

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**SINTESIS *CARBOXYMETHYL CELLULOSE* (CMC) DARI
SELULOSA BAKTERI (*NATA DE COCO*) MENGGUNAKAN
REAKTOR *MICROWAVE***



Disusun oleh :

ELVINA TRIYANI (3335200031)

CUT NADIFA ANNISA EL QAHAR (3335200040)

**JURUSAN TEKNIK KIMIA – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN**

2023

Laporan Hasil Penelitian

SINTESIS CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) DARI SELULOSA BAKTERI (*NATA DE COCO*) MENGUNAKAN REAKTOR *MICROWAVE*

diajukan oleh:

ELVINA TRIYANI

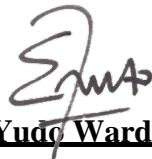
3335200031

CUT NADIFA ANNISA EL QAHAR

3335200040

telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing

Dosen Pembimbing



Endarto Yudo Wardhono, S.T., M.T.

tanggal 23 Mei 2023

NIP. 197706092008121001

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**SINTESIS CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC)
DARI SELULOSA BAKTERI (NATA DE COCO)
MENGUNAKAN REAKTOR MICROWAVE**

disusun oleh:

ELVINA TRIYANI

3335200031

CUT NADIFA ANNISA EL QA HAR

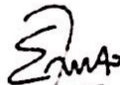
3335200040

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing dan Telah dipertahankan di hadapan

Dewan Penguji

Pada Tanggal 19 Juni 2023

Dosen Pembimbing



Dr. Endarto Yudo Wardhono, S.T., M.T.
NIP. 197706092008121001

Dosen Penguji I



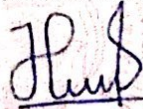
Dr. Ir. Eka Sari, M.T., IPM.
NIP. 197406072003122001

Dosen Penguji II



Herayati, S.Si., M.Si.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Javanudin, S.T., M.Eng.
NIP. 197808112005011003

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : ELVINA TRIYANI

NIM : 3335200031

JURUSAN : TEKNIK KIMIA

JUDUL : SINTESIS *CARBOXYMETHYL CELLULOSE* (CMC) DARI SELULOSA BAKTERI (*NATA DE COCO*) MENGGUNAKAN REAKTOR *MICROWAVE*

Bersedia

Dengan ini saya menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari pembimbing dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 15 Juli 2024



Elvina Triyani

ABSTRAK

SINTESIS *CARBOXYMETHYL CELLULOSE* (CMC) DARI SELULOSA BAKTERI (*NATA DE COCO*) MENGGUNAKAN REAKTOR *MICROWAVE*

Oleh :

ELVINA TRIYANI

3335200031

CUT NADIFA ANNISA EL QAHAR

3335200040

Carboxymethyl Cellulose (CMC) merupakan turunan selulosa yang diperoleh dari proses pertukaran antara gugus hidroksil selulosa dengan gugus karboksil. Proses pembuatan CMC secara konvensional memiliki laju reaksi yang lambat sehingga dibutuhkan perkembangan teknologi yang dapat mempercepat laju reaksi yaitu dengan penggunaan reaktor *microwave*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi optimum pada proses sintesis CMC dari selulosa bakteri (*nata de coco*) menggunakan reaktor *microwave*. CMC banyak diaplikasikan dalam dunia industri sebagai penstabil emulsi, stabilisator, dan pengental. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah alkalisasi dan karboksimetilasi dengan variasi konsentrasi larutan NaOH sebesar 10%, 20%, dan 30%, serta waktu reaksi selama 10, 20, 30, dan 60 menit. Kondisi optimum proses sintesis CMC dengan suhu reaksi sebesar 50°C diperoleh pada konsentrasi NaOH sebesar 30% dan waktu reaksi selama 60 menit dengan persentase derajat substitusi sebesar 93,80%. Pemanasan dengan bantuan gelombang mikro lebih terkontrol jika dibandingkan dengan pemanasan konvensional karena dapat mempercepat waktu reaksi.

Kata kunci : *selulosa, carboxymethyl cellulose, reaktor microwave*.

ABSTRACT

SYNTHESIS CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) FROM BACTERIA CELLULOSE (NATA DE COCO) USING A REACTOR MICROWAVE

By :

ELVINA TRIYANI

3335200031

CUT NADIFA ANNISA EL QAHAR

3335200040

Carboxymethyl Cellulose (CMC) is a cellulose derivative obtained from the process of exchanging cellulose hydroxyl groups with carboxyl groups. The conventional CMC manufacturing process has a slow reaction rate so that technological developments are needed to speed up the reaction rate, namely by using a reactor microwave. The purpose of this study is to obtain the optimum conditions for the synthesis of CMC from bacterial cellulose (nata de coco) using a reactor microwave. CMC is widely applied in the industrial world as an emulsion stabilizer, stabilizer, and thickener. The methods used in this study were alkalization and carboxymethylation with various concentrations of NaOH solutions of 10%, 20% and 30%, and reaction times of 10, 20, 30 and 60 minutes. Optimum conditions at the reaction temperature of 50°C was obtained at a concentration of 30% NaOH and a reaction time of 60 minutes with a value of percentage degree of substitution of 93.80%. Heating with the help of microwaves is more controlled when compared to conventional heating because it can speed up the reaction time.

Keywords : *cellulose, carboxymethyl cellulose, reactor microwave.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan hasil penelitian ini dengan baik. Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak, penulis tidak dapat menyelesaikan laporan ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan material dan moral.
2. Ibu Dr. Rahmayetty, S.T., M.T. selaku Koordinator Penelitian Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNTIRTA yang telah memberikan motivasi dan arahan.
3. Bapak Endarto Yudo Wardhono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah mendukung dan mengarahkan penulis dalam penyusunan laporan hasil penelitian ini.
4. Teman-teman Teknik Kimia 2020 yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan hasil penelitian ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan mohon maaf yang sebesar-besarnya kepada semua pihak jika dalam proses penyusunan laporan hasil penelitian ini terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun penulis harapkan untuk perbaikan yang lebih baik selanjutnya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat dan memberi wawasan bagi semua pihak.

Cilegon, 23 Mei 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Selulosa	4
2.2 Selulosa Bakteri	5
2.3 <i>Carboxymethyl Cellulose (CMC)</i>	6
2.4 Sintesis <i>Carboxymethyl Cellulose (CMC)</i> dari Selulosa	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Tahapan Penelitian.....	13
3.2 Prosedur Penelitian	14
3.2.1 Tahap Alkalisasi	14
3.2.2 Tahap Karboksimetilasi.....	15
3.2.3 Tahap Pemurnian	15

3.3	Alat dan Bahan.....	16
3.3.1	Alat.....	16
3.3.2	Bahan.....	16
3.4	Variabel Percobaan.....	16
3.4.1	Variabel Tetap	16
3.4.2	Variabel Berubah.....	17
3.5	Metode Pengumpulan dan Analisis Data.....	17
3.5.1	Perhitungan Persentase Derajat Substitusi Produk	17
3.5.2	Analisa Gugus Fungsi Menggunakan Spektrofotometri FTIR	17
3.6	Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		18
4.1	Pengaruh Konsentrasi NaOH pada Tahap Alkalisasi.....	19
4.2	Pengaruh Waktu Reaksi pada Tahap Karboksimetilasi.....	21
4.3	Analisa Gugus Fungsi Produk CMC.....	23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		26
5.1	Kesimpulan	26
5.2	Saran	26
DAFTAR PUSTAKA		27
LAMPIRAN		
A. PENGOLAHAN DATA		
B. DOKUMENTASI PENELITIAN		

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Struktur Selulosa	5
Gambar 2.2 Struktur Selulosa Bakteri	5
Gambar 2.3 Struktur <i>Carboxymethyl Cellulose</i> (CMC).....	7
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Sintesis CMC	14
Gambar 4.1 Persentase Derajat Substitusi yang diperoleh pada Variasi Konsentrasi NaOH dengan Waktu Reaksi selama 30 Menit.....	20
Gambar 4.2 Persentase Derajat Substitusi yang diperoleh pada Variasi Waktu Reaksi dengan Konsentrasi NaOH sebesar 30%.....	21
Gambar 4.3 Hasil Analisa Gugus Fungsi <i>Feed</i> Selulosa, CMC Hasil Penelitian, dan CMC Komersial.....	23

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Aplikasi <i>Carboxymethyl Cellulose</i> (CMC) pada Bidang Industri.....	8
Tabel 2.2 Kandungan Gizi pada <i>Carboxymethyl Cellulose</i> (CMC)	9
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	18
Tabel 4.1 Perbandingan Metode Konvensional dan Bantuan Gelombang Mikro.....	22
Tabel 4.2 Hasil Analisa Gugus Fungsi pada Spektrum FTIR.....	25

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Carboxymethyl Cellulose (CMC) merupakan turunan selulosa yang diperoleh dari proses pertukaran antara gugus hidroksil selulosa dengan gugus karboksil yang terkandung dalam natrium monokloroasetat pada kondisi basa (Santoso dan Azwar, 2020). Saat ini, CMC banyak diaplikasikan dalam dunia industri sebagai penstabil emulsi, stabilisator, dan pengental (Rahmasari *et al.*, 2022). Pada industri makanan, CMC digunakan dalam pembuatan saos sebagai pengental serta pembuatan *frozen food* sebagai pengendali pertumbuhan kristal es dan penguat rasa. Selain itu, CMC juga digunakan dalam industri kosmetik pada pembuatan pasta gigi dan *shampoo* sebagai stabilizer, pengental, dan pengikat air (Kirk dan Othmer, 1964).

Selulosa merupakan suatu bahan kimia organik yang dihasilkan oleh alam sebagai konstituen utama dari dinding sel tumbuh-tumbuhan dan biasanya terdapat pada beberapa jenis kayu. Kayu merupakan sumber selulosa utama dengan kandungan selulosa sekitar 42%, tetapi pada umumnya selulosa kayu masih tercampur oleh bahan lain, seperti lignin sebanyak 28% dan hemiselulosa sebanyak 28% (Fengel dan Gerd, 1995). Selulosa bakteri merupakan selulosa yang dihasilkan dari beberapa jenis mikroorganisme, seperti spesies *Acetobacter* (*A. cetianum*, *A. pasteurianum*, *A. xylinum*, dan *A. aceti*). Selulosa bakteri memiliki beberapa kelebihan, yaitu memiliki tingkat kemurnian yang tinggi, proses isolasi yang mudah, bebas dari kandungan lignin, serta memiliki kristanilitas dan produktivitas selulosa yang tinggi (Nurjannah *et al.*, 2020).

Sintesis CMC diperoleh melalui dua tahapan, yaitu tahap alkalisasi dan karboksimetilasi. Tahap alkalisasi dilakukan dengan penambahan larutan NaOH sebagai reagen alkalisasi untuk mengaktifkan gugus-gugus hidroksil (-OH) pada selulosa dan membentuk lapisan di sekitar selulosa (Rahmasari *et al.*, 2022). Pada tahap karboksimetilasi dilakukan dengan penambahan natrium monokloroasetat sebagai reagen karboksimetilasi untuk melekatkan gugus karboksilat pada struktur

selulosa. Keberhasilan dari proses karboksimetilasi ditentukan oleh proses aktivasi selulosa yang dipengaruhi oleh konsentrasi larutan NaOH. Semakin tinggi konsentrasi larutan NaOH, maka semakin cepat proses difusi monokloroasetat menuju gugus hidroksil pada selulosa (Maulina *et al.*, 2019). Sintesis CMC diawali dengan mereaksikan selulosa dengan NaOH untuk membentuk Na-selulosa. Kemudian, Na-selulosa akan direaksikan dengan natrium monokloroasetat untuk membentuk Na-CMC. Reaksi tersebut akan menghasilkan produk samping berupa NaCl dan sebagian dari natrium monokloroasetat akan dikonversi menjadi natrium glikolat. Untuk menghasilkan produk CMC murni, maka dilakukan pencucian menggunakan metanol untuk menghilangkan *impurities* pada produk sebelum proses pengeringan.

Proses pembuatan CMC secara konvensional memiliki kekurangan, yaitu laju reaksi yang lambat pada tahap karboksimetilasi sehingga dibutuhkan pengembangan teknologi yang dapat mempercepat laju reaksi (Panchan *et al.*, 2021). Salah satu teknologi yang teridentifikasi adalah pemanfaatan gelombang mikro dengan penggunaan reaktor *microwave* untuk meningkatkan produktivitas proses dengan waktu reaksi yang lebih singkat sehingga dapat mengurangi biaya energi serta dapat meningkatkan karakteristik dari produk CMC. Gelombang mikro merupakan suatu gelombang elektromagnetik yang memiliki tingkat frekuensi sangat tinggi (*Super High Frequency*). Selain itu, pada penelitian sebelumnya sintesis CMC menggunakan reaktor *microwave* sebagai penghasil gelombang mikro untuk mempercepat laju reaksi masih jarang diterapkan, seperti pada penelitian mengenai pemanfaatan selulosa bakteri menggunakan bahan baku *nata de coco* yang diteliti oleh Nurfajriani *et al.* (2020) dengan melakukan variasi konsentrasi NaOH untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik produk CMC dan penelitian karboksimetilasi menggunakan *nata de coco* yang dilakukan oleh Rachtanapun *et al.* (2021) dengan variasi massa natrium monokloroasetat untuk meningkatkan sifat mekanik dan permeabilitas uap air produk CMC. Penelitian tersebut masih menggunakan metode konvensional dalam proses sintesis CMC sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh gelombang mikro terhadap peningkatan laju reaksi untuk memperoleh kondisi optimum pada

proses sintesis CMC dengan menggunakan *microwave* konvensional yang dimodifikasi.

Yang akan dipecahkan dalam penelitian ini adalah:

- a. Pengaruh gelombang mikro untuk mempersingkat waktu reaksi pada sintesis CMC.
- b. Pengaruh gelombang mikro dalam meningkatkan persentase derajat substitusi CMC yang dihasilkan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu tujuan umum dan tujuan khusus.

1.2.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi optimum proses sintesis CMC dari selulosa bakteri (*nata de coco*) dengan menggunakan reaktor *microwave*.

1.2.2 Tujuan Khusus

Berikut ini merupakan tujuan khusus dari penelitian ini:

- a. Mendapatkan konsentrasi NaOH yang maksimum untuk menghasilkan persentase derajat substitusi tertinggi.
- b. Mendapatkan waktu reaksi yang optimal untuk menghasilkan persentase derajat substitusi tertinggi.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Berikut ini merupakan ruang lingkup pada penelitian ini:

- a. Bahan baku menggunakan *nata de coco* komersial.
- b. Gelombang mikro diperoleh dari *microwave* konvensional yang dimodifikasi.
- c. Reagen dan bahan kimia murni (*pure analysis, P.A*).
- d. Perhitungan persentase derajat substitusi berdasarkan CMC yang terbentuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Allieri, M. A. A. dan J. Aburto. 2017. Conversion of Lignin to Heat and Power, Chemicals or Fuels into the Transition Energy Strategy. *Licensee InTech*: 145-160.
- Fengel, D. dan W. Gerd. 1995. Kayu Kimia Ultrastruktur Reaksi-Reaksi. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ferdiansyah, M. K., D. W. Marseno, dan Y. Pranoto. 2017. Optimasi Sintesis Karboksi Metil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Response Surface Methodology (RSM). *Jurnal AGRITECH* 37(2): 158-164.
- Futeri, R., S. D. Samah, dan R. P. Putra. 2019. Pembuatan CMC (Carboxymethyl Cellulose) dari Limbah Ampas Tebu Menggunakan Reaktor Semi Continue. *ACE Conference*: 1047-1057.
- Glicksman, M. 1969. *Gum Technology in The Food Industries*. Academic Press. New York.
- Kirk, R. E. dan D. F. Othmer. 1964. *Encyclopedia of Chemical Technology*. 2nd ed. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Liany, S. A., W. Syafira, A. Putri, dan A. U. Khasanah. 2022. Pengaruh Pembentukan BC (Bacterial cellulose) dengan Berbagai Variasi dan Kombinasi Substrat. *Berkala Ilmiah Biologi* 13(2): 13-20.
- Maryam A. 2020. Analisis Karakteristik Mutu Nata de Leri dengan Variasi Konsentrasi Gula Pasir sebagai Sumber Karbon. *Cross-border* 3(2): 252-260.
- Maulina, Z., Adriana, dan T. Rihayat. 2019. Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH dan Berat Natrium Monokloroasetat pada Pembuatan (Carboxymethyl Cellulose) CMC dari Serat Daun Nenas (Pineapple-leaf fibres). *Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology)* 17(2).
- Nduru, S. T. C. L., E. Pramono, D. Wahyuningrum, B. Bundjali, dan I. M. Arcana. 2021. Preparation and Characterization of Biopolymer Blend Electrolyte Membranes Based on Derived Celluloses for Lithium-Ion Batteries Separator. *Bull. Mater. Sci* 44(104): 1-15.

- Nurfajriani, A. N. Pulungan, M. Yusuf, M. D. Tampubolon, dan N. Bukit. 2020. The Effects of Sodium Hydroxide Concentrations on Synthesis of Carboxymethyl Cellulose from Bacterial Cellulose. *Journal of Physics: Conf. Series* 1485 1-7.
- Nurjannah, N. R., T. Sudiarti, dan L. Rahmidar. 2020. Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Termetilasi sebagai Biokomposit Hidrogel. *Al-Kimiya* 7(1): 19-27.
- Panchan, N., P. Wattanapan, S. Sungsinchai, S. Roddecha, P. Dittanet, A. Seubsai, C. Niamnuy, dan S. Devahastin. 2021. Optimization of Synthesis Conditions of Carboxymethyl Cellulose from Pineapple Leaf Waste using Microwave-Assisted Heating and Its Application as a Food Thickener. *BioResources* 16(4): 7684-7701.
- Philips, G.O. dan P.A. Williams. 2000. *Handbook of Hydrocolloids*. Cambridge. Woodhead Publishing Limited.
- Pujokaroni, A. S., D. W. Marseno, dan Y. Pranoto. 2021. Sintesis dan Karakterisasi Sodium Karboksimetil Selulosa dari Serabut Kelapa Sawit. *Journal of Tropical Agrifood* 3(2): 101-113.
- Rachtanapun, P., P. Jantrawut, W. Klunklin, K. Jantanasakulwong, Y. Phimolsiripol, N. Leksawadi, P. Seesuriyachan, T. Chaiyaso, C. Insomphun, S. Phongthai, S. R. Sommano, W. Punyodom, A. Reungsang, dan T. M. P. Ngo. 2021. Carboxymethyl Bacterial Cellulose From Nata de Coco: Effects of NaOH. *Journal of Polymers*. 13, 348.
- Rahmasari, E., M. Zamhari, dan I. Silviyati. 2022. Plastik Biodegradable Berbasis Carboxymethyl Cellulose dari Ampas Tebu. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia* 2(9): 385-391.
- Rahmidar, L., Seruni W., dan Tety S. 2018. Pembuatan dan Karakterisasi Metil Selulosa dari Bonggol dan Kulit Nanas (*Ananas comosus*). *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia* 2(1): 88-96.
- Safitri, D., E. A. Rahim, Prismawiryanti, dan R. Sikanna. 2017. Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Selulosa Kulit Durian (*Durio zibethinus*). *Jurnal Riset Kimia KOVALEN* 3(1): 58-68.

- Salimi, Y. K., A. S. Hasan, dan D. N. Botutihe. 2021. Sintesis dan Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose Sodium (Na-CMC) dari Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dengan Media Reaksi Etanol-Isobutanol. *Jurnal Jamb.J.Chem* 3(1): 1-11.
- Santoso, R. dan E. Azwar. 2020. Pengaruh Konsentrasi Isopropanol Terhadap Karakteristik Karboksimetil Selulosa dari Batang Pisang. *Jurnal Kelitbangan* 8(3): 253-264.
- Selviana, G. A. dan Haryanto. 2022. Pengaruh Penambahan Carboxymethyl Cellulose Terhadap Karakteristik Hidrogel Film Polivinil Alkohol sebagai Aplikasi Pembalut Luka dengan Chemical Crosslinking Method. *Jurnal Techno* 23(2): 121-130.
- Setiawati, C., Kamsina, I. T. Anova, Firdausni, dan Y. H. Diza. 2021. Pengaruh Penambahan Carboxyl Methyl Cellulose (CMC) dan Asam Sitrat Terhadap Mutu dan Ketahanan Simpan Susu Jagung. *Jurnal Litbang Industri* 11(2):131-137.
- Suryanti, V., T. Kusumaningsih, D. Safriyani, I. S. Cahyani. 2023. Synthesis and Characterization of Cellulose Ethers from Screw Pine (*Pandanus tectorius*) Leaves Cellulose ad Food Additives. *International Journal of Technology* 14(3): 659-668.
- Sutha, K. G. G., I. W. Arnata, G. P. G. Putra. 2022. Pengaruh Suhu dan Waktu Proses Karboksimetilasi Terhadap Karakteristik Carboxymethyl Celullose (CMC) dari Onggok Singkong. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan* 11(3): 533-541.
- Silsia, D., Z. Efendi, dan F. Timotius. 2018. Karakterisasi Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit. *Jurnal Agroindustri* 8(1): 53-61.
- Sjostrom, E. 1998. Kimia Kayu: Proses Dasar dan Penggunaannya, diterjemahkan oleh Hardjono Sastrohamidjono. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Triasswari, N. P. M., I. W. Arnata, dan L. W. G. S. Yoga. 2022. Karakteristik Karboksimetil Selulosa dari Onggok Singkong pada Variasi Konsentrasi Natrium Hidroksida dan Asam Trikloroasetat. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* 10(3): 302-311.

- Usman, A., I. D. Novieta, Irmayani, dan Fitriani. 2021. Kandungan Selulosa, Hemiselulosa, dan Lignin Silase Batang Pisang (*Musa Paradisiaca*) Kombinasi Daun Indigofera (*Indigofera Sp*) sebagai Pakan Ternak Ruminansia. 39(1): 61-67.
- Wijaya, H. M. dan R. N. Lina. 2021. Formulasi dan Evaluasi Fisik Sediaan Suspensi Ekstrak Biji Pepaya (*Carica papaya L.*) dan Umbi Rumput Teki (*Cyperus rotundus L.*) dengan Variasi Konsentrasi Suspending Agent PGA (*Pulvis Gummi Arabici*) dan CMC-NA (*Carboxymethylcellulosum Natrium*). *Cendekia Journal of Pharmacy* 5(2): 166-175.
- Yeasmin, S., A. Jalil, Moinuddin, N. Akter, N. U. Ahmed, S. Rahman, dan H. P. Nur. 2018. A Novel Optimization Method for Preparing Carboxymethyl Cellulose with Higher Yield from Wheat Straw. *Journal of Chemical, Biological, and Physical Sciences* 8(2): 444-460.