

**OPTIMASI PEMBUATAN CARBOXYMETHYL CELLULOSE
(CMC) DARI JERAMI PADI (*Oryza sativa* L.) VARIETAS
CIHERANG DENGAN VARIASI KONSENTRASI NATRIUM
MONOKLOROASETAT DAN WAKTU REAKSI**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pangan pada
Jurusan Teknologi Pangan**



NINA HANDAYANI

NIM : 4444190008

**JURUSAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
2025**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Nina Handayani

NIM : 4444190008

Menyatakan bahwa hasil penelitian saya berjudul :

**OPTIMASI PEMBUATAN *CARBOXYMETHYL CELLULOSE* (CMC) DARI
JERAMI PADI (*Oryza sativa* L.) VARIETAS CIHERANG DENGAN
VARIASI KONSENTRASI NATRIUM MONOKLOROASETAT DAN
WAKTU REAKSI**

adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil jiplakan. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa hasil penelitian saya merupakan jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai aturan hukum yang berlaku.

Serang, Januari 2025

Yang Menyatakan,



Nina Handayani

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : OPTIMASI PEMBUATAN *CARBOXYMETHYL CELLULOSE* (CMC)
DARI JERAMI PADI (*Oryza sativa* L.) VARIETAS CIHERANG
DENGAN VARIASI KONSENTRASI NATRIUM
MONOKLOROASETAT DAN WAKTU REAKSI

Oleh : NINA HANDAYANI

NIM : 4444190008

Serang, Januari 2025

Menyetujui dan Mengesahkan :

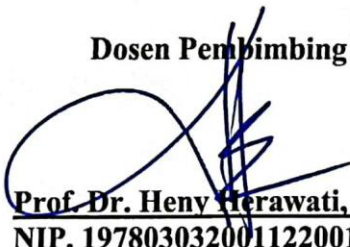
Dosen Pembimbing I,


Dr. Mohamad Ana Syabana, S.Si., M.Si.
NIP. 198206072006041003

Dosen Pembimbing II,


Zulfatun Najah, S.TP., M.Si.
NIP. 198706012022032006

Dosen Pembimbing III,


Prof. Dr. Heny Herawati, S.TP., M.T.
NIP. 197803032001122001



Dr. Ririn Irtawati, S.Pi., M.Si.
NIP. 19830912009122005

Ketua Jurusan,


Zulfatun Najah, S.TP., M.Si.
NIP. 198706012022032006

Tanggal Sidang : 10 Desember 2024

Tanggal Lulus : 10 DEC 2024

ABSTRACT

Straw is a material that contains cellulose, which can be used to produce CMC (Carboxymethyl Cellulose). The Ciherang rice variety contains 31.37% cellulose; 18.14% hemicellulose; and 7.93% lignin. The high cellulose content in Ciherang straw presents a good opportunity for its use in CMC production. Optimal conditions can be determined using a statistical analysis method known as Response Surface Methodology (RSM). The aim of this research to identify the optimal formula of sodium monochloroacetate variations and reaction time on the physicochemical characteristics of rice straw CMC. This study was designed using the RSM optimization method, specifically Central Composite Design (CCD) in Design Expert software, with variations in sodium monochloroacetate concentration (2, 3, 4, 5, 6, 7, and 8 grams) and reaction time (1, 2, and 3 hours). The results indicated that the optimum conditions for producing CMC from straw were achieved with a sodium monochloroacetate (NaMCA) concentration of 4.402 grams and a reaction time of 3 hours. The optimal formula obtained a desirability level of 0,58. The analysis of the optimum formula resulted a yield 25,31%; a pH of 7,58, a water content of 4,12%; a whiteness of 74,23%; a viscosity of 6,8 cP; a purity of 94,09%; and a NaCl content of 5,91%. There is a significant influence (P -value < 0.05) of variations in sodium monochloroacetate and reaction time on the yield and pH values. However, there is no significant influence on the water content, whiteness, viscosity, purity, or NaCl content.

Keywords : Straw, CMC, sodium monochloroacetate, reaction time.

RINGKASAN

HANDAYANI, 2025. Optimasi Pembuatan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dari Jerami Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Ciherang dengan Variasi Konsentrasi Natrium Monokloroasetat dan Waktu Reaksi, dibimbing oleh Mohamad Ana Syabana, Zulfatun Najah, dan Heny Herawati.

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman yang memiliki arti penting bagi hampir seluruh penduduk Indonesia, karena padi mampu memenuhi kebutuhan kalori sebagian besar penduduk Indonesia. Peningkatan produksi padi juga diikuti dengan peningkatan limbah jerami padi. Padi varietas Ciherang, kandungan selulosa yaitu sebesar 31,37%; hemiselulosa 18,14%; dan lignin 7,93%. Kandungan selulosa yang cukup tinggi pada jerami padi varietas Ciherang, memiliki peluang yang baik untuk dimanfaatkan dalam pembuatan CMC (*Carboxymethyl Cellulose*). Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui formula optimal variasi natrium monokloroasetat dan waktu reaksi terhadap karakteristik fisikokimia CMC jerami padi.

Penelitian ini terdiri dari 2 variabel yaitu konsentrasi natrium monokloroasetat dan waktu reaksi dengan batas natrium monokloroasetat 2-8 gram, dan waktu reaksi selama 1-3 jam. Penelitian ini menggunakan metode *Response Surface Method* (RSM), dengan rancangan percobaan *Central Composite Design* (CCD) pada *software Design Expert 13* (Stat-Ease Inc., Minneapolis, MN, USA), menggunakan 5 *center point* dan menghasilkan 13 perlakuan percobaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum proses pembuatan CMC dari jerami padi diperoleh dengan konsentrasi natrium monokloroasetat (NaMCA) 4,402 gram dan waktu reaksi 3 jam. Formula optimum yang diperoleh memiliki nilai *desirability* 0,58. Hasil respon optimal diperoleh rendemen sebesar 25,31%, pH sebesar 7,58, kadar air sebesar 4,12%, derajat putih sebesar 74,23%, viskositas sebesar 6,8 cP, kemurnian sebesar 94,09% dan kadar NaCl sebesar 5,91%. Terdapat pengaruh nyata dengan signifikansi ($P\text{-value} < 0,05$) dari variasi natrium monokloroasetat dan waktu reaksi terhadap nilai rendemen dan pH, namun tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air, derajat putih, viskositas, kemurnian, dan kadar NaCl.

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Serang pada tanggal 3 Januari 2002, merupakan putri tunggal dari ayah Sumardi dan ibu Titin Hasanah. Pendidikan formal pertama kali ditempuh pada tahun 2007 di SD Negeri Taman, tamat pada tahun 2013. Pada tahun yang sama melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Kibin hingga tahun 2016 dan kembali melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Ciruas hingga tahun 2019. Pada Tahun 2019, penulis lolos Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Selama perkuliahan, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Analisis Sensori. Penulis juga aktif dalam kegiatan organisasi mahasiswa di kampus. Penulis merupakan Staf Biro Keilmuan Lembaga Semi Otonom Himpunan Mahasiswa Teknologi Pangan (LSO HIMAGIPAN) periode 2020-2021. Bendahara Khusus Lembaga Semi Otonom Himpunan Mahasiswa Teknologi Pangan (LSO HIMAGIPAN) pada periode 2021-2022, dan Bendahara Khusus Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian (BEM FAPERTA) periode 2022-2023. Penulis memiliki pengalaman magang pada PT. Agrobisnis Banten Mandiri, dan PT. Abi Nisa Sejahtera. Penulis juga mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Mahasiswa (KKM) di Desa Bulakan Kecamatan Cinangka Banten, serta mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Profesi (KKP) di LPPOM MUI Banten.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Optimasi Pembuatan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dari Jerami Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Ciherang dengan Variasi Konsentrasi Natrium Monokloroasetat dan Waktu Reaksi”. terselesainya skripsi ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis, serta keluarga yang sudah memberikan banyak dukungan baik moril maupun material serta do’a yang tak pernah putus kepada penulis sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan lancar.
2. Dr. Mohamad Ana Syabana, S.Si., M.Si, selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dalam membimbing, memotivasi, membagi ilmu serta saran dan arahan yang diberikan selama penulisan skripsi ini.
3. Zulfatun Najah, S.TP., M.Si, selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dalam membimbing, memotivasi, membagi ilmu serta saran dan arahan yang diberikan selama penulisan skripsi ini.
4. Prof. Dr. Heny Herawati, S.TP., M.T, selaku Dosen Pembimbing III yang telah meluangkan waktu dalam membimbing, memotivasi, membagi ilmu serta saran dan arahan yang diberikan selama penulisan skripsi ini.
5. Puji Wulandari, S.TP., M.Sc, selaku Dosen Penelaah yang telah memberikan saran, dan masukan, serta ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama penulisan skripsi ini.
6. Vega Yoesepa Pamela, ST., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan ilmu, saran, dan arahan, serta motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
7. Zulfatun Najah, S.T.P., M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
8. Kepala laboratorium, peneliti, laboran, staf dan seluruh jajaran yang berada di Pusat Riset Agroindustri, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

PUSPIPTEK Serpong yang telah memberikan bantuan, tenaga, dan motivasi selama melaksanakan penelitian di BRIN.

9. Seluruh dosen Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah memberikan ilmu serta pengetahuan yang bermanfaat kepada penulis selama penulis menempuh perkuliahan di Jurusan Teknologi Pangan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
10. Adi Prayitno, Nopitasari, Annisa Gusti Pratiwi, Fitriyani, yang selalu menemani segala proses, mendengarkan keluhan kesah, memberikan motivasi, pengingat, dan membantu penulis dari awal perkuliahan hingga terselesainya skripsi ini.
11. Ratu Lisa Septiani, Jauhara Zahran Rania, dan Mergana Briliani, yang telah membantu selama penelitian, serta memberikan dukungan hingga dapat menyelesaikan penelitian ini.
12. Teman-teman seperjuangan Teknologi Pangan angkatan 2019 yang sudah memberikan semangat, dan dukungan.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membaca atau membutuhkannya. Akhir kata penulis sampaikan terima kasih.

Serang, Januari 2025

Nina Handayani

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Hipotesis	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kerangka Teoritis	5
2.1.1 Jerami Padi	5
2.1.2 Hidrokoloid	6
2.1.3 <i>Carboxymethyl Cellulose</i> (CMC)	8
2.1.4 Proses Pembuatan CMC	10
2.1.5 <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)	13
2.2 Penelitian Terdahulu	17
 BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis, Lokasi, dan Waktu Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.3 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data	20
3.3.1 Rancangan Model Penelitian	20
3.3.2 Rancangan Perlakuan	21
3.3.3 Rancangan Respon	23
3.3.4 Pelaksanaan Penelitian	23
3.3.5 Metode Pengujian	28
3.3.6 Pengolahan Data	31
3.3.7 Analisis Sampel Terbaik	32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Faktor.....	33
4.2 Analisis Respon.....	34
4.2.1 Analisis Respon Rendemen	37
4.2.2 Analisis Respon Derajat Keasaman (pH).....	39
4.2.3 Analisis Respon Kadar Air	42
4.2.4 Analisis Respon Derajat Putih	44
4.2.5 Analisis Respon Viskositas	48
4.2.6 Analisis Respon Kemurnian.....	50
4.2.7 Analisis Respon Kadar NaCl	53
4.3 Optimasi Formula.....	55
4.4 Verifikasi Formula.....	57
4.5 Analisis Sampel Terbaik.....	58

BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan	63
5.2 Saran.....	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Jenis hidrokoloid dan metode ekstraksi yang digunakan.....	8
Tabel 2. Syarat mutu natrium karboksimetil selulosa teknis	10
Tabel 3. Hasil penelitian terdahulu	17
Tabel 4. Batas setiap variabel.....	21
Tabel 5. Rancangan perlakuan optimasi	21
Tabel 6. Rekapitulasi data pengukuran respon	34
Tabel 7. Hasil analisis model respon	36
Tabel 8. Kriteria respon yang dioptimasi.....	56
Tabel 9. Verifikasi formula optimal.....	57
Tabel 10. Perbandingan nilai bilangan gelombang sampel terpilih dan kontrol	59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Jerami padi	5
Gambar 2. Struktur CMC.....	9
Gambar 3. Mekanisme reaksi alkalisasi.....	11
Gambar 4. Mekanisme reaksi karboksimetilasi	12
Gambar 5. Diagram alir pelaksanaan penelitian	25
Gambar 6. Diagram alir persiapan sampel bubuk jerami.....	26
Gambar 7. Diagram alir ekstraksi selulosa jerami	27
Gambar 8. Diagram alir pembuatan CMC jerami	28
Gambar 9. Kurva <i>normal plot of residuals</i> respon rendemen.....	37
Gambar 10. Respon rendemen (a) Grafik kontur plot dan (b) 3D <i>Surface</i>	38
Gambar 11. Kurva <i>normal plot of residuals</i> respon pH.....	40
Gambar 12. Respon pH (a) Grafik kontur plot dan (b) 3D <i>Surface</i>	41
Gambar 13. Kurva <i>normal plot of residuals</i> respon kadar air	42
Gambar 14. Respon kadar air(a) Grafik kontur plot dan (b) 3D <i>Surface</i>	43
Gambar 15. Kurva <i>normal plot of residuals</i> respon derajat putih	45
Gambar 16. Respon derajat putih (a) Grafik kontur plot dan (b) 3D <i>Surface</i>	46
Gambar 17. CMC hasil penelitian (a) R1, (b) R2, (c) R3, (d) R4, (e) R5, (f) R6, (g) R7, (h) R8, (i) R9, (j) R10, (k) R11, (l) R12, (m) R13.....	47
Gambar 18. Kurva <i>normal plot of residuals</i> respon viskositas.....	48
Gambar 19. Respon viskositas (a) Grafik kontur plot dan (b) 3D <i>Surface</i>	49
Gambar 20. Kurva <i>normal plot of residuals</i> respon kemurnian	51
Gambar 21. Respon kemurnian (a) Grafik kontur plot dan (b) 3D <i>Surface</i>	52
Gambar 22. Kurva <i>normal plot of residuals</i> respon kadar NaCl	53
Gambar 23. Respon kadar NaCl (a) Grafik kontur plot dan (b) 3D <i>Surface</i>	54

Gambar 24.	Spektrum FTIR CMC (a) Sampel komersil, (b) Sampel R5, dan (c) Sampel R2	60
Gambar 25.	CMC jerami (a) Sampel R5, (b) Sampel R2, (c) Sampel komersil perbesaran 500x	62

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil uji sidik ragam (ANOVA) respon pengamatan....	73
Lampiran 2. Grafik interaksi setiap faktor terhadap respon.....	76
Lampiran 3. Teladan perhitungan berbagai pengamatan	78
Lampiran 4. Dokumentasi kegiatan penelitian.....	81

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman yang memiliki arti penting bagi hampir seluruh penduduk Indonesia, karena padi mampu memenuhi kebutuhan kalori sebagian besar penduduk Indonesia. Semakin bertambahnya jumlah penduduk, maka kebutuhan padi juga semakin meningkat (Kurniawan *et al.*, 2022). Total produksi padi di Indonesia pada tahun 2020 sekitar 54,65 juta ton, meningkat 45,17 ribu ton (0,08%) dibandingkan tahun 2019. Dibandingkan dengan bulan yang sama pada tahun-tahun lainnya, peningkatan produksi yang tertinggi terjadi pada bulan Mei tahun 2020, meningkat 1,86 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2021).

Peningkatan produksi padi juga diikuti dengan peningkatan limbah jerami padi. Setiap kali panen, satu hektar sawah mampu menghasilkan 10 sampai 12 ton jerami (BPTP Sulawesi Selatan, 2013). Salah satu varietas padi yang banyak ditanam adalah Ciherang. Hal ini didasari karena varietas Ciherang mampu beradaptasi dengan lingkungan sekitar. Tinggi tanaman berkaitan dengan kemampuan padi dalam menangkap cahaya matahari yang baik. Jerami padi varietas Ciherang mampu menangkap cahaya matahari dengan baik (Akbar *et al.*, 2022). Kemudian, bobot gabah varietas Ciherang lebih berat dan nasi yang dihasilkan juga lebih pulen (Marlina *et al.*, 2017). Selain itu juga, varietas Ciherang memiliki umur padi yang pendek sekitar 116-125 hari dengan tinggi tanaman 107-115 cm, tidak mudah rontok, tahan terhadap hama (wereng, batang coklat biotipe 2), tahan terhadap penyakit, dan dapat ditanam pada musim penghujan serta kemarau dibawah 500 mdpl (Jamil *et al.*, 2016). Jerami padi varietas Ciherang, memiliki kandungan selulosa yaitu sebesar 31,37%; hemiselulosa 18,14%; dan lignin 7,93% (Kodri *et al.*, 2013). Kandungan selulosa yang cukup tinggi pada jerami padi, memiliki peluang yang baik untuk dimanfaatkan dalam berbagai macam industri. Salah satu produk turunan dari selulosa adalah karboksimetil selulosa (Nur *et al.*, 2016).

CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) merupakan golongan dari hidrokoloid yang banyak digunakan dalam bidang pangan maupun non pangan. Hidrokoloid

merupakan komponen polimer yang mengandung gugus hidroksil. Komponen polimer ini dapat larut dalam air, mampu membentuk koloid, dan dapat mengentalkan atau membentuk gel pada suatu larutan (Herawati, 2018). Hidrokoloid dari CMC banyak digunakan pada berbagai industri, seperti industri makanan, farmasi, produk kosmetik, kimia, perminyakan, pembuatan kertas, dan bangunan (Wijayani *et al.*, 2005). Pada bidang pangan, CMC dimanfaatkan sebagai *stabilizer*, *thickener*, *adhesive*, dan *emulsifier*. Contoh aplikasinya adalah pada pemrosesan selai, es krim, minuman, saus dan sirup. Pemanfaatannya yang sangat luas, mudah digunakan serta harganya yang murah, menjadikan CMC sebagai salah satu hidrokoloid yang diminati (Basmal *et al.*, 2005).

Proses pembuatan CMC meliputi beberapa tahapan yaitu proses alkalisasi, karboksimetilasi, penetralan, pencucian dan pengeringan. Tahap alkalisasi dan karboksimetilasi adalah tahapan utama yang menentukan karakteristik dari CMC (Safitri *et al.*, 2017). Alkalisasi dilakukan sebelum karboksimetilasi dengan menggunakan NaOH. Proses ini bertujuan untuk mengaktifkan gugus-gugus OH pada molekul selulosa (Wijayani *et al.*, 2005). Proses karboksimetilasi dapat dilakukan dengan menggunakan reagen natrium monokloroasetat. Pada proses ini, gugus -OH pada selulosa digantikan oleh $\text{ClCH}_2\text{COONa}$ (Pitaloka *et al.*, 2015). Tahap karboksimetilasi bertujuan untuk melekatkan gugus karboksilat pada struktur selulosa. Gugus karboksilat yang dimaksud terdapat pada natrium monokloroasetat (Ayuningtiyas *et al.*, 2017).

Jumlah natrium monokloroasetat yang digunakan akan berpengaruh terhadap substitusi dari unit anhidroglukosa pada selulosa (Wijayani *et al.*, 2005). Berdasarkan hasil penelitian Mugrma (2019), sintesis CMC dari selulosa dengan penggunaan 2 gram NaMCA, menghasilkan rendemen sebesar 200,68%; viskositas 300 cP; pH 7,8; derajat substitusi 0,4; dan kelembapan 2,73%. Selanjutnya Hariani *et al.* (2019) menambahkan pada pembuatan CMC dari selulosa pelepah kelapa sawit dengan penggunaan 8 gram NaMCA, menunjukkan CMC dengan kondisi optimum memiliki nilai derajat substitusi sebesar 0,81; viskositas 5,72 cP; pH 7,67; dan kemurnian 99,56%.

Waktu reaksi yang semakin lama memungkinkan jarak antar gugus semakin lebar dan semakin melemahkan ikatan sehingga ikatan akan terputus. Hal ini dapat

menyebabkan substitusi yang diinginkan tidak terjadi (Nisa dan Putri, 2014). Berdasarkan hasil penelitian Nisa dan Putri (2014), waktu reaksi 1 jam pada pembuatan CMC dari kulit buah kakao, menghasilkan CMC terbaik dengan derajat substitusi 0,10; pH 7,86; viskositas 6,33 cP; kadar air 13,51%; dan kecerahan 79,43%. Silsia *et al.* (2018) menambahkan waktu reaksi 3 jam pada pembuatan CMC dari pelepah kelapa sawit, menghasilkan CMC terbaik dengan karakteristik derajat substitusi 0,75; pH 8,32; kadar air 7,1%; viskositas 7,8 cP; dan kemurnian 92,62%.

Penentuan kondisi optimal dilakukan dengan menggunakan metode analisis statistik yaitu *Response Surface Methodology* (RSM). Metode RSM merupakan sekumpulan teknik matematika dan statistika yang berguna untuk menganalisis permasalahan dimana beberapa variabel independen mempengaruhi variabel respon dan tujuan akhirnya adalah untuk mengoptimalkan respon (Montgomery, 2009). Keunggulan metode RSM ini diantaranya tidak memerlukan data-data percobaan dalam jumlah yang besar dan tidak membutuhkan waktu lama (Iriawan dan Astuti, 2006). *Central Composite Design* (CCD) pada RSM adalah desain faktorial fraksial dengan poin pusat, ditambah dengan sekelompok poin aksial yang memungkinkan untuk memperkirakan arah optimal karena dalam RSM optimasi dan lokasi optimal tidak diketahui. Dari masalah diatas, perlu dilakukan penelitian untuk menentukan formula optimal pembuatan CMC dengan menggunakan program *Design Expert versi 13.0* dengan metode *Central Composite Design* (CCD).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana formula optimal CMC berdasarkan variasi natrium monokloroasetat dan waktu reaksi.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah agar penelitian ini tidak melebar dan tetap terfokus, adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh faktor yang digunakan pada penelitian ini yaitu variasi konsentrasi natrium monokloroasetat dan waktu reaksi
2. Parameter pengujian dilakukan terhadap karakteristik rendemen, derajat keasaman (pH), kadar air, derajat putih, viskositas, kemurnian, dan kadar NaCl.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui formula optimal variasi natrium monokloroasetat dan waktu reaksi terhadap karakteristik fisikokimia CMC jerami padi.

1.5 Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini yaitu variasi natrium monokloroasetat dan waktu reaksi menghasilkan formula optimal pada karakteristik fisikokimia CMC jerami padi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulhameed, A., Mbuvi, H. M., Changamu, E. O., dan Maingi, F. M. 2019. *Microwave synthesis of Carboxymethyl Cellulose (CMC) from Rice Husk*. IOSR Journal of Applied Chemistry. Vol. 12(12): 33-42.
- Agustian, J., Lilis, H., dan Heri, R. 2021. Penguasaan Perangkat Design Expert® dalam R&D Produksi untuk Keterampilan Mengoptimasi Operator Proses PT. Tunas Baru Lampung (TBK) Bandar Lampung. Abdimas Singkerru. Vol. 1(2): 124-133.
- Agustina, M., Fahrizal., dan Eti, I. 2019. Penambahan CMC, Gum Xanthan dan Pektin pada Sirup Air Kelapa. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah. Vol. 1(1): 217–226.
- Akbar, F. M., Asis, A., dan Lizmah, S. F. 2022. Hubungan Karakter Agronomi Padi Varietas Ciherang dan Inpari 32 di Lahan Sawah Tadah Hujan. Jurnal Agrium. Vol. 19(1): 29-35.
- Altunina, L. K., Tikhonova, L. D., dan Yarmukhametova, E. G. 2001. *Method for Deriving Carboxymethyl Cellulose*. Eurasian Chemico-Technological Journal. Vol. 3(1): 49-53.
- Anihouvi, V. B., Saalia, F., Dawson, S. E., Ayernor, G. S., dan Hounhouigan, J. D. 2011. *Response Surface Methodology for Optimizing the Fermentation Conditions During the Processing of Cassava Fish (Pseudotolithus sp) into lanhouin*. IJEST. Vol. 3(9): 7085-7095.
- AOAC [Association of Analytical Communities]. 2005. *Official Methods Of Analysis Of The Association Of Analytical Chemists*. Association Of Official Analytical Chemists. Virginia USA.
- Asiah, N., dan Djaeni, M. 2021. Konsep Dasar Proses Pengeringan Pangan. AE Publishing. Malang.
- Astria, F., Subito, M., dan Nugraha, D. W. 2014. Rancang Bangun Alat Ukur pH dan Suhu Berbasis *Short Message Service (SMS) Gateway*. Jurnal Mektrik. Vol. 1(1): 47-55.
- Ayuningtiyas, S., Desiyana, F. D., dan Siswarni, M. Z. 2017. Pembuatan Karboksimetil Selulosa dari Kulit Pisang Kepok dengan Variasi Konsentrasi Natrium Hidroksida, Natrium Monokloroasetat, Temperatur dan Waktu Reaksi. Jurnal Teknik Kimia USU. Vol. 6(3): 47-51.
- Azharini, R., Asri W., dan Siti N. 2022. Optimasi Proses Ekstraksi Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) Berbantu Gelombang Mikro menggunakan Aplikasi *Response Surface Methodology*. Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia. Vol. 14(1): 88-96.

- Basmal, J., Andhita, D., dan Sediarto, S. 2005. Pengaruh Alkalisasi Selulosa terhadap Produksi Sodium Karboksimetil Selulosa. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Vol. 11(4): 61-69.
- BPS [Badan Pusat Statistik]. 2021. Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Padi menurut Provinsi, 2019-2021. Badan Pusat Statistik. Jakarta
- BPTP SULSEL [Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian Sulawesi Selatan]. 2013. Integrasi Padi dan Ternak. Balai Penerapan Standar Instrumen Pertanian Sulawesi Selatan. Makassar.
- BSN [Badan Standarisasi Nasional]. 1995. Syarat Mutu Natrium Karboksimetil Selulosa Teknis SNI 06-3736-1995. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- BSN [Badan Standarisasi Nasional]. 2004. Cara Uji Klorida (Cl^-) dengan Metode Argentometri (Mohr) SNI 06-6989-19-2004. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Dimawarnita F, Panji T. 2018. Sintesis Karboksimetil Selulosa dari Sisa Baglog Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*). *Menara Perkebunan*. Vol. 8(2): 96-106.
- Dimawarnita, F., Panji, T., dan Faramita, Y. 2019. Peningkatan Kemurnian Selulosa dan Karboksimetil Selulosa (CMC) Hasil Konversi Limbah TKKS Melalui Perlakuan NaOH 12%. *Menara Perkebunan*. Vol. 87(2): 95-103.
- Drapper, N. R dan H. Smith. 1998. *Applied Regression Analysis Third Edition*. John Wiley dan Sons Inc. New York.
- Duff, S. J., dan Murray, W. D. 1996. *Bioconversion of Forest Products Industry Waste Cellulosics to Fuel Ethanol: a Review*. *Bioresource Technology*. Vol. 55(1): 1-33.
- Eliza, M. Y., Shahrudin, M., Noormaziah, J., dan Rosli, W. W. 2015. *Carboxymethyl Cellulose (CMC) from Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) in The New Solvent Dimethyl Sulfoxide (DMSO) / Tetrabutylammonium Fluoride (TBAF)*. *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 622: 1-10.
- Fatimah, I. 2023. Studi Kinetika Reaksi Karboksimetilasi Selulosa dalam Isopropil Alkohol dengan Bantuan Iradiasi *Microwave*. Skripsi. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Serang.
- Ferdiansyah, M. K., Marseno, D. W., dan Pranoto, Y. 2017. Optimasi Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM). *Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM*. Vol. 37(2): 158-164.

- Funami, T. 2011. *Next Target for Food Hydrocolloid Studies: Texture Design of Foods using Hydrocolloid Technology*. Food Hydrocolloids. Vol. 25(8): 1904-1914.
- Gaspersz, V. 1995. Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan 2. Tarsito. Bandung.
- Hapsari, M. 2013. Sintesis dan Karakterisasi *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dari Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan Campuran Media Reaksi Isobutil-Isopropil Alkohol. Skripsi. Universitas Indonesia. Depok.
- Hardani., Idawati, S., Rahim, A., Ningrym, M. D., Ghazaly, M. R., dkk. 2022. Buku Ajar Farmasi Fisika. Samudra Biru. Yogyakarta.
- Hariani, R., dan Fatmayati, F. 2024. Pembuatan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dari Batang Kelapa Sawit. Jurnal Teknik Industri Terintegrasi. Vol. 7(1): 498-508.
- Hastuti, N., Herawati, H., Eris, F. R., Kusnandar, F., Agustinisari, I., Fetriyuna, F., dan Razi, M. A. 2024. *Facile Synthesis of Carboxymethyl Cellulose (CMC) from Agricultural Residues*. Cellulose Chemistry dan Technology. Vol. 58(5-6): 455-466.
- Herawati, H. 2018. Potensi Hidrokoloid sebagai Bahan Tambahan pada Produk Pangan dan Nonpangan Bermutu. Jurnal Litbang Pertanian. Vol. 37(1): 17-25.
- Hutomo, G., Djagal W.M., Sri A., dan Supriyanto. 2012. *Synthesis and Characterization of Sodium Carboxymethyl Cellulose from Pod Husk of Cacao (Theobroma cacao L.)*. African Journal of Food Science. Vol. 6(6): 180-185.
- Indrayani, S. A. 2018. Optimasi Ekstraksi Minyak Biji Pala menggunakan Metode *Respon Surface Methodology* (RSM). Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Indriani, I., Hasan, A., dan Meydinariasty, A. 2021. Sintesis dan Karakterisasi Na-CMC dari α -Selulosa Serabut Kelapa Sawit. Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia. Vol. 1(9): 375-381.
- Indriyati, W., Kusmawati, R., Sriwidodo, S., Hasanah, A. N., dan Musfiroh, I. 2016. Karakterisasi *Carboxymethyl Cellulose Sodium* (Na-CMC) dari Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) yang Tumbuh di Daerah Jatinangor dan Lembang. Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology. Vol. 3(3): 99-110.
- Iriawan N, dan Astuti S. P. 2006. Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14. Penerbit ANDI. Yogyakarta.

- Ischak, N. I., Fazriani, D., dan Botutihe, D. N. 2021. Ekstraksi dan Karakterisasi Selulosa dari Limbah Kulit Kacang Tanah (*Arachys hypogaea L.*) Sebagai Adsorben Ion Logam Besi. *Jambura Journal of Chemistry*. Vol. 3(1): 27-36.
- Jamil, A., Satoto., Sasmita, P., Guswara, A., dan Suharna. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Baru Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Medan.
- Kemalawaty, M., Anwar, C., dan Aprita, I.R. 2019. Kajian Pembuatan Dendeng Ayam Sayat dengan Penambahan Ekstrak Asam. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. Vol. 8(1): 1-8.
- Kentjana, Y. P. 1996. Karboksimetilasi Bahan Bukan Kayu. *Berita Selulosa*. Vol. 33(4): 17-20.
- Klunklin, W., Hinmo, S., Thipchai, P., dan Rachtanapun, P. 2023. *Effect of Bleaching Processes on Physicochemical and Functional Properties of Cellulose and Carboxymethyl Cellulose from Young and Mature Coconut Coir*. *Polymers*. Vol. 15(16): 3376.
- Kodri., Argo, B. D., dan Yulianingsih, R. 2013. Pemanfaatan Enzim Selulase dari *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* Sebagai Katalisator Hidrolisis Enzimatik Jerami Padi dengan *Pretreatment Microwave*. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. Vol. 1(1): 36-43.
- Kumari, K.S., Babu, I.S., dan Rao, G.H. 2008. *Process Optimization for Citric Acid Production from Raw Glycerol using Response Surface Methodology*. *Indian Journal of Biotechnology*. Vol. 7(4): 496-501.
- Kurniawan, A., Muslikah, S., dan Sugiarto, S. 2022. Kualitas Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa L.*) Varietas Inpari 32: Interval Waktu Induksi dan Pemberian Giberelin dengan Sistem Intensifikasi Potensi Lokal (SIPLo). *Agronisma*. Vol. 10(2): 341-351.
- Makarim. 2007. Jerami Padi : Pengelolaan dan Pemanfaatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Mariana, W., Widjanarko, S. B., dan Widyastuti, E. 2017. Optimasi Formulasi dan Karakterisasi Fisikokimia dalam Pembuatan Daging Restrukturisasi menggunakan *Response Surface Methodology* (Konsentrasi Jamur Tiram serta Gel Porang dan Karagenan). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 5(4): 83-91.
- Marlina, M., Setyono, S., dan Mulyaningsih, Y. 2017. Pengaruh Umur Bibit dan Jumlah Bibit terhadap Pertumbuhan dan Hasil Panen Padi Sawah (*Oryza sativa L.*) Varietas Ciherang. *Jurnal Pertanian*. Vol. 8(1): 26-35.
- Masrullita, M., Meriatna, M., Zulmiardi, Z., Safriwardy, F., Auliani, A., dan Nurlaila, R. 2021. Pemanfaatan Jerami Padi (*Oryza sativa L.*) sebagai

- Bahan Baku dalam Pembuatan CMC (*Carboxymethyl Cellulose*). Jurnal Rekayasa Proses. Vol. 15(2): 194-201.
- Masrullita, M., Nurlaila, R., Zulmiardi, Z., Safriwardy, F., Auliani, A., dan Meriatna, M. 2022. *Synthesis Carboxymethyl Cellulose (CMC) from Rice Straw (Oryza sativa L.) Waste*. International Journal of Engineering, Science and Information Technology. Vol. 2(1): 24-29.
- Masta, N. 2020. Buku Materi Pembelajaran *Scanning Electron Microscopy*. Universitas Kristen Indonesia. Jakarta.
- Maulina, Z., Adriana, A., dan Rihayat, T. 2019. Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH dan Berat Natrium Monokloroasetat Pada Pembuatan (*Carboxymethyl Cellulose*) CMC dari Serat Daun Nanas (*Pineapple-leaf fibres*). Jurnal Sains dan Teknologi Reaksi, Vol. 17(2).
- Melisa, M., Bahri, S., dan Nurhaeni, N. 2014. Optimasi Sintesis Karboksimetil Selulosa dari Tongkol Jagung Manis (*Zea Mays L Saccharata*). Journal of Natural Science. Vol. 3(2): 70-78.
- Montgomery, D.C. 2001. *Design and Analysis of Experiment 5th Edition*. John Willey and Sons, inc. New York.
- Montgomery, D. C. 2009. *Introduction to Statistical Quality Control*. John Wiley. New York.
- Montgomery D. C. 2017. *Design and Analysis of Experiments Arisona*. John Wiley dan Sons Inc. New York.
- Mugrima, R. 2019. Sintesis dan Penentuan Derajat Substitusi Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Selulosa dengan Variasi Konsentrasi Natrium Monokloroasetat. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Mustabi, J. 2023. Analisis Pengembangan Jerami Padi sebagai Pakan Ternak. Nas Media Pustaka. Makassar.
- Myers, R. H., Montgomery, D. C., dan Anderson-Cook, C. M. 2016. *Response Surface Methodology. Fourth*. John Wiley dan Sons, Inc. Hoboken.
- Nandiyanto, A. B. D., Oktiani, R., dan Ragadhita, R. 2019. *How to Read and Interpret FTIR Spectroscopy of Organic Material*. Indonesian Journal of Science and Technology. Vol. 4(1): 97-118.
- Nawari. 2010. Analisis Regresi dengan MS Excel 2007 dan SPSS 17. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta..
- Nisa, D., dan Putri, W. D. R. 2014. Pemanfaatan Selulosa dari Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*) sebagai Bahan Baku Pembuatan CMC (*Carboxymethyl Cellulose*). Jurnal Pangan dan Agroindustri. Vol. 2(3): 34-42.

- Nisfianoor, M. 2009. Pendekatan Statistika Modern untuk Ilmu Sosial. Salemba Humanika. Jakarta.
- Novia, N., Windarti, A., dan Rosmawati, R. 2014. Pembuatan Bioetanol dari Jerami Padi dengan Metode *Ozonolisis–Simultaneous Saccharification and Fermentation* (SSF). Jurnal Teknik Kimia. Vol. 20(3): 38-48.
- Nugraheni, H. M., Mulyati, T. A., dan Badriyah, L. 2018. Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Durian Mentega sebagai *Carboxymethyl Cellulose* (CMC). *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi dan Analisis*.
- Nur, R., Tamrin, dan Muzakkar, M. Z. 2016. Sintesis dan Karakterisasi CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) yang Dihasilkan dari Jerami Padi. J. Sains dan Teknologi Pangan. Vol. 1(3): 222-230.
- Nurmiah, S., Rizal S., Sukarno, Rosmawaty P., dan Budi N. 2013. Aplikasi *Response Surface Methodology* pada Optimalisasi Kondisi Proses Pengolahan *Alkali Treated Cottonii* (ATC). Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Vol. 8(1): 9-22.
- Octaviani, M. A., Dian R. S. D., dan Luh, J. A. 2017. Optimasi Faktor yang Berpengaruh pada Kualitas Lilin di UD.X dengan Metode *Response Surface*. Jurnal Ilmiah Widya Teknik. Vol 16(1): 29-38.
- Perincek, O., dan Colak, M. 2013. *Use of Experimental Box-Behnken Design for the Estimation of Interactions Between Harmonic Currents Produced by Single Phase Loads*. Int J Eng Res. Vol. 3(2): 8.
- Pitaloka, A. B., Hidayah, N. A., Saputra, A. H., dan Nasikin, M. 2015. Pembuatan CMC dari Selulosa Eceng Gondok dengan Media Reaksi Campuran Larutan Isopropanol-Isobutanol untuk Mendapatkan Viskositas dan Kemurnian Tinggi. Jurnal Integrasi Proses. Vol. 5(2): 108-114.
- Prasetyo, T. F., Isdiana, A. F., dan Sujadi, H. 2019. Implementasi Alat Pendeteksi Kadar Air pada Bahan Pangan Berbasis *Internet of Things*. Smartics Journal. Vol. 5(2): 81-96.
- Prayitno, A., Hadi, D., dan Firyanto, R. 2020. Pembuatan NaCMC dari Batang Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). Journal of Chemical Engineering. Vol. 1(1): 7-11.
- Priatni, H. L. 2019. Evaluasi Kualitas Na-CMC Hasil Sintesis Selulosa Eceng Gondok dengan *Crosslinker* Asam Suksinat dan Epiklorohidrin. Farmaka. Vol. 17(2): 32-47.
- Purwanti, E. P., dan Pilarian, F. 2013. Optimasi Parameter Proses Pemotongan Stainless Steel SUS 304 untuk Kekasaran Permukaan dengan Metode *Response Surface*. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*. UNY Yogyakarta. Vol. 978.

- Pushpamalar, V., Langford, S. J., Ahmad, M., dan Lim, Y. Y. 2006. *Optimization of Reaction Conditions for Preparing Carboxymethyl Cellulose from Sago Waste*. Carbohydrate polymers. Vol. 64(2): 312-318.
- Rachmawaty, R., Meriyani, M., dan Priyanto, S. 2013. Sintesis Selulosa Diasetat dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Potensinya untuk Pembuatan Membran. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. Vol. 2(3): 8-16.
- Raissi, S., dan Farzani, R. E. 2009. *Statistical Process Optimization Through Multiresponse Surface Methodology*. International Journal of Mathematical and Computational Sciences. Vol. 3(3): 267-271.
- Safitri, D. A. W., Putri, Z. Z., dan Wahyusi, K. N. 2024. Sintesis *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dari Kulit Pisang Ambon Hijau (*Musa paradisiaca* var. *sapientum*). Jurnal Teknik Kimia. 9(10): 1-7.
- Safitri, D., Rahim, E. A., Prismawiryanti, P., dan Sikanna, R. 2017. Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Selulosa Kulit Durian (*Durio zibethinus*). Jurnal Riset Kimia. Vol. 3(1): 58-68.
- Santosa, B., Wignyanto, W., Hidayat, N., dan Sucipto, S. 2020. *Optimization of NaOH Concentration and Trichloroacetic Acid in Bacterial Carboxymethylation Cellulose*. Food Research Journal. Vol. 4(3): 594-601.
- Santoso, S. 2009. Panduan Lengkap Menguasai Statistik dengan SPSS 17. PT. Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Saputra, A. 2024. Pengaruh Penambahan Variasi Natrium Monokloroasetat terhadap Karakteristik *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dari Batang Tanaman Pimping (*Themeda gigantea*). Skripsi. Universitas Andalas. Padang.
- Shyni, K., Hema, G.S., Ninan, G. Mathew, S., Joshy, C. G., Lakshmanan, P. T. 2014. *Isolation and Characterization of Gelatin from The Skins of Skipjack Tuna (Katsuwonus pelamis), dog shark (Scoliodon sorrakowah), and Rohu (Labeo rohita)*. Food Hydrocolloids. Vol. 39: 68-76.
- Silsia, D., Efendi, Z., dan Timotius, F. 2018. Karakterisasi Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit. Jurnal Agroindustri. Vol. 8(1): 53-61.
- Sumada, K., Puspita, E.T. and Fiqih, A. 2011. *Isolation Study of Efficient a Cellulose from Waste Plant Stem Manihot Esculenta Crantz*. Jurnal Teknik Kimia. Vol. 5(2): 434-438.
- Sutha, K. G., Arnata, I. W., dan Putra, G. G. 2022. Pengaruh Suhu dan Waktu Proses Karboksimetilasi terhadap Karakteristik *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dari Onggok Singkong. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan. Vol. 11(3): 533-541.

- Tangka'a, R., Mentang, F., Agustin, A. T., Onibala, H., Kaseger, B. E., Makapedua, D. M., dan Sanger, G. 2020. Pengaruh Perbedaan Konsentrat Asam Asetat dan Lama Ekstraksi Kolagen dari Kulit Ikan Situhuk Hitam (*Makaira indica*). Media Teknologi Hasil Perikanan. Vol. 8(2): 44-49.
- Tarlak, F., Ozdemir, M., dan Melikoglu, M. 2016. *Computer Vision System Approach in Colour Measurements of Foods: Part II. Validation of Methodology with Real Foods*. Food Science and Technology.
- Widarsaputra, A. Y., Prawatya, Y. E., dan Sujana, I. 2022. *Response Surface Methodology (RSM) untuk Optimasi Pengolahan Keripik Nanas Menggunakan Mesin Vacuum Frying*. Industrial Engineering and Management System. Vol. 6(2): 70-77.
- Widyaiswara Balai Besar Pelatihan Peternakan Batu. 2016. Gerakan Pemberdayaan Petani Terpadu: Materi Ternak Sapi Potong. Media Nusa Creative. Malang
- Wijayani, A., Ummah, K., dan Tjahjani, S. 2005. Karakterisasi Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms). Indo. J. Chem, Vol. 5(3): 228-231.
- Yasar, F., Togrul, H., dan Arslan, N. 2007. *Flow Properties of Cellulose and Carboxymethyl Cellulose from Oranye Peel*. Journal of food Engineering. Vol. 81(1): 187-199.
- Yimlamai, B., Choorit, W., Chisti, Y., dan Prasertsan, P. 2021. *Cellulose from Oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber and Its Conversion to Carboxymethyl Cellulose*. J Chem Technol Biotechnol. Vol. 96: 1656-1666.
- Yudharini, G. A. K. F., Suryawan, A. A. P. A., & Wartini, N. M. 2016. Pengaruh Perbandingan Bahan dengan Pelarut dan Lama Ekstraksi terhadap Rendemen dan Karakteristik Ekstrak Pewarna dari Buah Pandan (*Pandanus tectorius*). Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri, Vol. 4(3): 36-46.
- Zhu, S., Wu, Y., Yu, Z., Liao, J., dan Zhang, Y. 2005. *Pretreatment by Microwave / Alkali of Rice Straw and its Enzymic Hydrolysis*. Process Biochemistry. Vol. 40(9): 3082-3086.