



Received 13th January 2021
 Accepted 09th February 2021
 Published 11th March 2021

Open Access

DOI: 10.35472/v5i1.389

Optimasi Sintesis *Methyl Cellulose* (MC) dari Biji Salak (*Salacca edulis Reinw*) Pondoh Super

Amalia Wahyuningtyas^a, Agus Setyoko^b, Sri Anggrahini^c, Djagal Wiseso Marseno^d

^a Program studi Teknologi Pangan, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, 35365

^b Program studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Mercu Buana, Yogyakarta, 55753

^c Program studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281

* Corresponding E-mail: amalia.wahyuningtyas@tp.itera.ac.id

Abstract: Snake fruit (*Salacca zolacca*) is one of the typical fruits from Indonesia. *Pondoh* is one of the snake fruit species largely found in Yogyakarta. The kernels of snake fruit are wastes, but contains a lot of cellulose. Cellulose can be processed into methyl cellulose and be used as food additive. This study aimed to understand the optimized the optimizing synthesis of methyl cellulose through the concentration of NaOH, dimethyl sulfate and reaction temperature. The study was conducted by extracting cellulose using 4 % NaOH concentrations. Dehemicellulose and bleaching were done to dilute hemicellulose and lignin. The optimization of methyl cellulose was done using Response Surface Methodology with various concentrations of NaOH (10, 15, 20, 25, 30%), dimethyl sulfate (2, 3, 4, 5, 6 ml), and temperature (45, 50, 55, 60, 65°C). NaOH could change cellulose crystalline region and formed Na-cellulose. Dimethyl sulfate can be acted as substitution agent, while temperature controlling plays role to obtain appropriate conditions for reaction. The results showed that the use of NaOH concentration, dimethyl sulfate and temperature affected the degree of substitution, OHC and *lightness*. The addition of NaOH and dimethyl sulfate in producing methyl cellulose had more effect on the increasing of degree of substitution than temperature treatment. The optimum condition of methyl cellulose were 0.91% NaOH; 3.52 ml of dimethyl sulfate, at 46.51°C temperature.

Keywords: snake fruit kernels, optimization, rsm, cellulose, methyl cellulose.

Abstrak: Salak merupakan salah satu jenis buah khas dari Indonesia. Salak pondoh merupakan salah satu jenis salak yang banyak dijumpai di Yogyakarta. Biji salak selama ini hanya menjadi limbah, padahal sebagian besar kandungannya adalah selulosa. Selulosa dapat diolah menjadi metil selulosa yang merupakan bahan tambahan pangan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui optimasi sintesis metil selulosa pada konsentrasi NaOH, dimetil sulfat dan suhu. Penelitian dilakukan dengan cara ekstraksi selulosa menggunakan NaOH dengan konsentrasi 4 %. Selanjutnya dilakukan proses dehemicelulosa dan *bleaching* yang bertujuan untuk melarutkan hemiselulosa dan lignin. Proses optimasi metil selulosa menggunakan RSM pada variasi konsentrasi NaOH (10, 15, 20, 25, 30 %), dimetil sulfat (2, 3, 4, 5, 6 ml), dan suhu (45, 50, 55, 60, 65 °C). NaOH berperan mengubah daerah kristalin dan membentuk Na-selulosa. Dimetil sulfat sebagai agen pensubstitusi dan suhu berperan dalam menciptakan kondisi yang mendukung untuk reaksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi NaOH, dimetil sulfat dan suhu reaksi akan mempengaruhi derajat substitusi, OHC dan *lightness*. Penggunaan NaOH dan dimetil sulfat lebih berpengaruh terhadap peningkatan derajat substitusi dibandingkan suhu. Kondisi optimum metil selulosa pada konsentrasi NaOH 10,91 %, dimetil sulfat 3,52 ml dan suhu 46,51 °C.

Kata Kunci : biji salak, optimasi, rsm, selulosa, metil selulosa.

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang produksi salaknya terus meningkat. Jenis salak di Indonesia ada 20 sampai 30 spesies [1]. Salah satu jenis salak di Indonesia adalah salak pondoh. Salak pondoh merupakan salak yang dikembangkan populasinya di Gunung Merapi sisi tenggara.

Salak pondoh terdiri dari berbagai varian yaitu pondoh super, pondoh hitam, pondoh madu, pondoh gading dan pondoh nglumut [2]. Limbah salak merupakan kulit buah dan biji salak. Biji salak yang dihasilkan dapat mencapai 25-30 % [3] dimana limbah ini memiliki kandungan selulosa yang relatif besar, yaitu sebesar 31,10 %.



Selulosa merupakan polimer yang banyak terdapat pada dinding sel tumbuhan. Secara alami struktur selulosa terikat dengan lignin dan hemiselulosa. Proses ekstraksi selulosa umumnya menggunakan NaOH. Penggunaan NaOH pada suhu tinggi akan memudahkan dalam proses pelarutan lignin. Pada konsentrasi kurang dari 17,5 % NaOH tidak mendegradasi selulosa yang memiliki rantai panjang [4]. Selain penggunaan NaOH juga terdapat tahap *bleaching*. Proses *bleaching* sering menggunakan NaOCl dan NaHSO₃ [5]. NaOCl yang bersifat oksidator, akan mengoksidasi lignin sehingga mudah larut dalam air. NaHSO₃ sebagai reduktor, akan mereduksi komponen lignin sehingga mudah larut dalam air [4]. Bahan *bleaching* dapat melarutkan lignin ke dalam air [6].

Salah satu perubahan yang dapat dilakukan adalah mengolah selulosa biji salak menjadi turunannya berupa metil selulosa. Metil selulosa berwarna putih, tidak berbau, tidak berasa dan tidak bersifat toksik. MC berperan sebagai *emulsifier*, *coating agent*, *thickener*, pembentuk gel, penahan minyak untuk makanan yang digoreng dan sebagai pelumas. MC sebagai bahan tambahan (*food Additive*) mempunyai kode E461. Prinsip dari sintesis metil selulosa adalah dengan mereaksikan selulosa dengan NaOH agar terbentuk Na-selulosa. Peran NaOH adalah merubah kristalinitas selulosa, dimana NaOH akan bereaksi dengan AGU (*Anhydrous Glucose Unit*) pada selulosa yang akan merubah selulosa tipe I menjadi selulosa tipe II [7]. Proses metilasi dengan menggunakan agen pensubstitusi yaitu dimetil sulfat (DMS) [5, 8, 9].

Pelarut yang biasa digunakan dalam sintesis metil selulosa biasanya aseton atau isopropanol. Namun, efektifitas sebagai pelarut paling baik adalah isopropanol [7]. Ekstraksi selulosa dari *sugar beet pulp* dengan NaOH 7,5 % atau KOH 10 % selama 16 jam akan menghasilkan rendemen selulosa 14,88 % dan 15,17 %, sedangkan dengan menggunakan NaOH 10 % atau KOH 24 % selama 2 jam menghasilkan rendemen selulosa lebih tinggi yaitu 18,05% dan 18,35 % [10]. Ekstraksi selulosa dari tandan kosong kelapa sawit menggunakan NaOH 4 % [11], selulosa dari pelepah sawit dengan NaOH 15% [12], selulosa dari batang semu pisang *Cavendish* dengan NaOH 8 %, selulosa dari *pod husk* kakao dengan NaOH 12 % [5], selulosa dari batang semu pisang dengan NaOH 8 % [13], selulosa dari sabut kelapa dengan NaOH 15 % [14]. Komponen bahan baku yang digunakan mempengaruhi pemilihan konsentrasi NaOH.

Sintesis metil selulosa dengan metilen klorida pada bonggol dan kulit nanas menghasikan rendemen selulosa sekitar 8- 9 % [15,16]. Selain itu, proses sintesis metil selulosa bisa menggunakan bakteri selulosa dengan kondisi tertentu [17]. Sintesis turunan selulosa dipengaruhi oleh konsentrasi NaOH, jumlah agen pensubstitusi yang digunakan dan suhu reaksi [5]. Sintesis MC dalam suasana basa yang akan direaksikan dengan metil klorida (monochlor metana), metil yodida (yodo metan) [18] atau dengan dimetil sulfat (DMS) [5, 8, 9]. Pada proses sintesis ini diperlukan optimasi untuk melihat keadaan optimum yang dapat menghasilkan MC *food grade*. Penelitian ini bertujuan optimasi proses sintesis MC dengan kualifikasi *food grade*.

Metode

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah salak pondoh super dan pondoh madu yang didapat dari Kecamatan Tempel, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

Metode Sintesis Metil Selulosa

Proses sintesis MC menggunakan metode Hutomo (2012) dilakukan dengan cara sebagai berikut, yaitu 5 gram bubuk selulosa biji salak ditambah 100 ml isopropanol dan dialkalisasi dengan 20 ml NaOH dengan variasi konsentrasi 10, 15, 20, 25 atau 30 % selama 1 jam pada suhu 25°C dalam waterbath yang dilengkapi *shaker*. Kemudian dilakukan metilasi dengan menggunakan lima variasi penggunaan dimetil sulfat (2; 3; 4; 5; atau 6 ml) dengan suhu variasi 45, 50, 55, 60, atau 65 °C dan waktu reaksi selama 180 menit. Selanjutnya dilakukan netralisasi dengan menambahkan asam asetat 90 % sehingga pH mencapai 7, kemudian difiltrasi dan dilakukan pencucian menggunakan 100 ml alkohol 96 % sebanyak 4 kali. Ampasnya dikeringkan pada suhu 60 °C selama 30 menit, digiling dan diayak dengan ukuran 60 mesh.

Optimasi berdasarkan nilai analisa DS, WHC, OHC dan *lightness* yang dicapai. Pengolahan data digunakan *Response Surface Methodology* (RSM). Setelah didapatkan kondisi optimum dilakukan verifikasi data dengan melakukan sintesis metil selulosa dan analisis parameter pada metil selulosa. Titik nol adalah titik yang dicari dari tiap variasi dengan menggunakan pendekatan parameter analisa. Analisa yang dipilih dalam penentuan titik nol ini adalah derajat substitusi. Alasan pemilihan derajat substitusi adalah karena derajat substitusi merupakan salah satu parameter yang berpengaruh terhadap analisa yang lainnya. Proses

sintesis selulosa dengan 3 variabel yang divariasikan yaitu NaOH, dimetil sulfat dan suhu.

Penentuan titik nol NaOH dengan cara pembuatan sintesis metil selulosa dengan variasi NaOH 10, 15, 20, 25 atau 30 % pada 3 ml dimetil sulfat dan suhu 50 °C. Setelah ditentukan satu titik nol maka dilakukan kembali penentuan titik nol dimetil sulfat dan suhu. Titik nol dimasukkan dalam tabel *central composite design* diperoleh 20 variasi yang mendekati titik nol.

Analisis

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis tingkat kecerahan (*lightness*), *water holding capacity*, *oil holding capacity*, derajat substitusi.

Analisis kecerahan dilakukan menggunakan metode Roset *et al.* (2009) melalui alat Chromameter (Konica Minolta CR-400, Japan). Pengukuran warna Chromameter yang diukur adalah nilai L, dengan range 0 s.d. 100. Semakin tinggi nilai L, maka *lightness* akan semakin terang.

Analisis *water holding capacity* dan *oil holding capacity* dilakukan dengan menggunakan metode Chau *et al.* (1997). Sebanyak 1 gram sampel dilarutkan dalam 10 ml air atau minyak lalu divorteks selama 1 menit. Sampel kemudian di sentrifuge 30 menit dan dihitung dengan kemampuan mengikat air atau minyak terhadap selulosa yang dihasilkan. Analisis Derajat Substitusi dengan menggunakan metode Viera *et al.* (2007). Prinsip analisis adalah dengan menghitung persen metoksi dan dihitung derajat substitusinya. 50 mg sampel ditambah 0,1 g phenol dan 1,2 g KI didekstruksi pada suhu 150°C selama 1 jam dengan dialiri gas nitrogen. Gas mengalir ke pencucian dengan 4 ml Na Karbonat jenuh, lalu dilakukan penyerapan pada erlemeyer yang berisi 0,5 ml bromin dan 5 ml Natrium asetat 20%. Setelah selesai dihilangkan sisa bromin dengan 6 tetes asam format. Selanjutnya dilakukan titrasi dengan Natrium Tiosulfat 1N dengan indikator amilum 1%.

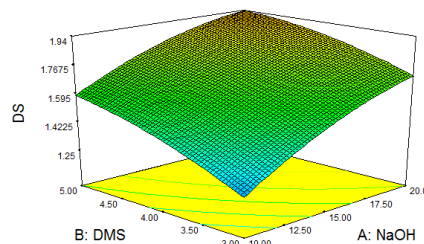
Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa titik nol pada NaOH 15 %, dimetil sulfat 4 ml dan suhu 50 °C, sehingga akan diperoleh titik -1 dan 1. Pada kode level X1 nilai -1, 0, 1 pada NaOH adalah 10, 15, dan 20, pada dimetil sulfat adalah 3, 4, 5 sedangkan titik nol pada suhu adalah 45, 50 dan 55. Titik ini

akan digunakan untuk penggunaan RSM dengan *central composite design* sehingga akan didapatkan 20 variasi pembuatan metil selulosa yang akan dilanjutkan dengan analisa derajat substitusi, WHC, OHC dan *lightness*. RSM dengan *central composite design* bisa digunakan sebagai metode optimasi sintesis metil selulosa pada selulosa *pod husk* kakao [5].

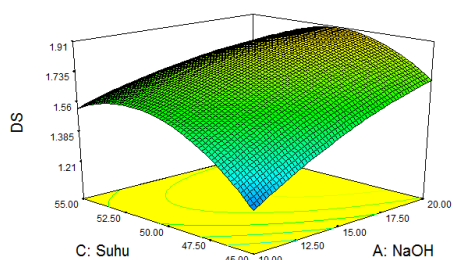
Pengaruh Konsentrasi NaOH, Dimetil Sulfat dan Suhu terhadap Derajat substitusi

Derajat substitusi tergantung pada banyaknya agen pensubstitusi yang terikat pada gugus -OH diatom C2, C6 atau C3 membentuk ikatan ether. Pada derajat substitusi 1,4- 2,0 metil selulosa dapat larut dalam air panas maupun air dingin. Berdasarkan penelitian diketahui bahwa derajat substitusi dan kristalinitas berbanding terbalik. Penambahan NaOH juga berpengaruh terhadap kristalinitas. NaOH akan mengubah selulosa menjadi alkali yang lebih reaktif sehingga memudahkan akses pereaksi ke dalam selulosa [22]. Pengaruh kombinasi NaOH dan dimetil sulfat dilihat pada Gambar 1.



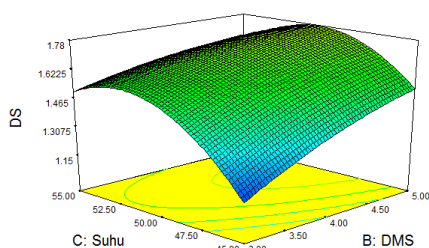
Gambar 1. Kontur Plot Kombinasi NaOH dan Dimetil Sulfat terhadap Derajat Substitusi.

Berdasarkan penelitian dapat diketahui bahwa semakin tinggi NaOH dan volume dimetil sulfat maka makin tinggi nilai derajat substitusinya. Kombinasi antara dimetil sulfat dan NaOH dapat meningkatkan derajat substitusi metil selulosa. Hasil yang didapatkan dari penelitian Hutomo, (2012) diketahui bahwa NaOH lebih menonjol dibandingkan dengan dimetil sulfat dalam peningkatan derajat substitusi. Selain kombinasi antara NaOH dan dimetil sulfat terdapat kombinasi NaOH dan suhu terhadap derajat substitusi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kontur Plot Kombinasi NaOH dan Suhu terhadap Derajat Substitusi.

Berdasarkan penelitian diketahui bahwa makin tinggi NaOH maka makin tinggi derajat substitusi dan pada suhu tertentu akan mengalami penurunan derajat substitusi [18]. Kombinasi antara NaOH yang meningkat dan pada suhu tertentu meningkatkan derajat substitusi metil selulosa. NaOH lebih baik dibandingkan dengan suhu dalam peningkatan derajat substitusi [5]. Selain kombinasi NaOH dan suhu juga terdapat kombinasi suhu dan dimetil sulfat terhadap derajat substitusi dapat dilihat pada **Gambar 3**.

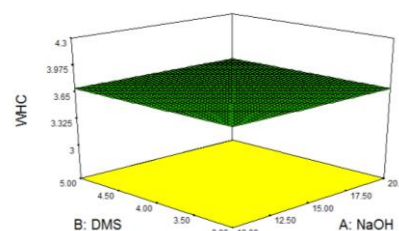


Gambar 3. Kontur Plot Kombinasi Suhu dan Dimetil Sulfat terhadap Derajat Substitusi.

Kombinasi antara dimetil sulfat yang meningkat dan pada suhu tertentu maka akan meningkatkan derajat substitusi metil selulosa. Dimetil sulfat lebih menonjol karena berperan sebagai agen pensubstitusi yang langsung bereaksi dengan konstituen. Eliminasi intramolekuler grup hidroksil yang mengarah pada ketidakjenuhan C_2 dan C_3 sehingga *cross link* meningkat dan grup $-OH$ untuk metilasi menurun. Suhu reaksi menaikkan afinitas gugus $-OH$ terhadap reaksi MC [18]. Peran suhu lebih kecil dibandingkan dimetil sulfat. Hal ini disebabkan dimetil sulfat berperan langsung sebagai pensubstitusi, sehingga sangat mempengaruhi derajat substitusi.

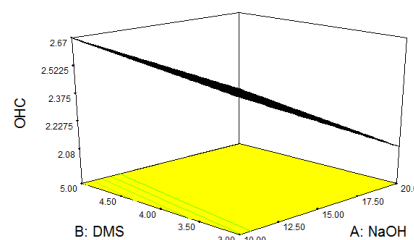
Pengaruh Konsentrasi NaOH, Dimetil Sulfat dan Suhu terhadap WHC dan OHC

Selain derajat substitusi kemudian dilakukan analisa *water holding capacity*. Pengaruh konsentrasi NaOH, dimetil sulfat dan suhu terhadap WHC dilihat dari *kontur plot*. Konsentrasi NaOH dan dimetil sulfat terhadap WHC disajikan pada **Gambar 4**.



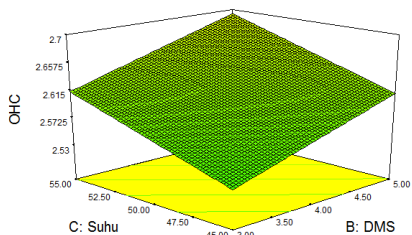
Gambar 4. Kontur Plot Konsentrasi NaOH dan Dimetil Sulfat terhadap WHC

Berdasarkan hasil penelitian diketahui pada metil selulosa dengan variasi derajat substitusi yang diperoleh dari baik variasi NaOH, dimetil sulfat dan suhu tidak menunjukkan pengaruh terhadap WHC. Derajat substitusi mempengaruhi nilai WHC, sehingga pada derajat substitusi dalam *range* yang hampir sama serta pengaruh faktor karakteristik bahan yang digunakan menyebabkan nilai WHC tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan [5, 21, 23]. Selain nilai WHC dilakukan juga analisa OHC (*oil holding capacity*) dan dilihat pengaruh NaOH, dimetil sulfat dan suhu terhadap OHC. Berat molekul sangat mempengaruhi sifat fisik dari metil selulosa. Hal ini bisa dilihat dari tegangan permukaan dalam larutan dan daya adsorpsinya semakin tinggi berat molekul semakin tebal lapisan polimer yang teradsorpsi [24]. Kombinasi NaOH dan dimetil sulfat terhadap OHC dapat dilihat pada **Gambar 5**.



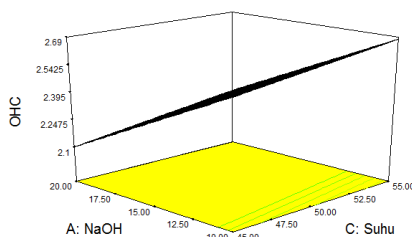
Gambar 5. Kontur Plot Konsentrasi NaOH dan Dimetil Sulfat terhadap OHC

Berdasarkan penelitian diketahui bahwa dimetil sulfat lebih berpengaruh terhadap OHC dibandingkan dengan konsentrasi NaOH. NaOH menyebabkan degradasi molekul selulosa sehingga berat molekulnya menurun [18]. Tingginya konsentrasi NaOH akan menurunkan hidrofobisitas selulosa sehingga akan menurunkan OHC [12]. OHC akan semakin menurun saat proses pembuatan metil selulosa pada konsentrasi NaOH yang tinggi. Selain kombinasi NaOH dan dimetil sulfat terdapat kombinasi dimetil sulfat dan suhu terhadap OHC dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Kontur Plot Dimetil Sulfat dan Suhu terhadap OHC

Berdasarkan penelitian diketahui bahwa penggunaan dimetil sulfat yang terus meningkat berpengaruh terhadap meningkatnya derajat substitusi. Hal ini sejalan dengan meningkatnya OHC. Semakin tinggi dimetil sulfat dan suhu yang digunakan maka akan semakin tinggi OHC dari metil selulosa dengan derajat substitusi yang meningkat [5]. Selain kombinasi dimetil sulfat dan suhu terdapat kombinasi konsentrasi NaOH dan Suhu terhadap OHC dilihat pada **Gambar 7**.



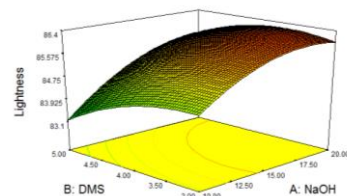
Gambar 7. Kontur Plot Konsentrasi NaOH dan Suhu terhadap OHC

Berdasarkan penelitian diketahui bahwa peningkatan NaOH diikuti dengan peningkatan suhu akan dapat meningkatkan OHC. Hal ini dimungkinkan suhu dapat mempengaruhi karakteristik bahan sehingga akan meningkatkan OHC. Suhu yang meningkat juga akan meningkatkan derajat substitusi dan pada suhu 55 °C yang mengalami penurunan derajat

substitusi namun tidak terlalu berpengaruh nyata terhadap OHC.

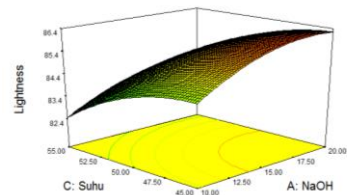
Pengaruh Konsentrasi NaOH, Dimetil Sulfat dan Suhu terhadap Lightness

Lightness pada metil selulosa yang dihasilkan mengalami perubahan dengan variasi NaOH, dimetil sulfat dan suhu yang digunakan pada saat sintesis. Pengaruh konsentrasi NaOH dan dimetil sulfat dapat dilihat pada **Gambar 8**. Berdasarkan penelitian diketahui bahwa semakin tingginya konsentrasi NaOH maka *lightness* akan semakin meningkat. Hal ini berbeda dengan semakin banyaknya dimetil sulfat yang diberikan maka *lightness* akan menurun. Peningkatan *lightness* pada konsentrasi NaOH 10-20 % dan menurun dengan dimetil sulfat 3-5 ml.



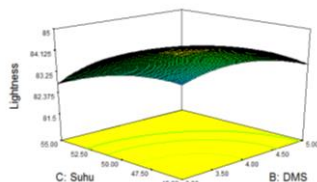
Gambar 8. Kontur Plot Konsentrasi NaOH dan Dimetil Sulfat terhadap Lightness

Selain kombinasi NaOH dan dimetil sulfat terdapat kombinasi konsentrasi NaOH dan suhu terhadap *Lightness* dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Kontur Plot Konsentrasi NaOH dan Suhu terhadap Lightness

Berdasarkan penelitian dapat diketahui bahwa semakin tingginya suhu yang digunakan maka akan semakin rendah *lightness*. Hal ini berbanding terbalik dengan konsentrasi natrium hidroksi. Pengaruh konsentrasi NaOH (natrium hidroksi) yang tinggi dapat meningkatkan *lightness*. Selain kombinasi NaOH dan suhu terdapat kombinasi dimetil sulfat dan suhu terhadap *Lightness* dapat dilihat dari **Gambar 10**.



Gambar 10. Kontur Plot Dimetil Sulfat dan Suhu terhadap Lightness

Berdasarkan optimasi dengan menggunakan RSM (*Response Surface Methodology*) dengan parameter derajat substitusi, WHC, OHC, dan *lightness* didapatkan MC pada kondisi optimum. Berdasarkan penelitian diperoleh kondisi optimum pada konsentrasi NaOH 10,91 %, dimetil sulfat 3,52 ml dan suhu 46,51 °C. Pada kondisi optimum tersebut perkiraan hasil analisa pada derajat substitusi 1,4312; *lightness* 84,8652; WHC 3,7045 g/g; serta OHC pada 2,5656 g/g. Setelah mendapatkan kondisi optimum kemudian dilakukan verifikasi hasil analisa dan karakteristik dari metil selulosa yang dihasilkan.

Kesimpulan

Berdasarkan optimasi dengan menggunakan RSM (*Response Surface Methodology*) dengan parameter DS, WHC, OHC, dan *lightness* didapatkan kondisi optimum proses sintesis MC pada konsentrasi NaOH 10,91 %, dimetil sulfat 3,52 ml dan suhu 46,51 °C. Pada penelitian lebih lanjut diperlukan modifikasi sintesis metil selulosa serta validasi metode yang digunakan agar hasil yang diperoleh lebih optimum.

Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas dana yang telah diberikan.

Daftar Pustaka

[1] H.Wijaya; D. Ulrich; R. Lestari; K. Schippel, dan G. Ebert, "Identification of potent odorants in different cultivars of snake fruit *Salacca zalacca* (Gaert.) Voss] using gas chromatography-

olfactometry", *Journal of Agricultural Food Chemistry*, vol. 53, no. 5, pp. 1637-1641, 2005.

- [2] W. Arnasis, "Agribisnis Komoditas Salak. Bumi Aksara", Jakarta, 1996.
- [3] Supriyadi; Suhardi; M. Suzuki; K. Yoshida; T. Muto; A. Fujita; dan N. Watanabe, "Changes in the Volatile Compounds and in the Chemical and Physical Properties of Snake Fruit (*Salacca edulis* Reinw) Cv. Pondoh During Maturation", *Journal of Agricultural Food Chemistry*, vol. 50, no. 26, pp. 7627-7633, 2002.
- [4] B.L. Browning, "Methods of Wood Chemistry Vol. 11." Interscience Publishers A Division of John Wiley and Sons, New York, 1967.
- [5] G. S. Hutomo, "Sintesis dan Karakteristik Turunan Selulosa dari *POD Husk* Kakao (*Theobroma cacao* L.)", *Desertasi*, Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2012.
- [6] R. J. Fessenden dan J. S. Fessenden, "Organic Chemistry, Fifth Edition", Delta State University, Cleveland, 1999.
- [7] V. Pushpamalar; S. J. Langford; M. Ahmad dan Y. Y. Lim, "Optimization of Reaction Conditions for Preparing Carboxymethyl Cellulose from Sago Waste", *Carbohydrate Polymers*, vol.64, pp. 312-318, 2006.
- [8] R.G. P Viera; G. R. Filho; R. M. N Assungcao; C. Dasmeireles; J. G. Viera dan G.S. De Oliveira, "Syntesis and Characterization of Methyl Cellulose from Sugar Cane Bagase Cellulose" *Carbohydrate Polymers*. vol. 67, pp. 182-189, 2007.
- [9] J. G. Vieira; G. C. Oliviera; G. R. Filho; R. M. N. de Assuncao; C. S. Meireles; D. A. Cerqueira; W. G. Silva dan L. A. C. Motta, "Production, Characterization and Evaluation of Methyl Cellulose from Sugar Cane Bagasse for Application as Viscosity Anhancing Admixture for Cement Based Materialo". *Carbohydrate Polymers*. vol. 78, pp. 779-783, 2009.
- [10] R. Sun, dan S. Hughes, "Fractional Extraction and Physico-Chemical Characterization of Hemicellulose and Cellulose from Sugar Beet Pulp", *Journal of Carbohydrate Polymers*. vol. 36, pp. 293-299, 1998.
- [11] B. Adiseno, "Sintesis dan Karakterisasi Sodium Karboksimetil Selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit serta Aplikasinya Sebagai Penstabil Emulsi Santan Kelapa", *Tesis*, Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, 2008.
- [12] M. K. Ferdiansyah, "Isolasi Selulosa dan Sintesis CMC dari Pelepah Kelapa Sawit", *Tesis*, Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2013.
- [13] M.P. Adinugraha, D. W. Marseno, Haryadi. "Syntesis and Characterization of Sodium Carboxymethylsellulose from

- Cavendish Banana Pseudo Stem (*Musa cavendishii* LAMBERT)", *Carbohydrate Polymers*, vol. 62, pp. 164-169, 2005.
- [14] A. S. Pujokaroni, "Sintesis dan Karakterisasi Sodium Karboksimetil Selulosa dari Sabut Kelapa Sawit", *Tesis*, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, 2014.
- [15] L. Rahmidar, A. Wahidiniawati, dan T. Sudiarti, "Pembuatan dan Karaterisasi Metil Selulosa dari Bonggol dan Kulit Nanas, (*Ananas comosus*)", *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, vol. 2, no. 1, pp. 88-96, 2018.
- [16] N. R. Nurjannah, T. Sudiarti, dan L. Rahmidar, "Sintesis dan Karaterisasu Selulosa Termetilasi sebagai Biokomposit Hidrogel", *al-Kimiya*. vol. 7, no. 1, pp. 19-27, 2020.
- [17] R. L. Oliveira, J. G. Vieira, H. S. Barud, R. M. N. Assuncao, G. R. Filho, Sidney J. L. Reibero, Y. Messadeqq, "Synthesis and Characterization of Methyl Cellulose Produced from Bacterial Cellulose under Heterogeneous Condition", *Journal of the Brazilian Chemical Society*, vol. 26, no. 9, pp. 1861-1870, 2015.
- [18] D. Ye dan X. Farriol, "Preparation and Characterization of Methyl Cellulosa from Some Annual Plant Pulps", *Industrial Crops and Products*, vol. 26, pp. 54-62, 2007.
- [19] C. M Rosell; E. Santos dan C. Collas, "Psyico-chemical Propertiesof Commercial Fibers from Different Sources A Comparative Approach", *Food Research International*, vol. 42, pp. 176-184, 2009.
- [20] C. F Chau; K. Cheung dan Y. S. Wong, "Functional Properties of Protein Concentrates from Three Chinese Indigenous Legume Seeds", *Journal of Agricultural Food Chemistry*, vol. 45, no. 7, pp. 2500-2503, 1997.
- [21] G. R. Filho; R. M. N. De Assuncao; J. G. Viera; C. D. S. Meireles; D. A. Cerquera; H. D. S. Barud; S. J. L. Ribeno, dan Y. Messaddeq, "Characterization of Methylcellulose Produced from Sugar Cane Baggase Cellulose: Crstallinity and Thermal Properties", *Polymer Degradation and Stability*, vol. 92, pp. 205-210, 2007
- [22] G. Mann, J. Kunze; Loth, dan H.P. Fink, "Cellulose Ethers with A Block-Like Distribution of the Substituents by Structure-Selective Derivatization of Cellulose" *Polymers*. vol. 39, no. 14, pp. 3155-3165, 1998.
- [23] S. Anggrahini.; D. W. Marseno; A. Setiyoko; A. Wahyuningtyas, "Carboxymethyl Celulose (CMC) From Snake Fruit (*Salaca edulis* Reinw) Kernel of "Pondoh Super": Synthesis and Characterization", *Indonesian Food and Nutrition Progress*. vol. 14, no. 2, 2017.
- [24] P. L. Nasatto, F. Pignon., J. L. M. Silveira, M. E. R. Duarte, M. Nosedo, M. Rinaudo, "Methylcellulose, a Cellulose Derivative with Original Physical Properties and Extended Applications". *Polymers*, vol. 7, no. 5, pp. 777-803, 2015.