

## ANALISIS SIFAT MEKANIK PLASTIK *BIODEGRADABLE* PATI BIJI ALPUKAT DAN SELULOSA SEKAM PADI

Ety Jumiati\*, Miftahul Husnah, Sunny Nafisah

Jurusan Fisika FST Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

\*E-mail korespondensi: [etyjumiati87@gmail.com](mailto:etyjumiati87@gmail.com)

### ABSTRACT

*Biodegradable plastics have been investigated using avocado seed starch, rice husk cellulose, chitosan, and glycerol in order to determine the mechanical characteristics of biodegradable plastics. Variations in the composition of avocado seed starch and rice husk cellulose in each sample A (100% : 0%), B (87.5% : 12.5%), C (75% : 25%), D (62.5% : 37.5%), and E (50% : 50%). The process of making biodegradable plastic is carried out using a material mixing process using a magnetic stirrer and a hot plate at a maintained temperature of  $\pm 70^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$  and dried in an oven. Mechanical tests carried out include tensile strength, elongation, and modulus of elasticity tests. The results of the mechanical characterization test for the optimal biodegradable plastic are found in sample E (50% : 50%) with a tensile strength value of 20.6123 MPa and an elastic modulus of 353.7985 MPa which meets the ASTM D882-12 standard.*

**Keywords:** Biodegradable Plastic, Avocado Seed Starch, Rice Husk Cellulose.

### ABSTRAK

*Telah diteliti plastik biodegradable menggunakan bahan pati biji alpukat, selulosa sekam padi, kitosan, dan gliserol yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik mekanik plastik biodegradable. Variasi komposisi pati biji alpukat dan selulosa sekam padi pada setiap sampel A (100% : 0%), B (87,5% : 12,5%), C (75% : 25%), D (62,5% : 37,5%), dan E (50% : 50%). Proses pembuatan plastik biodegradable dilakukan menggunakan proses pencampuran bahan menggunakan magnetic stirrer dan hot plate pada suhu yang dijaga yaitu  $\pm 70^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$  dan dikeringkan dengan oven. Pengujian mekanik yang dilakukan meliputi uji kuat tarik, elongation, modulus elastisitas. Hasil pengujian karakterisasi mekanik plastik biodegradable yang optimal terdapat pada sampel E (50% : 50%) dengan nilai kuat tarik sebesar 20,6123 MPa dan modulus elastisitas sebesar 353,7985 MPa yang memenuhi standar ASTM D882-12.*

**Kata kunci:** Plastik *Biodegradable*, Pati Biji Alpukat, Selulosa Sekam Padi.

Diterima 13-12-2022 | Disetujui 25-01-2023 | Dipublikasi 31-03-2023

### PENDAHULUAN

Saat ini pencemaran lingkungan merupakan salah satu masalah global. Salah satu pencemaran terbesar ialah pencemaran sampah. Indonesia berada pada urutan kedua negara dengan jumlah pencemaran sampah terbesar pada laut. Jumlah populasi pesisir di Indonesia berkisar 187,2 juta dengan sampah yang dihasilkan sebesar 3,22 juta ton, dan diperkirakan 0,48 – 1,29 juta ton mencemari lautan [1]. Plastik yang banyak dipakai saat ini adalah plastik sintetis. Plastik sintetis merupakan plastik yang terbuat dari minyak

bumi dan bersifat kuat, tahan terhadap air tetapi sukar terdegradasi secara alami dan bahan baku terbatas. Sehingga banyak dikembangkan plastik yang terbuat dari bahan alami untuk mendapatkan alternatif lain dari penggunaan plastik sintetis.

Plastik *biodegradable* adalah plastik yang terbuat dari polimer alam yang memiliki sifat mudah terurai dan ramah lingkungan. Plastik *biodegradable* saat ini banyak terbuat dari bahan baku pati yang berasal dari bahan pokok makanan dengan harga jual yang tinggi. Penggunaan bahan limbah lebih efektif sebagai

bahan baku. Plastik *biodegradable* berbasis pati memiliki kekuatan mekanik yang rendah karena pati memiliki struktur yang bercabang dan bersifat hidrofilik. Modifikasi dengan polimer alami lain dapat dilakukan untuk meningkatkan karakteristik dari plastik yang dihasilkan [2].

Selulosa merupakan salah satu polimer alami yang berlimpah sumbernya dan memiliki struktur dinding sel yang kuat. Modifikasi selulosa dan pati membuat sifat mekanis plastik *biodegradable* berbasis pati meningkat karena kemampuan selulosa berikatan antar monomer pada struktur bahan yang akan membentuk ikatan-ikatan yang kuat. Beberapa limbah yang dapat dijadikan sumber selulosa ialah jerami padi, sekam padi, kulit jagung, dan sebagainya. Sekam padi merupakan sampah yang berlimpah dan sedikit pemanfaatannya. Sekam padi memiliki kandungan selulosa 45,57% jumlah ini cukup tinggi untuk menjadi bahan baku dari pembuatan plastik *biodegradable* [3]. Pembuatan plastik *biodegradable* menggunakan pati talas dengan selulosa tandan kosong kelapa sawit yang menghasilkan peningkatan uji kuat tarik. Nilai kuat tarik tertinggi sebesar 46,55 MPa dengan variasi pati : selulosa (0,5 : 0,5) gram dan nilai terendahnya sebesar 2,45 MPa pada variasi pati:selulosa (1 : 0) [4]. Hal ini memperlihatkan bahwa penambahan selulosa bisa meningkatkan karakteristik pada plastik *biodegradable*.

Penelitian ini akan membahas mengenai karakteristik mekanik pada plastik *biodegradable* berbasis pati biji alpukat dan selulosa sekam padi dengan pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tarik, uji *elongation*, dan uji modulus elastisitas dengan perbandingan nilai sesuai ASTM D882-12.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Plastik *Biodegradable*

Plastik *Biodegradable* ialah plastik yang berasal dari polimer alam dengan kemampuan terdegradasi sendiri jika berinteraksi terhadap jamur, alga, bakteri, dan reaksi kimia. *Biodegradable* merupakan penggabungan kata

*bio* yang artinya makhluk hidup, *degrade* yang artinya terurai, dan *able* yang artinya dapat, sehingga plastik *biodegradable* ialah plastik yang dapat diuraikan melalui makhluk hidup. Berkembangnya plastik *biodegradable* diupayakan untuk menyelamatkan alam dari bahaya polusi. Plastik *biodegradable* berasal dari polimer-polimer alami contohnya selulosa, amilum/pati, kolagen, lipid, kasein, dan protein yang diperoleh dari hewan dan tumbuhan.

Bahan plastik *biodegradable* ada yang bersumber dari bahan biomassa dan limbah pertanian. Bahan biomassa merupakan bahan dari limbah pertanian, tinja, dan kotoran ternak. Limbah pertanian organik yang memiliki kandungan pati ialah kulit ubi kayu, biji alpukat, dan biji durian [5].

Faktor yang menghambat pembuatan plastik *biodegradable* tidak banyak dibuat adalah harga bahan yang mahal, dan memiliki sifat fisis dan mekanis yang rendah dari plastik sintetis. Oleh sebab itu penggunaan plastik sintetis (Polietilena (PE), Polipropilena (PP), dan sebagainya) masih banyak digunakan sampai saat ini [6]. Sehingga untuk mendapatkan peningkatan diperlukan modifikasi-modifikasi yang dapat menghasilkan plastik *biodegradable* lebih bagus dari plastik sintetis.

### Pati Biji Alpukat

Biji alpukat ialah biji dengan ukuran besar, memiliki dua bagian pada biji, dan terdapat kulit pada permukaan biji. Biji alpukat berfungsi sebagai tempat cadangan makanan pada tanaman alpukat yang tersusun dari jaringan *parenchyma* yang mengandung butir tepung dan sel-sel minyak [7]. Biji alpukat memiliki senyawa fenolik yang akan mengakibatkan efek *browning* pada permukaan biji alpukat jika berinteraksi dengan oksigen, proses ini terjadi secara enzimatik jika biji alpukat dihancurkan, sehingga diperlukan perendaman biji kedalam larutan natrium metabisulfit untuk menghambat proses terjadinya efek *browning* [8]. Komposisi kandungan pada biji alpukat terlihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kandungan biji alpukat [8].

Komponen	Kadar (%)
Kadar pati	79,45
Kadar amilosa	29,55
Kadar amilopektin	49,9
Kadar air	7,55

Dengan pati yang besar maka biji alpukat berpotensi untuk dijadikan bahan baku untuk pembuatan plastik. Pati ialah penyusun struktur karbohidrat pada tumbuhan. Pati banyak ditemui pada umbi-umbian, akar, biji-bijian, batang tanaman, dan kacang-kacangan. Pati adalah polisakarida yang memiliki rantai panjang yang terdiri dari dua struktur glukosa ialah amilosa dan amilopektin berikatan melalui proses polimerisasi bercabang berbentuk granular [9].

Pati berbentuk butiran dengan diameter 2 – 100  $\mu\text{m}$ . Pati tidak homogen dan terdiri dari dua struktur yaitu amilopektin dan amilosa. Dua struktur ini berbeda didasarkan oleh rantai cabang yang dimilikinya. Amilosa merupakan polimer linear yang memiliki rantai percabangan dengan ikatan  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  4). Amilopektin memiliki rantai percabangan polimer dengan cabang  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  6) dengan  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  4) disepanjang rantai [10].

### Selulosa Sekam Padi

Sekam padi ialah penutup benih tanaman padi yang bertekstur. Sekam padi berfungsi untuk melindungi benih dari faktor luar yang dapat menimbulkan kerusakan. Struktur sekam padi terdiri dari empat bagian yaitu epidermis luar (tekstur kasar, memiliki rambut pada permukaan, dan silica terkonsentrasi), sklerenkim, epidermis bagian dalam (permukaan halus dan tidak berbulu), sel parenkim [11]. Kandungan pada sekam padi terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Komponen sekam padi [3].

Komponen	Kadar (%)
Kadar selulosa	45,57
Kadar lignin	20,47
Kadar abu	19,28
Kadar air	5,75

Kandungan selulosa yang besar, maka sekam padi bisa dijadikan bahan baku plastik *biodegradable*. Selulosa ialah penyusun utama kayu dan serat pada tumbuhan. Selulosa termasuk homopolisakarida dengan struktur lurus dari  $\beta$ -D-glukosa yang artinya memiliki gugus hidroksil dan tersambung dengan  $\beta$  (1  $\rightarrow$  4) [10]. Selulosa terdiri dari dua sumber yaitu kayu dan nonkayu. Contoh bahan bukan kayu adalah biji, serat, residu pertanian, *non-vegetable (bacterial cellulose)*, dan bambu. Selulosa bersumber kayu mempunyai proses panjang untuk mendapatkan selulosa murni, proses itu ialah untuk meluruhkan hemiselulosa dan lignin [12].

### METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen. Bahan penelitian yang digunakan adalah selulosa sekam padi, pati biji alpukat, gliserol, kitosan, asam asetat, larutan NaOH, metanol, asam klorida, aquades, larutan natrium metabisulfit. Alat yang digunakan *hot plate*, *magnetic stirrer*, oven, cetakan, kertas saring, ayakan 40 mesh dan 120 mesh, gelas beaker, UTM RTF 150, DSC-60 Plus Shimadzu. Prosedur penelitian yang dilakukan meliputi preparasi pati biji alpukat, preparasi selulosa sekam padi, pembuatan larutan kitosan, dan pembuatan plastik *biodegradable*.

#### Preparasi Pati Biji Alpukat

Biji alpukat dibersihkan, dikupas, diiris kemudian direndam dengan larutan natrium metabisulfit selama 24 jam. Rendaman dihaluskan, diperas, dan diendapkan selama 12 jam. Hasil endapan dikeringkan didalam oven pada suhu 50°C dengan waktu 6 jam, kemudian diayak dengan ayakan 120 mesh.

#### Preparasi Selulosa Sekam Padi

Sekam padi, dibersihkan dan dikeringkan. Sekam padi dihaluskan lalu diayak dengan ayakan 40 mesh. Hasil ayakan dimaserasi

dengan metanol selama 7 hari, dibersihkan lalu didelignifikasi dengan larutan NaOH 17,5% menggunakan *hot plate* pada suhu 121°C selama 60 menit. Sampel dicuci dengan aquades, lalu dihidrolisis menggunakan asam klorida 5% selama 3 jam. Hasil hidrolisis dicuci dengan aquades lalu dikeringkan didalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam.

### Pembuatan Larutan Kitosan

Dilartukan kitosan 3g didalam larutan asam asetat 1% 150 ml dilarutkan menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer* selama 30 menit.

### Pembuatan Plastik *Biodegradable*

Pada pembuatan plastik *biodegradable* ditimbang 3 gram pati : selulosa sesuai dengan variasi A (100% : 0%), B (87,5% : 12,5%), C (75% : 25%), D (62,5% : 37,5%), dan E (50% : 50%) lalu di larutkan didalam 150 ml asam asetat 1%, dilarutkan menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer* dengan suhu dijaga sebesar  $\pm 70^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit. Setelah itu larutan ditambahkan larutan gliserol 0,75 ml dan larutan kitosan 150 ml dihomogenkan selama 1 jam. Setelah homogen larutan didinginkan didalam desikator lalu dicetak menggunakan cetakan (20 cm  $\times$  20 cm) dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70°C selama 12 jam. Setelah sampel di pisahkan dengan cetaknya sampel siap dianalisis karakterisasinya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Kuat Tarik

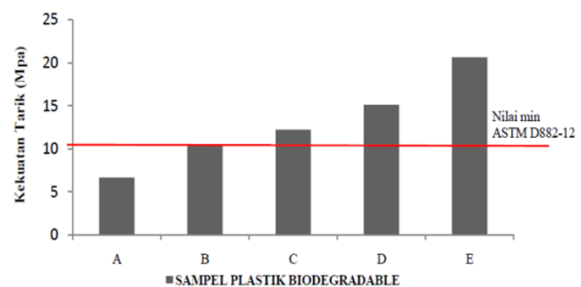
Dari penelitian yang telah dilakukan menghasilkan data pengujian kekuatan tarik yang terlihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa kuat tarik plastik *biodegradable* pada sampel A sebesar 6,66245 MPa, sampel B sebesar 10,4417 MPa, sampel C sebesar 12,2147 MPa, sampel D sebesar 15,1182 MPa, dan sampel E sebesar 20,6123 MPa. Maksimum nilai

pengujian kuat tarik plastik *biodegradable* pati biji alpukat dan selulosa sekam padi terdapat pada Sampel E sebesar 20,6123 MPa pada variasi pati dan selulosa sebesar 50% : 50% dan nilai minimum pengujian kekuatan tarik terdapat pada Sampel A sebesar 6,66245 MPa pada variasi pati dan selulosa sebesar 100% : 0%. Grafik pengujian kuat tarik yang terlihat pada Gambar 1.

**Tabel 3.** Hasil pengujian kuat tarik.

Sampel	$\sigma$ (MPa)	ASTM D882-12 (MPa)
A	6,66245	Min. 10,27 MPa $\approx$ $1,49 \times 10^3$ psi
B	10,4417	
C	12,2147	
D	15,1182	
E	20,6123	



**Gambar 1.** Grafik pengujian kuat tarik.

Pada Gambar 1 terlihat pengaruh penambahan selulosa sekam padi, dimana semakin besar selulosa sekam padi yang diberikan maka semakin besar kuat tarik yang dihasilkan. Peningkatan ini terjadi akibat interaksi pati dengan selulosa yang menghasilkan ikatan hidrogen antar gugus hidroksil disetiap masing-masing bahan [13]. Hal ini sesuai penelitian Wahyudi *et al.* (2020) yang mengatakan bahwa plastik *biodegradable* yang dimodifikasi dengan selulosa dapat meningkatkan karakteristik mekanik pada plastik *biodegradable* [4].

### Pengujian *Elongation*

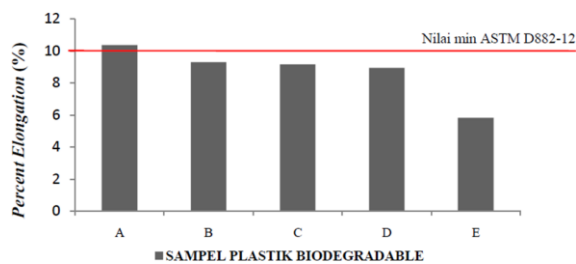
Dari pengujian yang telah dilakukan telah dihasilkan data yang terlihat pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 menunjukkan pengujian *elongation* plastik *biodegradable* pada sampel A bernilai 10,36767%, pada sampel B bernilai

9,292991%, pada sampel C bernilai 9,162609%, pada sampel D bernilai 8,945373%, dan pada sampel E bernilai 5,825983%. Nilai maksimum *elongation* ialah Sampel A dengan nilai sebesar 10,36767% pada variasi pati dan selulosa sebesar 100% : 0% dan nilai minimum ialah Sampel E senilai 5,825983% dengan variasi pati dan selulosa sebesar 50% : 50%. Grafik pengujian *elongation* dapat dilihat pada Gambar 2.

**Tabel 4.** Hasil pengujian *elongation*.

Sampel	%ε (%)	ASTM D882-12 (%)
A	10,36767	Min. 10
B	9,292991	
C	9,162609	
D	8,945373	
E	5,825983	



**Gambar 2.** Grafik data pengujian *elongation*.

Pada Gambar 2 dapat dilihat semakin bertambah komposisi selulosa sekam padi yang digunakan maka semakin menurun nilai *elongation*. Hal ini terjadi akibat struktur pati yaitu amilopektin yang lebih banyak dari amilosa sehingga ruang kosong pada ikatan polimer semakin banyak. *Plasticizer* yang digunakan juga akan membuat interaksi terhadap polimer sehingga ikatan molekul akan melemah. Hal ini sesuai dengan penelitian Wahyudi *et al.* (2020) yang menyatakan *elongation* berbanding terbalik dari nilai kuat tariknya, dengan semakin besar komposisi selulosa maka semakin kecil nilai *elongation*-nya [4].

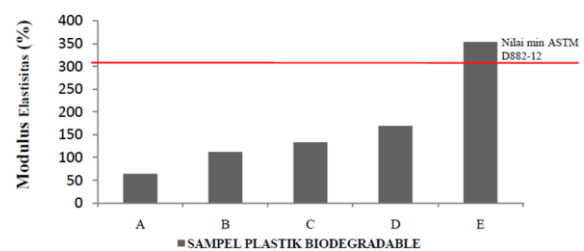
### Pengujian Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas yang dilakukan menghasilkan nilai pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil pengujian modulus elastisitas.

Sampel	γ (MPa)	ASTM D882-12 (MPa)
A	64,26160	Min. 310,275 MPa ≈ 45 × 10 <sup>3</sup> psi
B	113,3609	
C	133,3104	
D	169,0050	
E	353,7985	

Pada Tabel 5 dilihat bahwa pengujian modulus elastisitas pada plastik *biodegradable* menghasilkan nilai sampel A bernilai 64,2616 MPa, sampel B bernilai 112,3609 MPa, sampel C bernilai 133,3104 MPa, sampel D bernilai 169,005 MPa, dan sampel E bernilai 353,7985 MPa. Nilai maksimum pengujian modulus elastisitas ialah sampel E yaitu senilai 353,7985 MPa pada variasi selulosa dan pati ialah 50% : 50% dan nilai minimum ada pada sampel A senilai 64,2618 MPa pada variasi selulosa dan pati sebesar 100% : 0%. Hasil grafik data pengujian modulus elastisitas dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik data pengujian modulus elastisitas.

Pada Gambar 3 terlihat peningkatan nilai modulus elastisitas setiap pertambahan selulosa sekam padi pada sampel. Hal ini menunjukkan bahwa adanya selulosa mempengaruhi nilai modulus elastisitasnya. Peningkatan ini terjadi karena sifat kuat pada selulosa dan selaras dengan pengujian *elongation*, dimana diketahui modulus elastisitas berbanding terbalik dengan nilai modulus elastisitas. Hasil ini sesuai dengan penelitian Wahyudi *et al.* (2020) dengan menghasilkan nilai modulus elastisitas menurun seiring berkurangnya komposisi patinya [4].

### KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa penambahan selulosa

sekam padi dapat meningkatkan kuat tarik dan modulus elastisitas pada plastik *biodegradable*. Dengan variasi komposisi terbaiknya terdapat pada sampel E (50% : 50%) dengan nilai kuat tarik senilai 20,61 MPa sesuai dengan ASTM D882-12, dan modulus elastisitas senilai 353,80 MPa sesuai dengan ASTM D882-12.

## REFERENSI

1. Alfitri, A., Helmi, H., Raharjo, S., & Afrizal, A. (2020). Sampah Plastik sebagai Konsekuensi Modernitas dan Upaya Penanggulangannya. *Jurnal Sosiologi Andalas*, **6**(2), 122–130.
2. Intandiana, S., Dawam, A. H., Denny, Y. R., Septiyanto, R. F., & Affifah, I. (2019). Pengaruh Karakteristik Bioplastik Pati Singkong dan Selulosa Mikrokristalin Terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*, **4**(2), 185–194.
3. Asnani, A., Ratnaningtyas, N. I., & Suhermiyati, S. (2013). Analisis Hasil Delignifikasi Sekam Padi yang Berpotensi sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Prosiding: Pengembangan Sumber Daya Pedesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan III*, **3**, 87–94.
4. Wahyudi, B., Kasafir, M. B., & Hidayat, M. R. (2020). Sintetis dan Karakterisasi Bioplastik Pati Talas dengan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Teknik Kimia UPN*, 1–12.
5. Nur, R. A., Nazir, N., & Taib, G. (2020). Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Durian dan Pati Singkong yang Menggunakan Bahan Pengisi MCC (Microcrystalline cellulose) dari Kulit Kakao. *Gema Agro*, **25**(1), 1–10.
6. Sinaga, Affandi Sunarto. (2020). *Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Pati Dan Serat Batang Kelapa Sawit*. Skripsi, Program Studi Teknologi Hasil Hutan, Universitas Sumatera Utara.
7. Dewi, Aulia Nur Kumala. (2019). *Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Biji Alpukat (Persea americana Mill.) terhadap IL-10 dan Jumlah Bakteri dalam Darah Mencit (Mus musculus) yang Diinfeksi Staphylococcus*. Skripsi, Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
8. Afif, M., Wijayati, N., & Mursiti, S. (2018). Pembuatan dan karakterisasi bioplastik dari pati biji alpukat-kitosan dengan plasticizer sorbitol. *Indonesian Journal of Chemical Science*, **7**(2), 102–109.
9. Warzukni, Inggit Anastasya. (2020). *Pembuatan Dan Karakterisasi Plastik Biodegradable Pati Porang Dan Kitosan Dengan Plasticizer Gliserol*. Skripsi, Program Studi Fisika, Universitas Sumatera Utara.
10. Sumbono, A. (2016). *Biokimia Pangan Dasar*. Yogyakarta: Deepublish.
11. Zou, Y, dkk. (2019). Rice Husk, Rice Husk Ash and Their Applications. *AOCS Press*, 207–246.
12. Sari, Sisi Dira. (2019). *Pembuatan Hidrogel Semi Jaringan Polimer Interpenetrasi Dari Mikrokristalin Selulosa Sekam Padi*. Skripsi, Program Studi Kimia, Universitas Sumatera Utara.
13. Budianto, A., Ayu, D. F., & Johan, V. S. (2019). Pemanfaatan Pati Kulit Ubi Kayu Dan Selulosa Kulit Kacang Tanah Pada Pembuatan Plastik Biodegradable. *Sagu*, **18**(2), 11-18.



Artikel ini menggunakan lisensi  
[Creative Commons Attribution  
 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)