

**KARAKTERISASI MATERIAL BIOPLASTIK BERBASIS  
CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) JERAMI PADI**

**SKRIPSI**



**TUGAS AKHIR**

Untuk memenuhi sebagai persyaratan mencapai derajat sarjana S1  
Pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Disusun oleh

**Fauzan Djilham Aqshal**

**3331180017**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

**CILEGON-BANTEN**

**2023**

## TUGAS AKHIR

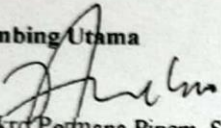
### KARAKTERISASI MATERIAL BIOPLASTIK BERBASIS CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) JERAMI PADI


Dipersiapkan dan disusun oleh:

Fauzan Djilham Aqshal  
3331180017

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 25 Juli 2023

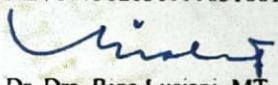
Pembimbing Utama

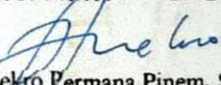
  
Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.  
NIP. 198902262015041002

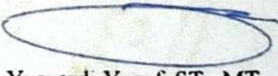
  
Yusvardi Yusuf, ST., MT.  
NIP. 197910302003121001

Anggota Dewan Penguji

  
Prof. Dr. Eng. A. Ali Alhamidi, MT.  
NIP. 197312131999031001


  
Dr. Dra. Rina Lusiani, MT.  
NIP. 195904141986032002

  
Dr. Mekro Permana Pinem, ST., MT.  
NIP. 198902262015041002

  
Yusvardi Yusuf, ST., MT.  
NIP. 197910302003121001

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal, 07 Agustus 2023  
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA

  
Dhimas Satria, S.T., M.Eng.  
NIP. 198305102012121006





## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya sebagai penulis skripsi berikut:

Judul : KARAKTERISASI MATERIAL BIOPLASTIK  
BERBASIS CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC)  
JERAMI PADI  
Nama Mahasiswa : Fauzan Djilham Aqshal  
NIM : 3331180017  
Fakultas : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa Skripsi tersebut diatas adalah benar-benar hasil karya saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut hukum yang berlaku.

Cilegon, 29 Agustus 2023



Fauzan Djilham Aqshal

NIM.3331180017

## **ABSTRAK**

### **KARAKTERISASI MATERIAL BIOPLASTIK BERBASIS CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) JERAMI PADI**

Disusun oleh:

**FAUZAN DJILHAM AQHSAL  
3331180017**

Bioplastik merupakan material terbaru yang dapat terdegradasi secara alami, bioplastik dapat dibuat dengan menggunakan bahan-bahan terbaru seperti selulosa. Selulosa merupakan polikarbonat yang dapat kita temukan pada tanaman pertanian salah satunya yaitu jerami padi. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan sebuah bioplastik yang dapat menggantikan plastik sintesis, dapat mengetahui karakteristik sebuah bioplastik serta dapat mengetahui nilai sudut kontak untuk mengetahui sifat bioplastik terhadap air. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini berupa rancangan acak lengkap dimana terdapat empat kali pengujian yaitu uji tarik, penambahan panjang, ketebalan dan sudut kontak, dengan empat variabel bebas pada larutan 15ml, 20ml, 30ml dan 45ml pada cetakan yang sama. Metode analisis yang digunakan berupa (ANOVA) satu arah dengan analisa lanjutan duncan. Didapatkan hasil penelitian berupa hasil data pengujian dimana pada pengujian ketebalan nilai ketebalan tertinggi terdapat pada larutan 45ml dengan nilai  $9,28 \times 10^{-2}$  mm dan terendah pada larutan 15ml dengan nilai  $6,88 \times 10^{-2}$  mm. Pengujian uji tarik pada larutan 15ml diperoleh 1,79 MPa, larutan 20ml diperoleh 1,8 Mpa, larutan 30ml diperoleh 1,6 MPa dan larutan 45ml diperoleh 1,4 MPa. Dengan nilai penambahan panjang pada setiap larutan 12,95%; 16,5%; 22,2%; 28,5% dan nilai sudut kontak pada setiap larutan  $81,3^{\circ}$ ;  $85,63^{\circ}$ ;  $88,23^{\circ}$ ;  $90,8^{\circ}$ .

Kata kunci: Anova, Bioplastik, CMC, Sudut Kontak, Uji Tarik.

## **ABSTRACT**

### **CHARACTERIZATION OF BIOPLASTIC MATERIAL BASED ON CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) RICE STRAW**

Compiled by:

**FAUZAN DJILHAM AQHSAL**

**3331180017**

Bioplastics are renewable materials that can be degraded naturally, bioplastics can be made using renewable materials such as cellulose. Cellulose is a polycarbonate that we can find in agricultural crops, one example is rice straw. In this research the aim is to obtain a bioplastic that can replace synthetic plastics, to know the characteristics of a bioplastic, and to know the value of the contact angle to determine the properties of bioplastics towards water. The research method used in this study was a completely randomized design with four tests, namely tensile test, length increase, thickness, and contact angle, with four independent variables in 15 ml, 20 ml, 30 ml, and 45 ml solutions in the same mold. The analytical method used is one-way (ANOVA) with continued Duncan analysis. The research results were obtained in the form of test data results where in the thickness test the highest thickness value was found in 45 ml solution with a value of  $9.28 \times 10^{-2}$  mm and the lowest is in 15 ml solution with a value of  $6.88 \times 10^{-2}$  mm. Tensile test on 15 ml solution obtained 1.79 MPa, 20 ml solution obtained 1.8 MPa, 30 ml solution obtained 1.6 MPa, and 45 ml solution brought 1.4 MPa. With an increase in length in each solution of 12.95%, 16.5%, 22.2%, and 28.5% and the contact angle value in each solution is  $81.3^{\circ}$ ,  $85.63^{\circ}$ ,  $88.23^{\circ}$ ,  $90.8^{\circ}$ .

Keywords: ANOVA, Bioplastics, CMC, Contact Angle, Tensile Test.

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji bagi Allah subhanahu wata'ala yang telah memberikan kami kemudahan sehingga penulis dapat menyusun laporan tugas akhir ini. Tanpa izin dan pertolongan-Nya, tentunya penulis tidak akan sanggup untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad shallallahu alaihi wasallam, karena berkat kegigihan dan kesabaran beliau penulis dapat menuntut ilmu pengetahuan seperti sekarang ini. Laporan skripsi yang memiliki judul “Karakterisasi Material Bioplastik Carboxymethyl Cellulose (CMC) Jerami Padi”, dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam tugas akhir skripsi di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA).

Keberhasilan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dan bimbingan dari pihak-pihak terkait. Dalam kesempatan ini penulis dengan kerendahan dan setulus hati ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dhimas Satria, ST., M. Eng, selaku ketua jurusan teknik mesin universitas sultan ageng tirtayasa.
2. Ibu Miftahul Jannah, ST.,M.T.selaku kordinator kerja praktik teknik mesin universita sultan ageng tirtayasa.
3. Bapak Dr. Mekro Permana. Pinem, S.T., M.T selaku dosen pembimbing 1 tugas akhir saya.
4. Bapak Yusvardi Yusuf, S.T., M.T selaku dosen pembimbing 2 tugas akhir saya.
5. Bapak Ipick Setiawan, ST., M.Eng selaku dosen pembimbing akademik saya.
6. Bapak dan ibu saya yang selalu mendukung dan mendoakan saya selama proses pembuatan laporan ini.
7. Kawan-kawan sekalian yang telah menemani saya dalam pembuatan laporan skripsi ini.

Penulis sadar akan laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, atas dasar tersebut penulis memohon maaf jika ada salah kata yang dapat menyinggung pembaca sekalian.

Cilegon, 20 Mei 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 <i>State of the art</i> .....	5
2.2 Jerami Padi .....	6
2.3 Bioplastik.....	7
2.4 Cellulose .....	10
2.5 CarboxyMethyl Cellulose ( <i>CMC</i> ) .....	11
2.6 ASTM D638 .....	11
2.7 <i>Contact Angle</i> .....	12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	13
3.2 Alat dan Bahan.....	14



3.3	Rancangan Acak Lengkap .....	19
3.4	Variabel Penelitian.....	19
3.5	Prosedur Pengerjaan dan Analisa Data.....	20
3.6	Analisa Data.....	22

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Hasil Pembuatan Bioplastik .....	23
	4.1.1Proses Pembuatan Bioplastik.....	23
	4.1.2Proses Pengujian Bioplastik.....	24
4.2	Data Hasil Pengujian .....	25
	4.2.1Ketebalan .....	25
	4.2.2Uji Tarik.....	27
	4.2.3Pertambahan Panjang.....	29
	4.2.4Sudut Kontak .....	32
4.3	Pembahasan Analisa Data .....	35

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan.....	38
5.2	Saran.....	39

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Mesin Uji Tarik .....	8
<b>Gambar 2.2</b> Stuktur Selulosa .....	10
<b>Gambar 2.3</b> Proses Sintesis Selulosa Karbosimetil Selulosa .....	11
<b>Gambar 2.4</b> Dimension ASTM D638-14 .....	12
<b>Gambar 2.5</b> Sudut Kontak Terhadap Sifat .....	12
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	14
<b>Gambar 3.2</b> <i>Magnetic Stirrer</i> .....	14
<b>Gambar 3.3</b> Spatula .....	15
<b>Gambar 3.4</b> Timbangan digital kimia.....	15
<b>Gambar 3.5</b> Alat Uji Tarik.....	16
<b>Gambar 3.6</b> <i>Elongation Test</i> .....	16
<b>Gambar 3.7</b> <i>Contact Angel</i> .....	17
<b>Gambar 3.8</b> <i>Petridish</i> .....	17
<b>Gambar 3.9</b> <i>Bar Stirrer</i> .....	17
<b>Gambar 3.10</b> <i>Micrometer thikness Gauge</i> .....	18
<b>Gambar 3.11</b> <i>Aquadest</i> .....	18
<b>Gambar 3.12</b> CMC .....	19
<b>Gambar 4.1</b> Proses Pembuatan Bioplastik.....	23
<b>Gambar 4.2</b> Pengujian Bioplastik.....	24
<b>Gambar 4.3</b> Hasil Bioplastik .....	25
<b>Gambar 4.4</b> Ketebalan Rata-rata Bioplastik CMC .....	26
<b>Gambar 4.5</b> ASTM D-638 <i>type IV</i> .....	27
<b>Gambar 4.6</b> Hasil Uji Tarik Bioplastik CMC dan Chitosan.....	29
<b>Gambar 4.7</b> Hasil Rengangan Bioplastik CMC.....	31
<b>Gambar 4.8</b> Pengaruh Uji Tarik Terhadap Rengangan Bioplastik CMC .....	32
<b>Gambar 4.9</b> Aplikasi <i>image-j</i> .....	32
<b>Gambar 4.10</b> Rata-rata Sudut Kontak Bioplastik CMC .....	34
<b>Gambar 4.11</b> Perlakuan Terbaik Bioplastik CMC.....	37

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 3.1</b> Standar Edible Film <i>Japanese Industrial Standar 2-1707 1946</i> .....	22
<b>Tabel 4.1</b> standar JIS 2-1707 .....	24
<b>Tabel 4.2</b> Ketebalan Setiap Larutan .....	26
<b>Tabel 4.3</b> Larutan 15 ml .....	27
<b>Tabel 4.4</b> Larutan 20 ml .....	28
<b>Tabel 4.5</b> Larutan 30 ml .....	28
<b>Tabel 4.6</b> Larutan 45 ml .....	28
<b>Tabel 4.7</b> Pertambahan Panjang .....	30
<b>Tabel 4.8</b> Elongation .....	30
<b>Tabel 4.9</b> Sudut Kontak .....	34

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Plastik merupakan polimer rantai panjang yang paling banyak digunakan saat ini baik untuk keperluan industri maupun kebutuhan rumah tangga. Indonesia sendiri merupakan negara yang paling banyak menggunakan plastik khususnya pada produk-produk kemasan dan lain-lain. Berdasarkan data *The National Plastic Action Partnership* (NPAP), Indonesia menghasilkan sampah plastik sebanyak 4,8 juta ton pertahun. Sampah plastik yang dihasilkan pun terbagi menjadi beberapa jenis seperti PET (*PolyethyleneTerephthalate*), PE-HD (*High-Density Polyethylene*), PVC (*Polyvinyl Chloride*), LDPE (*Low-Density Polyethylene*), PP (*Polupropylene*), PS (*Polystyrene*) dan O (*other Pastics*), yang dimana dari beberapa jenis plastik tersebut hanya beberapa saja yang dapat didaur ulang di Pusat Daur Ulang (PDU). Dengan jumlah sampah plastik pertahun yang tinggi dan minimnya fasilitas daur ulang sampah plastik, Indonesia juga dihadapi dengan masalah kurangnya fasilitas tempat pembuangan sampah unit. Kurangnya fasilitas ini menjadikan Indonesia menjadi penghasil pencemaran sampah plastik dilaut terbesar didunia. Sampah-sampah plastik yang terbuang dilaut dapat mengakibatkan rusaknya ekosistem lingkungan laut akibat sifat plastik yang tidak dapat terurai dengan sendirinya.

Dari hal-hal tersebut maka diperlukan sebuah material terbarukan yang mempunyai kemampuan mudah terdegradasi oleh mikro organisme atau secara alami. Salah satu material terbarukan yang bisa digunakan untuk menggantikan material plastik sintetis yaitu bioplastik. Bioplastik merupakan material plastik yang mudah teruraikan oleh mikroorganisme maupun secara alami yang ramah lingkungan. Perbedaan plastik sintetis dengan bioplastik terdapat pada bahan baku utamanya. Pada plastik sintetis bahan utama dalam pembuatannya berbahan baku minyak bumi, sedangkan pada plastik bioplastik terbuat dari material terbarukan yang mudah terdegradasi seperti

pati, selulosa, kolagen, kasein, protein atau lipid dan kitin yang dapat ditemukan pada tumbuhan dan hewan (Ummah, 2013).

Selulosa merupakan material biopolimer yang dapat diperoleh pada tumbuhan hasil pertanian salah satunya jerami padi. Jerami padi adalah batang pada padi yang sudah dipanen butiran padinya. Menurut penelitian (Pratiwi dkk., 2016) jerami padi mempunyai 37,71% selulosa, 21,99% hemiselulosa dan 16,62% lignin. Dengan jumlah selulosa yang cukup tinggi pada jerami padi maka dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal salah satunya yaitu sebagai bahan baku bioplastik serta dapat dijadikan sebagai bahan turunan dari selulosa yaitu *Cabrboxymetyhl Cellulose* (CMC). *Cabrboxymetyhl Cellulose* (CMC) adalah polikarbonat tidak beracun, turunan dari selulosa bersifat biokompatibel dan biodegradable (NURLAILA, 2021a). CMC sendiri merupakan derivat selulosa yang bisa dilarutkan dalam air dingin maupun panas.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis membuat sebuah penelitian untuk mengetahui seberapa efektif penggunaan *Cabrboxymetyhl Cellulose* (CMC) jerami padi sebagai bahan baku utama pembuatan bioplastik. Serta dapat mengetahui seberapa layak bioplastik berbasis CMC jerami padi untuk digunakan sebagai plastik kemasan. Adapun variasi penelitian bertujuan untuk mengetahui konsentrasi optimum CMC pada bioplastik. Selanjutnya bioplastik akan diuji kemampuannya mekanikanya dengan acuan ASTM-D638 berupa kekuatan tarik (*tensile strength*), persen pemanjangan material (*elongation*), ASTM-D1005 uji ketebalan (*thickness*), dan ASTM D5946 *contact angle*. Untuk membantu mengetahui hasil analisa karakteristik bioplastik akan dilakukan proses analisa lanjutan menggunakan menggunakan metode *contact angle analysis* untuk mengetahui tingkat tegangan permukaan material.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dalam penelitian yang dibuat oleh penulis terdapat beberapa rumusan masalah dalam penelitian:

1. Bagaimana proses pembuatan bioplastik CMC jerami padi?
2. Bagaimana karakteristik bioplastik CMC jerami padi?
3. Bagaimana sudut kontak yang dihasilkan dari bioplastik?

### 1.3 Batasan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian terdapat batasan-batasan penelitian yang bertujuan untuk membatasi hal-hal yang tidak diperlukan untuk diteliti sehingga penelitian tersebut mencapai tujuan yang sudah ada. Berikut merupakan hal-hal yang dibatasi dalam penelitian yang penulis lakukan:

1. Penelitian berbahan *CarboxyMethyl Cellulose*.
2. Variabel pada jumlah penggunaan larutan 15 ml, 20 ml, 30 ml dan 45 ml
3. Pengujian material yang dilakukan berupa kekuatan tarik, *elongation* (pertambahan panjang), *thikness* (ketebalan) dan *contact angel*.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian yang dibuat oleh penulis terdapat tujuan penelitian yang dimana sebagai berikut:

1. Dapat menggantikan plastik sintesis.
2. Dapat menganalisis karakteristik material bioplastik.
3. Dapat memahami nilai sudut kontak bioplastik.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat yaitu sebagai berikut:

1. Membuat material plastik yang memiliki tingkat pencemaran lingkungan yang kecil serta mudah terdegradasi secara mikroorganisme atau secara alami,
2. Dapat menambah wawasan tentang proses pembuatan bioplastik pengujian bioplastik pengukuran sudut kontak.
3. Dapat menggantikan penggunaan sampah plastik sintetis yang sangat sulit terurai.

### 1.6 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian propertis mekanik *carboxymethyl cellulose* (CMC) berasal dari jerami padi pada bahan bioplastik menggunakan rancangan penelitian RAL dengan konsentrasi larutan yang digunakan pada CMC 15 ml, 20 ml, 30 ml dan 45 ml.



Menggunakan ASTM D638 untuk mengetahui konsentrasi optimum pada sifat mekanik bioplastik berupa kekuatan tarik (*tensile strength*), persen pemanjangan material (*elongation*), ASTM-D1005 uji ketebalan (*thickness*) dan *contact angle* dengan ASTM D5946. Metode analisa akan menggunakan metode (ANOVA) satu arah yaitu pengujian statistik yang membandingkan variasi dalam rata-rata grup sampel dengan mempertimbangkan pada satu variabel atau independen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asjun, Asnani, & Faradilla F, R. (2023). *Pengaruh Formulasi Kitosan Udang Windu dan Karagenan Terhadap Sifat Bioplastik dengan Pemplastis Polietilen Glikol Effect of Chitosan Formulation of Windu Shrimp and Carrageenan on Bioplastic Properties with Polyethylene Glycol Plasticizers*.  
<https://doi.org/10.33772/jsipi.v7i1.214>
- [ASTM] Annual Standar and Technical Measurement D-638-14. (2014). Standar Test Method For Tensile Properties Of Plastic. *United States*.
- [ASTM] Annual Standar and Technical Measurement D 1005-95. (t.t.). Measurement of Dry-Film Thickness of Organic Coatings Using Micrometers. *United States*.
- Aulia, F., & Gea, S. (2013). STUDI PENYEDIAAN NANOKRISTAL SELULOSA DARI TANDAN KOSONG SAWIT (TKS). Dalam *Jurnal Sainia Kimia* (Vol. 1, Nomor 2).
- Dermawan, K., Ambarwati, R., & Kasmiyatun, M. (2020). PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABLE DARI PATI BIJI NANGKA DENGAN PENAMBAHAN POLYVINYL ALCOHOL (PVA) DAN SORBITOL. *Journal of Chemical Engineering, 1*(1).
- Devi, D., Astutik, D., Cahyanto, M. N., & Djaafar, T. F. (2019). KANDUNGAN LIGNIN, HEMISELULOSA DAN SELULOSA PELEPAH SALAK PADA PERLAKUAN AWAL SECARA FISIK KIMIA DAN BIOLOGI. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, 7*(2), 273–282.  
<https://doi.org/10.29303/jrpb.v7i2.148>
- Gozali, T., Wijaya, W. P., & Rengganis, M. I. (2020). PENGARUH KONSENTRASI CMC DAN KONSENTRASI GLISEROL TERHADAP KARAKTERISTIK EDIBLE PACKAGING KOPI INSTAN DARI PATI KACANG HIJAU (*Vigna radiata* L.). Dalam *Pasundan Food Technology Journal (PFTJ)* (Vol. 7, Nomor 1).
- Hidayati S, Zulferiyenni, & Satyajaya W. (2019). *OPTIMASI PEMBUATAN BIODEGRADABLE FILM DARI SELULOSA LIMBAH PADAT RUMPUT LAUT *Eucheuma cottonii* DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL, KITOSAN, CMC DAN TAPIOKA*.
- Ilyas, R. A., Sapuan, S. M., Ishak, M. R., & Zainudin, E. S. (2017). Delignification of palm fibre. Dalam *BioResources* (Vol. 12, Nomor 4).

- Ishmatu Sholikhah, H., Naufal Arib, G., & Febriana Rahmawati, A. (t.t.). *Narrative review: Potensi Pemanfaatan Selulosa Limbah Jerami Padi sebagai Bioplastik Ramah Lingkungan*.
- Lestari, S. A. (2022). *Pengaruh Penambahan Selulosa Jerami Padi Pada Pembuatan Bioplastik Berbasis Pati Kulit Pisang Raja Dengan Plasticizer Sorbitol*. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
- Maladi irham. (2019). *PEMBUATAN BIOPLASTIK BERBAHAN DASAR PATI KULIT SINGKONG (Manihot utilissima)*.
- Ndruru, S. T. C. L., Widiarto, S., Pramono, E., Wahyuningrum, D., Bundjali, B., & Arcana, I. M. (2022). Modification of Nias' Cacao Pod Husk Cellulose through Carboxymethylation Stages by Using MAOS Method and Its Application as Li-ion Batteries' Biopolymer Electrolyte Membrane\*\*. *ChemistrySelect*, 7(44). <https://doi.org/10.1002/slct.202202510>
- Ningrum, R. S., Sondari, D., Purnomo, D., Amanda, P., Burhani, D., & Rodhibilah, F. I. (2021). KARAKTERISASI EDIBLE FILM DARI PATI SAGU ALAMI DAN TERMODIFIKASI. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 43(2), 95. <https://doi.org/10.24817/jkk.v43i2.6963>
- Nurindra, A. P., Alamsjah, M. A., & Sudarno, D. (2015). KARAKTERISASI EDIBLE FILM DARI PATI PROPAGUL MANGROVE LINDUR (*Bruguiera gymnorhiza*) DENGAN PENAMBAHAN CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) SEBAGAI PEMLASTIS CHARACTERIZATION OF EDIBLE FILM FROM PROPAGULES MANGROVE LINDUR (*Bruguiera gymnorhiza*) STARCH WITH ADDITION OF CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) AS PLASTICIZER. Dalam *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* (Vol. 7, Nomor 2).
- Nurlaila, R. (2021). Pemanfaatan Jerami Padi (*Oryza Sativa L.*) Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan CMC (Carboximetil Cellulose). *Jurnal Rekayasa Proses*, 15(2), 194. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.69569>
- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2016). *Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (Oryza sativa) sebagai Bahan Bioplastik* (Vol. 3, Nomor 3).
- Sara, N. E. M. (2015). *Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Whey Dangke Agar dengan Penambahan Konsentrasi Sorbitol*.
- Setiawan, A., Anggraini, F. D. M., Ramadani, T. A., Cahyono, L., & Rizal, M. C. (2021). Pemanfaatan Jerami Padi Sebagai Bioplastik Dengan Menggunakan Metode Perlakuan Pelarut Organik. *METANA*, 17(2), 69–80. <https://doi.org/10.14710/metana.v17i2.42254>

- Ummah, N. Al. (2013). *UJI KETAHANAN BIODEGRADABLE PLASTIC BERBASIS TEPUNG BIJI DURIAN (Durio Zibethinus Murr) TERHADAP AIR DAN PENGUKURAN DENSITASNYA*. Universitas Negeri Semarang.
- Widodo, Lu., Neza Wati, S., Made Vivi, N. A., Studi Teknik Kimia, P., Teknik, F., Veteran Jawa Timur Jl Raya Rungkut Madya, U., Anyar, G., & Surabaya, K. (2019). PEMBUATAN EDIBLE FILM DARI LABU KUNING DAN KITOSAN DENGAN GLISEROL SEBAGAI PLASTICIZER Making Edible Film From Yellow Pumpkin and Chitosan With Glycerol as Plasticizer. *Juni*, 13(1), 59.
- Witono, K., Surya Irawan, Y., Soenoko, R., & Suryanto, H. (2013). Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Terhadap Morfologi dan Kekuatan Tarik Serat Mendong. Dalam *Jurnal Rekayasa Mesin* (Vol. 4, Nomor 3).
- Yuan, Y., & Lee, T. R. (2013). Contact angle and wetting properties. *Springer Series in Surface Sciences*, 51(1), 3–34. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-34243-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-34243-1_1)
- Zhao, X., Cheng, K., & Liu, D. (2009). Organosolv pretreatment of lignocellulosic biomass for enzymatic hydrolysis. Dalam *Applied Microbiology and Biotechnology* (Vol. 82, Nomor 5, hlm. 815–827). <https://doi.org/10.1007/s00253-009-1883-1>