa membentuk tulang punggung utama dengan ikatan  $\beta$ -1,4, dan galaktosa melekat pada tulang punggung manosa melalui ikatan  $\alpha$ -1,6. Polisakarida ini ditemukan dalam dinding sel beberapa tanaman dan sering digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan medis. Berikut adalah beberapa aspek penting tentang galaktomanan [2].

Penelitian mengenai tumbuhan penghasil karbohidrat telah banyak dilakukan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan telah banyak ditemukan yang selama ini belum diketahui keberadaannya, terutama dalam bidang farmasi dan kegunaan lainnya [6]. Salah satu diantaranya senyawa polisakarida galaktomanan yang merupakan biopolimer pertama di bumi. Galaktomanan merupakan polisakarida [2]. Galaktomanan hampir seluruhnya larut dalam air membentuk larutan kental dan gel. Galaktomanan terdiri dari dua monomer gula, yaitu mannososa dan galaktosa. Mannososa merupakan komponen utama dan galaktosa merupakan komponen pelengkap. Jumlah galaktosa dalam polisakarida selalu lebih kecil dari mannososa [3].

Kolang-kaling sebagai salah satu diantara sumber galaktomanan yang melimpah di alam. Endosperm biji buah aren biasa disebut Kolang-Kaling yang panen setelah berumur dan dalam kondisi setengah masak setelah melewati beberapa proses pengolahan [7]. Komponen senyawa kimia yang terdapat pada Kolang-Kaling antara lain: protein, lemak, karbohidrat, serat kasar, dan abu. Massa molekul relatif galaktomanan Kolang-Kaling bervariasi, 6000-17000 [7], [8].

Penetapan kadar galaktomanan dapat dilakukan dengan berbagai metode, termasuk ELISA, HPLC, MS, FTIR, CE, dan metode spektrofotometri. Pemilihan metode tergantung pada kebutuhan spesifik penelitian, sensitivitas, spesifisitas, dan ketersediaan peralatan. Metode modern seperti HPLC dan HPLC-MS menawarkan sensitivitas dan akurasi tinggi, sementara metode seperti ELISA memberikan kemudahan dan spesifisitas yang diperlukan untuk aplikasi diagnostik [9]–[11].

Kromatografi Kertas (KK) merupakan kromatografi sistem partisi dimana fase tetap adalah air, disokong oleh molekul-molekul selulosa kertas, dan fase gerak merupakan campuran satu atau lebih pelarut pada suhu tertentu, kerapatan dan ketebalan kertas. Kromatografi Lapis Tipis (KLT) merupakan cara pemisahan campuran menjadi senyawa murni, mengetahui kuantitas dengan cepat, dan hemat sampel [9]. Metode *Luff Schoorl* merupakan metode untuk menentukan kadar karbohidrat dalam sampel yang mengandung karbohidrat dan terbaik dengan tingkat kesalahan terbesar 10%. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan metode tersebut.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan meliputi Kolang-Kaling (KK), Galaktosa (G), Mannososa (M), Sulfuric acid (SA), NaOH, Kanji, KI,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  anhidrat, Asam Sitrat, Asam Asetat Glasial (A), Butanol (B), Etanol (E) 96%, Chloride Acid (CA), Akuades (W), n-Heksan (HE), Etil Asetat (EA), dan metanol p.a. Alatt yang digunakan adalah neraca Analitis (Sartorius®), *Hot Plate*, Magnetic Stirer dan Blender (Nasional Super), Oven Blower (Menmert), Indikator Universal (E-Merck), alat gelas lainnya.

### Ekstrak Galaktomanan Kolang-Kaling

Setengah kilogram Kolang-Kaling dibersihkan, dirajang, ditambah 5 L air dan dihaluskan, 24 jam dalam lemari pendingin. Supernatan ditambah Etanol 96% ditambah ke supernatan (1:2, v/v), disimpan kembali 24 jam dalam lemari pendingin, residu disaring, residu direndam etanol p.a dan disaring ulang sehingga didapatkan galaktomanan Kolang-Kaling (GKK), diakhiri dengan pengeringan dalam desikator.

### Pemurnian dengan KK

Ditimbang 50 mg GKK dilarutkan dengan 50 ml CA 2N, direfluks ( $40^\circ\text{C}/14$  jam), dinetralkan segera dengan NaOH 2N, dicek pH dengan pH indicator, diuapkan sampai kering dan mengkristal. Kristal tetesi metanol p.a sampai larut, ditotol segera ke kertas wathman melalui pipa kapiler, dikeringkan sejenak (sekitar 15 menit), kertas dimasukkan ke dalam *chamber* yang berisi WEB 1:1:4; 3:4:1; 4:3:1; dan 2:2:2 dan dibiarkan sampai jenuh (24 jam), WAB 5:1:4; A 10% dan 50%; CA 10% dan 20%; ditunggu noda tidak naik lagi, diangkat, dikeringkan dan disemprot campuran P.anisidin dengan asam ftalat dalam etanol masing-masing 1,29 g, 109 g dan 100 ml, diakhiri dengan pengeringan [10], [12], [13].

### **Pemurnian dengan KLT**

Ditimbang 50 mg GKK dilarutkan dengan 50 ml CA 2N, direfluks ( $40^{\circ}\text{C}/14$  jam), dinetralkan segera dengan NaOH 2N, dicek pH dengan pH indikator, diuapkan sampai kering dan mengkristal. Kristal tetesi metanol p.a sampai larut, ditotol segera ke kertas wathman melalui pipa kapiler, dikeringkan sejenak (sekitar 15 menit), kertas dimasukkan ke dalam *chamber* yang berisi EA:H (3:7; 7:3); H:EA 3:7; 7:3) dan dibiarkan sampai jenuh (24 jam); ditunggu noda tidak naik lagi, diangkat, dikeringkan dan disemprot campuran P.anisidin dengan asam ftalat dalam etanol masing-masing 1,29 g, 109 g dan 100 ml, diakhiri dengan pengeringan [10], [12]–[14].

### **Penetapan Kadar Sebelum Inversi**

GKK 50 mg dimasukkan ke erlenmeyer, ditambahkan 10 ml akuades, beberapa batu didih dan 40 ml larutan *Luff* secara kuantitatif, lalu dididihkan selama 5 menit, kemudian segera didinginkan, ditambah 15 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25% dan 1,7 g KI, segera ditutup, dan dibiarkan 15 menit. Setelah dingin, dititrasasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N sampai terbentuk warna kuning lemah. Lalu ditambahkan 3 ml indikator kanji sampai larutan berwarna biru, kemudian titrasi dilanjutkan kembali sampai warna biru hilang dan dilakukan titrasi blanko [15].

### **Penetapan Kadar Sesudah Inversi**

GKK 50 mg sampel dilarutkan dengan 10 ml CA 2 M, direfluks selama 14 jam pada  $40^{\circ}\text{C}$ . selanjutnya segera dinetralkan dengan NaOH 2 M, dicek pH menggunakan pH universal. Uapkan hingga kering dan terbentuk kristal. Kristal dimasukkan ke erlenmeyer, ditambah 10 ml akuades dan 40 ml larutan *Luff* secara kuantitatif, ditambahkan beberapa batu didih, dipanaskan sampai mendidih 5 menit, didinginkan segera. Selanjutnya ditambah 15 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25% secara hati-hati dan 1 g KI segera tutup dan biarkan selama 15 menit ditempat gelap. Lalu dititrasasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N sampai terbentuk warna kuning lemah, kemudian ditambahkan 3 ml indikator kanji sampai larutan berwarna biru, titrasi dilanjutkan sampai warna biru hilang [15].

### **Penetapan Kadar Baku**

Sebanyak 50 mg galaktosa-manosa, dimasukkan ke erlenmeyer, ditambah 10 ml akuades, 40 ml larutan *Luff* secara kuantitatif lalu ditambah 20 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25% dan 1,7 g KI, segera ditutup, dan dibiarkan 15 menit. Selanjutnya dititrasasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N sampai terbentuk warna kuning lemah. Lalu ditambahkan 3 ml indikator kanji sampai larutan berwarna biru, kemudian titrasi dilanjutkan kembali sampai warna biru hilang [15].

### **Penetapan Kadar Blanko**

Sebanyak 10 ml akuades, beberapa batu didih dengan 40 ml larutan *Luff* secara kuantitatif lalu dididihkan 5 menit, segera didinginkan, ditambah 20 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  25% dan 1,7 g KI, segera ditutup, dan dibiarkan 15 menit. Selanjutnya dititrasasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N sampai terbentuk warna kuning lemah. Lalu ditambah 3 ml indikator kanji sampai larutan berwarna biru, kemudian titrasi dilanjutkan kembali sampai warna biru hilang [15].

## **HASIL PENELITIAN**

Sebanyak 500 g biji durian setelah diekstraksi dan dimurnikan dan diperoleh padatan berwarna coklat dan dikeringkan maka dapat hasilnya sebanyak 18,5 g.

$$\% \text{ galaktomanan} = \frac{19,0 \text{ gram}}{500 \text{ gram}} \times 100\% = 3,7 \%$$

### **Pemurnian Galakto-Manosa dengan KK**

Pemurnian dengan KK untuk memisahkan antara galaktosa-manosa yang terdapat di dalam GKK disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Elusi Galaktosa-Manosa Sampel Kolang-Kaling dengan Kromatografi Kertas

| No | Fase Gerak | Perbandingan | Hasil |         |             |
|----|------------|--------------|-------|---------|-------------|
|    |            |              | Noda  | Rf (cm) | Warna       |
| 1  | WEB        | 1:1:4        | Satu  | 0,31    | Coklat Muda |
| 2  | WEB        | 3:4:1        | Satu  | 0,39    | Coklat Muda |
| 3  | WEB        | 4:3:1        | Satu  | 0,41    | Coklat Muda |
| 4  | WEB        | 2:2:2        | Satu  | 0,65    | Coklat Muda |
| 5  | WAB        | 5:1:4        | Satu  | 0,29    | Coklat Muda |
| 6  | A          | 50%          | Satu  | 0,83    | Coklat Tua  |
| 7  | A          | 10%          | Satu  | 0,82    | Coklat Muda |
| 8  | CA         | 20%          | Nihil | 0       | Nihil       |
| 9  | CA         | 10%          | Nihil | 0       | Nihil       |

Elusi Galaktosa-Manosa baku dengan KK sebagai pembanding elusi galaktosa-manosa yang terdapat di dalam GKK disajikan pada **Tabel 2**

**Tabel 2.** Hasil Elusi Galaktosa–Manosa Baku dengan Kromatografi Kertas

| No | Baku | Fase Gerak | Perbandingan | Hasil |         |                   |
|----|------|------------|--------------|-------|---------|-------------------|
|    |      |            |              | Noda  | Rf (cm) | Warna             |
| 1  | G    | WEB        | 1:1:4        | Satu  | 0,55    | Kuning Kecoklatan |
| 2  | M    | WEB        | 1:1:4        | Satu  | 0,51    | Coklat            |
| 3  | GM   | WEB        | 3:4:1        | Satu  | 0,78    | Coklat            |
| 4  | GM   | WEB        | 4:3:1        | Satu  | 0,76    | Coklat            |
| 5  | GM   | WEB        | 4:4:1        | Satu  | 0,74    | Coklat            |
| 6  | G    | WEB        | 2:2:2        | Satu  | 0,63    | Coklat            |
| 7  | M    | WEB        | 2:2:2        | Satu  | 0,61    | Coklat            |
| 8  | GM   | WEB        | 2:2:2        | Satu  | 0,80    | Coklat            |
| 9  | G    | WAB        | 5:1:4        | Satu  | 0,53    | Coklat            |
| 10 | M    | WAB        | 5:1:4        | Satu  | 0,51    | Coklat            |

**Tabel 1** dan **Tabel 2** disajikan untuk deskripsikan noda pada fase gerak WEB 1:1:4, untuk noda sampel GKK terdapat di tengah bagian atas, namun noda tidak terpisah. Demikian juga noda baku galaktosa maupun manosa sampai di tengah-tengah kertas dan kedua noda mempunyai warna yang sama. WEB 3:4:1 untuk noda sampel GKK tidak terpisah dan berada hampir di tengah kertas, tetapi warnanya sulit untuk dibedakan. Noda baku galaktosa-manosa gabungan tidak terpisah dan berada di ujung titik elusi fase gerak. BEW 4:3:1 untuk noda sampel GKK tidak terpisah, berada hampir di tengah kertas, tetapi warna sulit untuk dibedakan. Noda baku galaktosa-manosa gabungan tidak terpisah dan berada di ujung titik elusi fase gerak. WEB 2:2:2 untuk noda sampel G KK berada di tengah kertas, tetapi tidak terpisah, sedang noda baku galaktosa tidak terpisah dan berada di tengah kertas berwarna coklat muda, dan noda manosa sampai di tengah kertas, berwarna coklat, namun tidak terpisah. Noda galaktosa-manosa gabungan juga naik sampai di tengah kertas dan tidak terpisah.

WAB 5:1:4 untuk noda sampel GKK sangat dekat dengan titik totonan, tidak terpisah. Noda baku galaktosa melewati ujung titik totonan, hampir di tengah-tengah kertas, tetapi tidak terpisah, dan noda baku manosa berada di ujung titik totonan sampai di tengah kertas, tetapi tidak terpisah.

Fase gerak CA 10 %, noda sampel GKK tidak muncul, tetap berada di titik totonan, tetapi pada semprotan pereaksi berwarna biru. Dan fase gerak CA 20%, untuk noda sampel Kolang-Kaling tidak muncul juga, tetap berada di titik totonan, dan saat semprotan pereaksi berwarna biru. Fase gerak dengan A 10%, noda sampel GKK naik cukup tinggi, tetapi belum terpisah, sulit menentukan Rf-nya. Fase gerak A 50%, noda sampel GKK naik lebih tinggi, hampir dekati ujung kertas, dan tidak terpisah.

**Tabel 1** dan **Tabel 2** memberi informasi dari semua fase gerak, WEB 2:2:2 merupakan fase gerak yang baik untuk digunakan elusi, namun belum mampu mengelusi dengan baik untuk gabungan galaktosa-manosa, baik sampel maupun baku pembanding. Rf yang didapatkan dari elusi fase gerak WEB 2:2:2 pada baku galaktosa 0,63 cm dan Manosa 0,61 cm. Rf-nya berdekatan sehingga metode KK sulit digunakan untuk pemurnian.

### Pemurnian Galakto-Manosa dengan KLT

Pemurnian dengan KLT untuk memisahkan antara galaktosa-manosa yang terdapat di dalam GKK disajikan Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Penetapan Kadar dengan Kromatografi Lapis Tipis

| No | Campuran Sampel | Fase Gerak EA:H | Noda  |
|----|-----------------|-----------------|-------|
| 1  | M               | 7:3             | Nihil |
| 2  | M               | 3:7             | Nihil |
| 3  | M dan MG        | 7:3             | Nihil |
| 4  | M dan MG        | 3:7             | Nihil |

**Tabel 3** memberi penjelasan secara tidak langsung bahwa fase gerak EA:H pada masing-masing perbandingan tidak ada elusi noda, dan semprotan campuran  $p$ -anisidin, asam ftalat tidak mampu mendeteksi keberadaan noda tersebut.

### Kadar Galaktosa-Manosa

Kadar galaktosa-manosa yang terdapat pada ekstrak GKK ditetapkan secara *Luff Schoorl*, yaitu melalui hidrolisis ekstrak galaktomanan dihidrolisa sehingga menghasilkan gula invert bersifat pereksusi. Kemudian ditambah larutan *Luff* berlebih sehingga  $\text{CuSO}_4$  tereduksi dengan KI dalam suasana asam dan menghasilkan iodium, jumlah iodium titrasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

Perbedaan penetapan kadar galaktosa-manosa sesudah inverse karena adanya refluks selama 14 jam untuk memutus rantai galaktomanan menjadi galaktosa-manosa lebih sempurna, dan penambahan NaOH untuk menetralkan hasil refluks. Titrasi dibutuhkan blanko berfungsi sebagai kontrol. Hasil yang diperoleh sebelum dan sesudah inversi sebesar 85,53% dan 90,23% dengan baku galaktosa-manosa sebanyak 94,52%.

### KESIMPULAN

Galaktosa-manosa dari GKK tidak dapat dipisahkan dengan KK maupun KLT tidak adanya warna yang terpisah. Kadar galaktosa-manosa GKK sebelum dan sesudah inversi sebesar 85,53% dan 90,23% dengan baku galaktosa-manosa sebanyak 94,52%.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. G. Azero and C. T. Andrade, "Testing Procedures for Galactomannan Purification," *Polym. Test.*, vol. 21, no. 5, pp. 551–556, 2002.
- [2] L. M. Nwokocha, "Galactomannans," in *Handbook of Hydrocolloids*, Elsevier, 2021, pp. 273–293.
- [3] N. K. Mathur, *Industrial Galactomannan Polysaccharides*, vol. 3. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group, 2012.
- [4] H. N. Lavudi and S. Suthari, "Application of Legume Seed Galactomannan Polysaccharides," *Sustain. Agric. Rev. 45 Legum. Agric. Biotechnol. Vol 1*, pp. 97–113, 2020.
- [5] G. C. G. Martínez-Avila, M. A. Aguilar-Gonzalez, M. L. Chávez-Gonzalez, D. K. Verma, H. Khan, and C. N. Aguilar, "Galactomannan: a Biodegradable Polymer Used for Bio-based Edible Coating and Film Materials," in *Applications of Biodegradable and Bio-Based Polymers for Human Health and a Cleaner Environment*, Apple Academic Press, 2021, pp. 223–238.
- [6] A. K. Nasution, A. Azhari, S. Suryati, I. Ishak, and Z. A. Nasrul, "Ekstraksi Galaktomanan Dari Ampas Kelapa," *Chem. Eng. J. Storage*, vol. 1, no. 3, pp. 10–16, 2021.
- [7] A. Candra, *Film Pelapis Kitosan-Pati Biji Aren (Arenga pinnata) sebagai Kemasan Fillet Ikan Salmon*. Pekalongan: NEM, 2022.
- [8] F. Ihsan, F. T. Pertanian, and U. Andalas, "Pembuatan Nori dengan Pemanfaatan Kolang-Kaling sebagai Bahan Substitusi Rumput Laut Jenis *Euclima cottonii*," Universitas Andalas, 2016.
- [9] Y. Liu, F. Lei, L. He, W. Xu, and J. Jiang, "Comparative Study on The Monosaccharides of Three Typical Galactomannans Hydrolyzed by Different Methods," *Ind. Crops Prod.*, vol. 157, p. 112895, 2020.

- [10] F. Rashid, S. Hussain, and Z. Ahmed, "Extraction Purification and Characterization of Galactomannan from Fenugreek for Industrial Utilization," *Carbohydr. Polym.*, vol. 180, pp. 88–95, 2018.
- [11] D. Darmawati, S. Bahri, and H. Sosidi, "Analisis Kadar Glukomanan dari Biji Durian (*Durio zebethinus* Murr) dengan Metode Spektrofotometri pada Berbagai Waktu dan Suhu Hidrolisis," *Kovalen J. Ris. Kim.*, vol. 6, no. 2, pp. 158–164, 2020.
- [12] N. Rahim, A. R. Li, D. Kamarun, and M. R. Ahmad, "Isolation and Characterization of Galactomannan from Seed of *Leucaena leucocephala*," *Polym. Bull.*, vol. 75, pp. 2027–2037, 2018.
- [13] H. A. Pawar and K. G. Lalitha, "Isolation, Purification and Characterization of Galactomannans as an Excipient from *Senna tora* Seeds," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 65, pp. 167–175, 2014.
- [14] J. F. Silva Neto *et al.*, "Extraction, Purification and Electrical Characterization of Gross Galactomannan and Purified Galactomannan Obtained from *Adenanthera pavonina* L. Seeds," *Chem. Biodivers.*, vol. 20, no. 2, p. e202200888, 2023.
- [15] S. Sudarmadji, B. Haryono, and Suhardi, *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty, 1997.