

PENGAMBILAN GALAKTOMANAN DARI BUAH NIPAH DENGAN METODE EKSTRAKSI

Sari Purnavita, Putri Wulandari

Program Studi Teknik Kimia Politeknik Katolik Mangunwijaya,

Jl. Sriwijaya (Kusumanegara) no 104 Semarang

E-mail: saripurnavita@yahoo.com

Abstract

Nipah (Nypa fruticans W) is a palm plant (Arecaceae) that grows in the mangrove forest area. The use of nipah in Indonesia has high potential to be developed, especially nipah fruit. Palm fruit contains galactomannan which is a polysaccharide with its chain constituents are manosa and galactose. The purpose of this study was to study the optimum conditions of the ratio of the amount of precipitating material to raw materials of palm powder (35: 1; 30: 1; 25: 1; 20: 1) and extraction time (2 hours and 3 hours) to galactomannan yield. The fixed variables used are the type of precipitating agent (methanol), the concentration of the settler (95%), the ratio of the solvent to the amount of powder, the extraction temperature (50°C), the stirring speed (rpm). Which has a working procedure by crushing the material using a blender until it is crushed then dried in the sun to dry and crushed again until smooth, then the results are extracted using water at 50°C with a certain time then filtered and added methanol to separate galactomannan from water and wait until the precipitate is formed then continued with precipitate then continued with predetermined analysis. The results of the FTIR test of this compound also have the characteristics of an ether bond (CH₂-O-CH₂) that appears at 875.04 cm⁻¹. From the groups identified in the data it was concluded that the isolated compound was a compound in galactomannan. The results of luff shrimll analysis with eight analyzes showed the presence of red sediment, which means it contains galactomannan. And the statistical tests show that it has a real effect. The best combination of treatment results obtained at the amount of 200 ml of settling and mixing time of 2 hours, the highest yield of 31.25%

Keywords: Extraction; Galactomannan; Nipah.

Abstrak

Nipah (Nypa fruticans W) merupakan tumbuhan dari suku palma (Arecaceae) yang tumbuh dikawasan hutan mangrove. Pemanfaatan nipah di Indonesia memiliki potensi yang tinggi untuk dikembangkan khususnya buah nipah. Daging buah nipah mengandung galaktomanan yang merupakan polisakarida dengan rantai penyusun manosa dan galaktosa. Galaktomanan banyak digunakan pada berbagai industri makanan dan obat – obatan. Selain itu galaktomanan memiliki sifat antioksidan dan antimikroba untuk pelapisan bahan makanan Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari kondisi optimum rasio jumlah bahan pengendap dengan bahan baku serbuk nipah (35:1; 30:1; 25:1; 20:1) dan waktu ekstraksi (2 jam dan 3 jam) terhadap yield galaktomanan. Variabel tetap yang digunakan adalah jenis agen pengendap (metanol),

konsentrasi pengendap (95%), rasio pelarut dengan jumlah serbuk nipah, suhu ekstraksi (50°C), dan kecepatan pengadukan. Prosedur kerja dilakukan dengan menghancurkan buah nipah menggunakan blender kemudian dijemur hingga kering dan dihaluskan. Serbuk nipah selanjutnya diekstraksi menggunakan air pada suhu 50°C dengan variabel waktu tertentu. Larutan hasil ekstraksi selanjutnya disaring dan ditambahkan metanol untuk memisahkan galaktomanan dengan air kemudian hasil dikeringkan. Hasil ekstraksi ini kemudian diuji FTIR dimana menunjukkan adanya karakteristik ikatan eter ($\text{CH}_2\text{-O-CH}_2$) yang muncul pada $875,04\text{ cm}^{-1}$. Dari gugus yang teridentifikasi dapat disimpulkan bahwa senyawa hasil isolasi merupakan senyawa galaktomanan. Pengujian analisa luff shocrll menunjukan adanya endapan merah yang berarti memiliki kandungan galaktomanan. Uji statistik menunjukkan bahwa kombinasi kedua perlakuan berpengaruh nyata terhadap yield yang dihasilkan. Hasil kombinasi perlakuan terbaik didapatkan pada rasio agen pengendap : serbuk buah Nipah 20 :1 dan waktu pencampuran 2 jam, hasil yield tertinggi yaitu sebesar 31,25%.

Kata kunci : Ekstraksi: Galaktomanan: Nipah.

1. Pendahuluan

Nipah (*Nypa fruticans* W) adalah tumbuhan suku palma (Arecaceae) yang tumbuh di kawasan ekosistem hutan mangrove[1]. Tumbuhan nipah telah banyak dimanfaatkan, misal pada bagian daun dimanfaatkan untuk membuat atap rumah dan berbagai kerajinan, bagian pelepah digunakan sebagai kayu bakar, tandan bunga disadap untuk diambil niranya, dan buah nipah dimanfaatkan sebagai bahan pangan berupa kolang kaling sedangkan buah nipah yang tua ditumbuk sebagai tepung [2]

Oleh karena itu, buah nipah memiliki potensi yang tinggi untuk dapat dimanfaatkan selain digunakan sebagai bahan pangan. Berdasarkan penelitian Subiandono, dkk [3] setiap 100 gram daging buah nipah muda memiliki kandungan karbohidrat sebesar 56,41 gram, dan di dalam karbohidrat tersebut terdapat kandungan galaktomanan

Galaktomanan adalah heteropolisakarida yang tersusun atas rantai manosa dan galaktosa yang mengandung unit mannopironisa dengan ikatan beta-(1-4) dan unit galaktopiranosida dengan ikatan alfa-(1-6) [4]. Galaktomanan dari berbagai tumbuhan akan menghasilkan berat molekul, rasio penyusun polisakarida (M:G), dan fungsi yang berbeda [5]. Perbandingan galaktosa dan manosa pada kolang kaling yaitu 1 : 1,33 [6] dan perbandingan pada ampas kelapa yaitu 1 : 1,12. [7].

Galaktomanan adalah material serbaguna yang digunakan untuk banyak aplikasi, terutama sebagai pengental dan stabilizer pada emulsi [8]. Galaktomanan banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri seperti industri tekstil, farmasi, biomedis, kosmetik dan makanan [9]. Galaktomanan juga sering digunakan sebagai suplemen serat pangan dan menjadi bahan baku *edible film* [10].

Buah Nipah memiliki potensi yang tinggi sebagai sumber galaktomanan, berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Mahfiroh dan Hasanah [11], yaitu rendemen galaktomanan yang dihasilkan dari buah Nipah dengan metode maserasi kinetik sebesar 11,59% dan diikuti penelitian Citrawati dan Dian [12] menghasilkan rendemen 9,377% dengan metode *Microwave Assisted Extraction*. Hasil ini sedikit lebih tinggi dibandingkan rendemen galaktomanan dari kolang kaling aren penelitian Zulmi [13] sebesar 4,71%. Galaktomanan nipah juga lebih tinggi dibandingkan rendemen galaktomanan ampas kelapa penelitian Sari, dkk [14] sebesar 3,82%, dan rendemen

galaktomanan fungi *Aspergillus niger* penelitian Ardiarti [15] sebesar 2,210 - 5,925%

Proses pengambilan galaktomanan dari buah Nipah dapat dilakukan dengan proses ekstraksi. Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan yang tidak saling larut. Faktor-faktor yang mempengaruhi ekstraksi, yaitu suhu, luas permukaan, pelarut, perbandingan zat terlarut dan pelarut, kecepatan pengadukan, dan waktu [14].

Metode ekstraksi digolongkan menjadi 5 jenis, yaitu maserasi, *assisted solvent extraction*, perkolasi, *soxhlet*, dan *refluks* [16]. Ekstraksi metode *refluks* merupakan ekstraksi dengan pelarut pada temperatur titik didihnya, selama waktu tertentu dan jumlah pelarut yang relative konstan dengan adanya pendinginan balik. Ekstraksi *refluks* dapat digunakan untuk mengekstraksi bahan-bahan yang mempunyai tekstur kasar dan tahan terhadap pemanasan [17].

Metode ekstraksi *refluks* dapat digunakan sebagai metode pengambilan galaktomanan dari buah Nipah. Metode ini memiliki kemudahan dalam proses pengoperasian dan sesuai dengan bahan dengan tekstur kasar serta tahan panas. Metode *refluks* menghasilkan rendemen yang lebih maksimal dibandingkan dengan proses maserasi, hal ini dikarenakan adanya pengaruh suhu pemanasan. Efektifitas kedua proses ekstraksi ini telah dikaji oleh Susanti dan Bachmid [18] pada ekstraksi tongkol jagung. Selain itu menurut penelitian Putra [19] proses ekstraksi secara *refluks* biaya yang dikeluarkan lebih rendah dibandingkan metode *assisted extraction*.

Hal yang perlu diperhatikan di dalam proses ekstraksi adalah pemilihan jenis pelarut, Penggunaan suatu jenis pelarut dapat memberikan pengaruh terhadap rendemen senyawa yang dihasilkan [20]. Pada senyawa polar, pelarut yang sering digunakan yaitu etanol, methanol, aquades, dan aseton [21] Pada ekstraksi *refluks* Nipah dilakukan dengan pelarut aquades. Pemilihan aquades didasarkan pada sifat galaktomanan yang memiliki bentuk cis-hidroksil pada cabang gula, sehingga memiliki afinitas yang lebih tinggi dalam air, dibandingkan selulosa dan pati, yang polimer glukosanya membentuk trans-hidroksil [5]. Hal ini di dukung oleh penelitian Sari [14] menghasilkan rendemen galaktomanan ampas kelapa dengan aquades sebesar 3,82% dibandingkan penelitian Zultiniar [22] dengan metanol rendemen yang dihasilkan 0,90% selaras dengan penelitian galaktomanan dari kolang - kaling Zulmi, dkk [13] dengan pelarut aquades dibandingkan Tarigan [6] dengan pelarut etanol

Ekstraksi yang dilakukan juga dipengaruhi oleh lamanya kontak (waktu ekstraksi) untuk dapat menghasilkan rendemen yang optimal. Selain itu pada penelitian ini juga dipelajari pengaruh adanya penambahan agen pengendap terhadap glukomanan yang dihasilkan. Oleh karena itu pada penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh perlakuan kombinasi rasio jumlah agen pengendap dengan serbuk nipah dan waktu ekstraksi terhadap yield galaktomanan serta mencari kondisi optimum kedua perlakuan tersebut.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan dua kali ulangan. Variabel Bebas yang digunakan adalah rasio bahan pengendap metanol dengan jumlah serbuk nipah = 20 : 1 ; 25:1; 30: 1; 35: 1 dan waktu ekstraksi 2 jam dan 3 jam. Variabel tetap adalah jenis bahan pengendap (methanol), jumlah serbuk buah nipah (10 gram), suhu ekstraksi (50°C). Variabel terikat adalah *yield* galaktomanan. Prosedur penelitian terdiri dari dua tahap, yaitu tahap perlakuan pendahuluan terhadap bahan baku buah nipah dan tahap ekstraksi galaktomanan.

Tahap pertama adalah buah nipah yang digunakan dicuci terlebih dahulu dengan air bersih kemudian di blender hingga semua benar-benar hancur. Buah nipah yang sudah diblender kemudian dijemur dengan sinar matahari hingga kering kemudian dihaluskan hingga ukuran yang ditentukan.

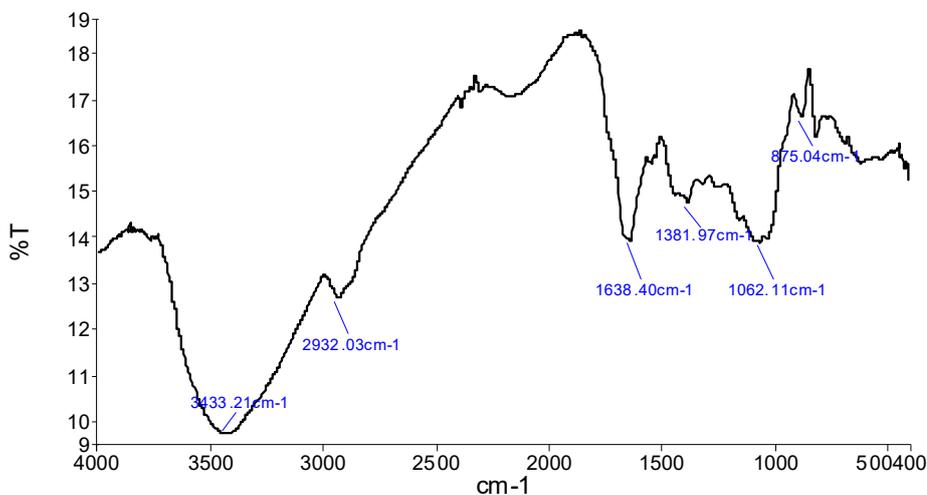
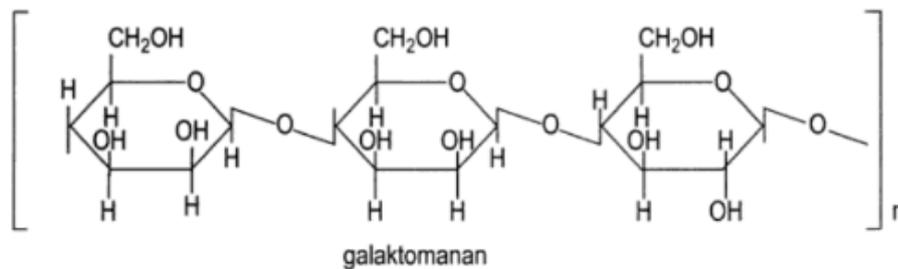
Tahap kedua yaitu tahapan ekstraksi galaktomanan dari buah nipah, pertama serbuk buah nipah yang sudah kering ditambah dengan air sebanyak 300 ml dimasukan kedalam ekstraktor dan diekstraksi pada suhu 50°C dengan kecepatan tertentu. Proses ekstraksi berhenti setelah waktu tertentu sebagai variabel bebas yang telah ditentukan. Hasil ekstraksi kemudian disaring dan dimasukan kedalam gelas piala dan ditambahkan agen pengendap metanol untuk memisahkan galaktomanan dengan air dan ditunggu hingga terbentuk endapan. Selanjutnya endapan dipisahkan dari larutan dan dimasukan kedalam gelas piala yang terlebih dahulu telah diketahui beratnya.

Identifikasi pertama dilakukan secara kualitatif dengan menggunakan larutan *Luff Schroll* jika hasil menunjukkan adanya endapan berwarna merah berarti adanya identifikasi kandungan manosa atau galaktosa. Endapan galaktomanan yang terbentuk kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari. Selanjutnya dilakukan perhitungan *yield* galaktomanan dan uji gugus fungsi galaktomanan menggunakan FTIR.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis FTIR Galaktomanan hasil dari Buah Nipah

Hasil analisa FTIR ekstraksi galaktomanan dari buah nipah dengan rasio agen pengendap : serbuk buah Nipah dan waktu pencampuran 2 jam ditunjukkan pada Gambar 3.1. Senyawa galaktomanan memiliki rumus kimia $(C_6H_{10}O_5)_n$



Gambar 1. Hasil Spektrum FTIR Galaktomanan Buah Nipah

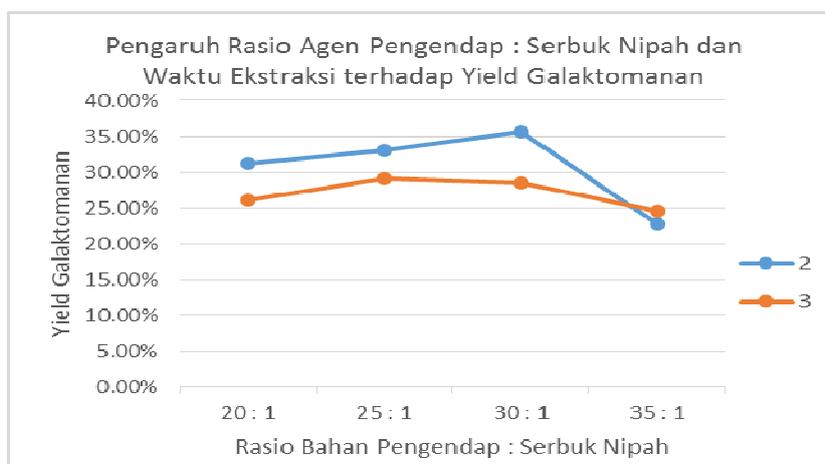
Hasil karakteristik galaktomanan dari buah nipah spektrum FTIR serupa dengan penelitian Zulmi, dkk [13]. Pada grafik daerah panjang gelombang sekitar 3400-2400 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus biasanya melampaui C-H, puncak pada daerah panjang gelombang. Sekitar 1700 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus fungsi C=O dan daerah panjang gelombang sekitar 1000 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus fungsi C-N yang ada pada galaktomanan.

Interpretasi spectrum infrs merah menunjukkan adanya serakan vibrasi O-H pada 3433,21 cm^{-1} dicirikan dengan adanya puncak yang melebar . Puncak dengan serapan 2932,03 cm^{-1} menunjukan vibrasi ulur C-H alifatik. Hal ini diperkuat dengan adanya puncak vibrasi ulur pada 1638,40 cm^{-1} yang mencirikan C-H alifatik . Senyawa ini juga memiliki karakteristik adanya ikatan eter ($\text{CH}_2\text{-O-CH}_2$) yang muncul pada 875,04 cm^{-1} . Dari gugus yang teridentifikasi pada data tersebut disimpulkan bahwa senyawa hasil isolasi yaitu merupakan senyawa dalam galaktomanan . Adanya puncak-puncak pada panjang gelombang antara 900 cm^{-1} - 1200 cm^{-1} yang menunjukkan bahwa senyawa ini merupakan senyawa dalam kelompok polisakarida. Hasil pengujian ini selaras pula dengan penelitian Ardiarti [15]

Analisis Pengaruh Jumlah Pengendap dan Waktu Pencampuran Terhadap *Yield* Galaktomanan

Tabel 1. Pengaruh penambahan rasio agen pengendap : serbuk Nipah dan Lama waktu Ekstraksi terhadap *yield* galaktomanan

Waktu	Rasio pengendap : serbuk buah Nipah	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
2 jam	35 : 1	23,6 %	22,0 %	22,80 %
	30 : 1	34,5 %	36,7 %	35,60 %
	25 : 1	38,4 %	27,8 %	33,10 %
	20 : 1	28,4 %	34,1 %	31,25 %
3 jam	35 : 1	24,4 %	24,8 %	24,60 %
	30 : 1	28,4 %	28,7 %	28,55 %
	25 : 1	29,3 %	29,0 %	29,15 %
	20 : 1	26,6 %	25,5 %	26,05 %



Gambar 2. Pengaruh rasio agen pengendap : serbuk nipah dan lama waktu Ekstraksi terhadap *yield* galaktomanan

Dalam percobaan ini pada Gambar 2 terlihat saat waktu ekstraksi 2 jam memiliki rendemen yang lebih besar dibandingkan ekstraksi selama 3 jam, hal ini dikarenakan adanya degradasi galaktomanan menjadi manosa dan galaktosa akibat pemanasan yang terlalu lama. Hasil ini selaras dengan penelitian Pratama [22] yang menyatakan galaktomanan dapat terdegradasi pada kondisi pH yang terlampaui asam atau basa dan juga pada suhu tinggi.

Pada Gambar 2, pengaruh rasio agen pengendap : serbuk buah Nipah menunjukkan adanya penambahan rasio agen pengendap : serbuk buah Nipah menyebabkan kenaikan kurva atau meningkatkan rendemen. Tetapi pada penambahan rasio agen pengendap : serbuk buah 35 : 1 menunjukkan adanya penurunan rendemen yang cukup signifikan. Hasil yang demikian, disebabkan karena polisakarida yang tersusun atas monosakarida memiliki sifat sedikit larut dalam alkohol. Sehingga semakin banyak rasio agen pengendap : serbuk buah Nipah yaitu 35 : 1 yang ditambahkan akan semakin memperbesar kelarutannya dan menurunkan hasil rendemen, hal ini diperkuat dengan Penelitian Zultinjar [22] bahwa galaktomanan mampu larut dalam metanol yaitu sebesar 0,9 gram/1200 ml methanol dari 200 gram ampas kelapa.

Hasil penelitian ini kemudian dilakukan uji F, dan didapatkan bahwa adanya kombinasi perlakuan rasio agen pengendap : serbuk buah Nipah berpengaruh nyata terhadap *yield* galaktomanan. Kemudian dengan uji lanjutan BNT dengan pengaruh didapatkan kondisi optimal rasio agen pengendap : serbuk buah Nipah 20:1 pada waktu ekstraksi yaitu 2 jam dan 3 jam. Pada penambahan ini terjadi pengaruh yang nyata dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Pada kondisi ini pula semakin rendah rasio agen pengendap : serbuk buah Nipah yang ditambahkan maka massa akan semakin besar, dikarenakan volume pelarut mempengaruhi nilai koefisien perpindahan massa pada ekstraksi. Pada kondisi terbaik pada rasio agen pengendap : serbuk buah Nipah 20:1 dengan waktu ekstraksi 2 jam.

4. Simpulan

- a) Pada analisis kualitatif *luff shocrll* pada delapan sampel pengujian terbentuk endapan merah yang menunjukkan adanya kandungan galaktomanan.
- b) Pada analisis hasil penelitian menggunakan FTIR menunjukkan puncak vibrasi ulur pada $1638,40\text{ cm}^{-1}$ yang mencirikan C-H alifatik . Senyawa hasil ini juga memiliki karakteristik adanya ikatan eter ($\text{CH}_2\text{-O- CH}_2$) yang muncul pada $875,04\text{ cm}^{-1}$. Sehingga disimpulkan bahwa senyawa hasil isolasi merupakan senyawa galaktomanan .
- c) Berdasarkan uji F pada taraf uji 5% adanya kombinasi perlakuan berpengaruh nyata terhadap *yield* galaktomanan
- d) Kombinasi perlakuan terbaik pada penelitian ini yaitu rasio jumlah pengendap : serbuk nipah 20 :1, selama 2 jam dengan *yield* sebesar 31,25% .

5. Referensi

- [1] Heriyanto, N, Karlina, E & Endro, S. (2011). Potensi Dan Sebaran Nipah (*Nypa fruticans* (Thunb.) Wurmb) Sebagai Sumberdaya Pangan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. 8 No. 4 : 327-335, DOI: 10.20886/jphka.2011.8.4.327-335
- [2] Afrizal, F & Pato, U. (2017). Pemanfaatan Buah Nipah (*Nypa fruticans*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Selai. *JOM FAPERTA UR* Vol. 4 No. 1 Th. 2017
- [3] Subiandono, E , Heriyanto, N & Karlina N. (2011). Potensi Nipah (*Nypa fruticans* (Thunb.) Wurmb.) sebagai Sumber Pangan dari Hutan Mangrove. *Buletin Plasma Nutfah* Vol.17 No.1 Th.2011
- [4] Sari, N, Mairisya M, Kurniasari, R & Sari P. (2019). Bioplastik Berbasis Galaktomanan Hasil Ekstraksi Ampas Kelapa Dengan Campuran Polyvinyl Alkohol. *METANA* Vol. 15(2):71-78, DOI : 10.14710/metana.v15i1.24892
- [5] Mathur, N.K. (2012). *Industrial Galactomannan Polysaccharides*. CRC Press, Boca Raton, Florida
- [6] Tarigan, J.B.(2014). *Karakterisasi Edible Film Yang Bersifat Antioksidan Dan Antimikroba Dari Galaktomanan Biji Aren (Arenga pinnata) Yang Diinkorporasi Dengan Minyak Atsiri Daun Kemangi (Ocimum basilicum L.)*, in *Kimia*. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- [7] Purawisastra, S & Sahara, E.(2010). Isolasi Galaktomanan Ampas Kelapa Rumah Tangga Dan Bungkil Industri Minyak Kelapa. *Puslitbang Gizi dan Makanan* 33(1) : 23-29
- [8] Sarmi, Ratnani, R, & Indah. (2016). Isolasi Senyawa Galaktomanan Buah Aren (*Arenga Pinnata*) Menggunakan Beberapa Jenis Abu. *MOMENTUM* Vol. 12, No. 1, Hal. 21-25, DOI: <http://dx.doi.org/10.36499/jim.v12i1.1453>
- [9] Prasetyo, A & Winarti, S. (2019). Karakteristik Effervescent Prebiotik Galaktomanan Dari Ampas Kelapa. *Jurnal Teknologi Pangan* Vol. 13 No. 2
- [10] Barlina, R. (2015). Ekstrak Galaktomanan Pada Daging Buah Kelapa Dan Ampasnya Serta Manfaatnya Untuk Pangan. *Perspektif* Vol. 14 No.1. Hlm 37 - 49
- [11] Mahfiroh & Hasanah, V. (2017) Ekstraksi Galaktomanan dari Buah Nipah (*Nypa fruticans* W.) dengan Menggunakan Metode Maserasi Kinetik (Kajian Rasio Bahan : Pelarut dan Konsentrasi Agen Pengendap). *Sarjana thesis*.Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- [12] Citrawati & Dian, M. (2017). Ekstraksi Galaktomanan dari Buah Nipah (*Nypa fruticans* W.) dengan Metode Microwave Assisted Extraction (Kajian Rasio Bahan: Pelarut dan Lama Waktu Ekstraksi). *Sarjana thesis*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.

- [13] Zulmi, R, Kaban, J & Juliati T.(2018). Inkorporasi Vitamin E Pfad Pada Campuran Galaktomanan Kolang-Kaling (*Arenga Pinnata*) Dan Gum Acasia. *Jurnal Kimia Mulawarman Kimia FMIPA Unmul Volume 15 Nomor 2*
- [14] Sari, N, Mairisya M, & Riska, K. (2019). Ekstraksi Galaktomanan Dari Ampas Kelapa Sebagai Bahan Baku Bioplastik. *Prosiding SNST ke-10 Tahun 2019 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim*
- [15] Ardiarti, S.(2015). Studi Isolasi Dan Karakterisasi Senyawa Galaktomannan Dari Fungi *Aspergillus Niger* Isolat Tanah Humus. *Other thesis*. Fakultas MIPA Universitas Lampung.
- [16] Mukhriani. (2014). Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan. Vol VII, No 2*
- [17] Awainah, N. (2015). Standarisasi Ekstrak Metanol Klika Anak Dara (*Croton oblongus* Burm f.). *Skripsi*. Program Studi Farmasi UIN Alauddin Makasar
- [18] Susanty & Bachmid, F. (2016). Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Refluks terhadap Kadar Fenolik dari Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays* L.) *KONVERSI Vol. 5 No. 2*
- [19] Putra, Y. (2016). Pengaruh Metode Ekstraksi Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) Sebagai Green Corrosion Inhibitor Pada Baja Api 5l Grade B Di Lingkungan 3,5% NaCl. *Tugas Akhir Skripsi*. Jurusan Teknik Material Dan Metalurgi Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya.
- [20] Anggitha, I. (2012). Performa Flokulasi Bioflokulan DYT pada Beragam Keasaman dan Kekuatan Ion terhadap Turbiditas Larutan Kaolin. Universitas Pendidikan Indonesia: Jakarta.
- [21] Kemit, N, Widarta, I & Komang A. (2017) Pengaruh Jenis Pelarut Dan Waktu Maserasi Terhadap Kandungan Senyawa Flavonoid Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Alpukat (*Persea Americana* Mill). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (Itepa)* Universitas Udayana
- [22] Zultiniar., D. Gaffar dan S. M. Casoni. (2009). Ekstraksi galaktomanan dari ampas kelapa. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau.
- [23] Pratama, E. (2016). Pengoptimuman Proses Pengeringan Terhadap Aktivitas Antioksidan, Kadar Galaktomanan, dan Komposisi Kimia Kolang-kaling. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.