

Analisis Penambahan *Carboxy Methyl Cellulose* Pada Plastik *Biodegradable* Dari Bonggol Pisang

Chairul Amni^{*1}, Ismet², Irmayanti³, Joli Supardi⁴, Miftahurrahmah⁵

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serambi Mekkah, Banda Aceh

³Jurusan Teknik Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Serambi Mekkah, Banda Aceh

⁴Jurusan Teknik Mesin, Universitas Teuku Umar, Meulaboh

⁵Jurusan Teknik Kimia Politeknik ATI, Padang

e-mail: [*chairulamni@gmail.com](mailto:chairulamni@gmail.com)

Abstract

Use flour hump banana as ingredient raw making Plastic biodegradable is wrong one alternative use Plastic banana starch in an effort to reduce rubbish plastic . Banana contain 66% carbohydrates , protein, water and mineral important . For got Plastic biodegradable , added starch together with CMC (carboxy methylcellulose), glycerol and oil lemongrass as anti- bacteria and antioxidants . On study this done study making Plastic biodegradable mixture starch , CMC, glycerol as plasticizer and oil lemongrass with modify CMC, glycerol and oil lemongrass . Study this covers two variable , that is variable permanent and variable variable . Variable permanent covers concentration starch with water 1:5, speed stirring 100 rpm and temperature gelatinization starch 70oC, while variable which includes CMC concentrations include grade (5.5; 6.5 ; and 7.5) % (w/w), lemongrass fragrant concentration oil including (15; 20; and 25) % (w/v), and concentration glycerol including (25; 35; and 45)% (w/v). Study this aim for knowing influence addition of CMC (carboxy methyl cellulose), oil lemongrass and glycerol as plasticizer to nature mechanical , morphological , and biodegradable tests , and activities antioxidant the resulting plastic . Results study this show that Plastic biodegradable own Mark strong pull of 0.210.38 kgf /mm2; Mark elongation Among 16 , 3 - 54.20%; Inspection morphology show that surface Plastic fine and Plastic unraveled perfect inside _ land in 27 days time .

Keywords _ *biodegradable plastic , CMC , Lemongrass Oil, Banana Starch.*

Abstrak

Penggunaan tepung bonggol pisang sebagai bahan baku pembuatan plastik biodegradable merupakan salah satu alternatif penggunaan plastik pati pisang dalam upaya mengurangi sampah plastik. Pisang mengandung 66% karbohidrat, protein, air dan mineral penting. Untuk mendapatkan plastik biodegradable, ditambahkan pati bersama dengan CMC (carboxy methylcellulose), gliserol dan minyak sereh sebagai anti bakteri dan antioksidan. Pada penelitian ini dilakukan penelitian pembuatan plastik biodegradable campuran pati, CMC, gliserol sebagai plasticizer dan minyak sereh dengan memodifikasi CMC, gliserol dan minyak sereh. Penelitian ini mencakup dua variabel, yaitu variabel tetap dan variabel variabel. Variabel tetap meliputi konsentrasi pati dengan air 1:5, kecepatan pengadukan 100 rpm dan suhu gelatinisasi pati 70oC, sedangkan variabel yang meliputi konsentrasi CMC meliputi kadar (5,5; 6 ,5; dan 7,5) % (b/b), sereh wangi konsentrasi minyak termasuk (15; 20; dan 25) % (b/v), dan konsentrasi gliserol termasuk (25; 35; dan 45)% (b/v). Penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui pengaruh penambahan CMC (*carboxy methyl cellulose*), minyak sereh dan gliserol sebagai plasticizer terhadap sifat mekanik, morfologi, dan uji biodegradabilitas, serta aktivitas antioksidan plastik yang dihasilkan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa plastik *biodegradable* memiliki nilai kuat tarik sebesar 0,210,38 kgf/mm²; nilai elongasi antara 16,3-54,20%; Pemeriksaan morfologi menunjukkan bahwa permukaan plastik halus dan plastik terurai sempurna di dalam tanah dalam waktu 27 hari.

Kata kunci— *biodegradable plastik, CMC, Minyak Sereh, Pati Pisang.*

1. PENDAHULUAN

Plastik merupakan bahan pengemas yang populer dan banyak digunakan di seluruh tanah air, merupakan sebagian besar komponen barang kebutuhan pokok, mulai dari peralatan elektronik, peralatan rumah tangga, perabot kantor hingga makanan. Produk plastik dan minuman menggunakan plastik untuk pengemasan karena ringan, kuat, mudah dibentuk dan terjangkau [1]. Tidak hanya di sektor industri, kemasan plastik juga banyak digunakan oleh pengecer, pedagang tradisional dan rumah tangga. Menurut Asosiasi Industri Olefin Plastik dan Aromatik Indonesia (INAPLAS), konsumsi plastik di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 17 kg/kapita/tahun. Sementara penduduk Indonesia pada semester pertama 2017 sekitar 261 juta, jumlah plastik yang digunakan secara nasional mencapai 4,44 juta ton. [2]

Penggunaan plastik yang berlebihan berdampak negatif terhadap kelestarian lingkungan [3] karena sulitnya penguraian, penumpukan sampah plastik menyebabkan pencemaran lingkungan. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan ini masalah sampah plastik di Indonesia sudah mengkhawatirkan. Selain China, Indonesia merupakan negara yang paling banyak membuang sampah plastik ke laut, membuang sampah sembarangan menyumbat saluran air, bahkan menumpuk di muara sehingga menyebabkan banjir. Plastik yang terkubur di dalam tanah juga sulit terurai. Polimer sintetik yang menyusun sebagian besar plastik akan terurai dalam waktu puluhan atau bahkan ratusan tahun. Jika dibakar, plastik akan menghasilkan emisi karbon yang mencemari lingkungan [4] Hal ini menimbulkan masalah besar bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat, sehingga perlu dilakukan penelitian dan dilakukan pemilik teknologi untuk menghasilkan material baru yang dapat dan mudah terurai. tentu saja. Alternatifnya adalah dengan menggunakan plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* adalah plastik yang dapat diuraikan secara alami oleh mikroorganisme. Plastik *biodegradable* dapat dibuat dari berbagai bahan dengan kandungan pati yang relatif tinggi [5]. Untuk itu peneliti disini akan menggunakan bahan baku berpati dari sisa pertanian yaitu bonggol pisang. Selama ini bonggol pisang masih dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sehingga sangat tepat memanfaatkan limbah ini sebagai sumber pati untuk dijadikan bahan pengolahan plastik *biodegradable*. Pemanfaatan pati bonggol pisang sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* merupakan salah satu

alternatif pemanfaatan limbah bonggol pisang dan mengurangi limbah plastik. Bonggol pisang yang mengandung 66% karbohidrat, protein, air dan mineral penting. Selain pati, beberapa bahan lain ditambahkan pada proses pembuatan plastik *biodegradable* untuk menghasilkan plastik berkualitas tinggi seperti *karboksimetilselulosa* (CMC), minyak atsiri dan gliserol sebagai *plasticizer*. *Karboksimetilselulosa* (CMC) adalah salah satu turunan selulosa yang paling umum digunakan dalam produksi *edible film*. CMC adalah bersifat linier, rantai panjang, larut dalam air, polisakarida anionik yang sangat kental dan tidak beracun. CMC memiliki banyak aplikasi sebagai bahan dalam makanan, obat-obatan, perekat, pelumas, pestisida, kain, keramik, semen kertas dan pelapis [6].

Plastik *biodegradable* dengan penambahan senyawa antimikroba antioksidan adalah kemasan yang dapat mengurangi, mencegah atau memperlambat pertumbuhan mikroorganisme patogen dalam kemasan makanan dan bahan kemasan. Bahan antimikroba dan antioksidan yang digunakan dalam aplikasi makanan termasuk minyak esensial, bakteri, enzim, alkohol dan asam lemak. Minyak atsiri dihasilkan dari bagian-bagian tertentu dari jaringan tumbuhan seperti akar, batang, kulit kayu, daun, bunga atau biji, diperoleh dengan cara penyulingan uap [7]. Pada penelitian ini dilakukan penelitian pembuatan plastik *biodegradable* campuran pati, CMC, gliserol sebagai *plasticizer* dan minyak sereh dengan memodifikasi CMC, gliserol dan minyak sereh.

2. METODE PENELITIAN

Bahan utama pada penelitian ini adalah pati bonggol pisang Wak. Selanjutnya pada bahan utama ditambahkan CMC dengan konsentrasi 5,5% (b/b); 6,5% (b/b) dan 7,5 % (b/b), ditambahkan minyak sereh sebagai senyawa antimikroba dan antioksidan dengan konsentrasi 15% b/v, 20% b/v; dan 25% b/v serta ditambahkan gliserol sebagai pemlastis dengan konsentrasi 25% b/v, 35% b/v dan 45% b/v. Pembuatan plastik *biodegradable* dilakukan menggunakan metode blending yaitu dengan mencampurkan semua bahan menjadi satu kedalam erlenmeyer. Campuran tersebut dipanaskan sambil diaduk dengan menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer* hingga suhu (70)°C. Pencetakan dilakukan dengan menuangkan bahan pada cetakan bahan dasar polietilen secara merata dan dikeringkan pada suhu ruang selama 24 jam. Susunan kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Susunan Kombinasi Perlakuan

No	Konsentrasi CMC	Konsentrasi Minyak Sereh	Konsentrasi Penambahan Gliserol		
			G1: 25% b/v	G2: 35% b/v	G3: 45% b/v
1	C1: 5,5 % b/b	S1: 15% b/v	C1S1G1	C1S1G2	C1S1G3
		S2: 20% b/v	C1S2G1	C1S2G2	C1S2G3
		S3: 25gr b/v	C1S3G1	C1S3G1	C1S3G3

2	C2: 6,5 % b/b	S1: 15% b/v	C2S1G1	C2S1G2	C2S1G3
		S2: 20 % b/v	C2S2G1	C2S2G2	C2S2G3
		S3: 25 % b/v	C2S3G1	C1S3G2	C2S3G3
3	C3: 7,5 % b/b	S1: 15% b/v	C3S1G1	C3S1G2	C3S1G3
		S2: 20% b/v	C3S2G1	C3S2G2	C3S2G3
		S3: 25% b/v	C3S3G1	C3S3G2	C3S3G3

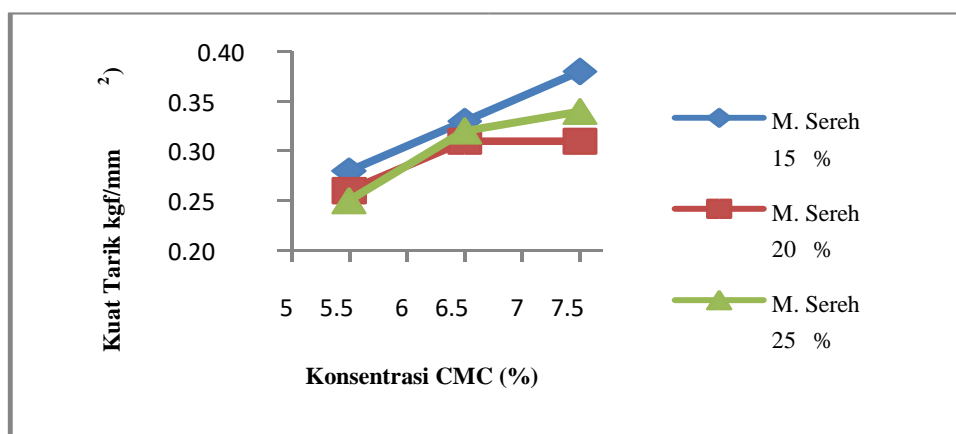
Pembuatan Plastik *Biodegradable* dari Wak Tepung Pisang dimulai dari melarutkan pati pisang pisang dengan 50 ml air suling dalam kaca kimia dan diaduk selama 25 menit. Setelah campuran dihomogenkan, larutan pati dimasukkan ke dalam kaca kimia yang diletakkan di atas kompor listrik. Tujuan penggunaan kompor listrik adalah untuk mempercepat reaksi dengan menaikkan suhu. Kemudian masukkan *magnetic stirrer* ke dalam kaca kimia. Tujuan penggunaan *magnetic stirrer* adalah untuk mencegah pembentukan pati selama pemanasan dan membantu mendistribusikan panas lebih merata. Pati dipanaskan pada suhu 70°C selama 20 menit. Kemudian tambahkan *plasticizer* (gliserol), CMC dan minyak sereh ke pati inti bonggol pisang. Tujuan penambahan gliserol dan CMC adalah untuk memberikan sifat elastis pada pati batang pisang. Ketikamenambahkan gliserol, CMC dan minyak atsiri sereh, perlu untuk mengaduk pati terus menerus selama 15 menit untuk menghindari penggumpalan dan mempercepat homogenisasi campuran antara pati dan gliserol, CMC dan minyak atsiri sereh. Kemudian cangkir dikeluarkan dari kompor listrik. Setelah larutan pati dipindahkan, larutan pati harus diaduk terus menerus pada suhu sekitar 25-30 °C selama 30 menit untuk menjaga konsistensi. Setelah larutan pati terbentuk dan suhu larutan pati normal, larutan dituangkan ke atas lembaran kaca setebal 1 mm dengan selotip di sekeliling tepinya. Tujuan penggunaan selotip adalah untuk mencegah agar larutan pati tidak tumpah ke tepi kaca. Larutan pati harus dituangkan perlahan. Lapisan tipis yang terbentuk pada kaca dimasukkan ke dalam oven pada suhu 70°C dan dibiarkan selama 4 jam hingga mengeras dan kering. Lapisan tipis yang sudah kering dikeluarkan dari kaca dengan cara dibuka perlahandengan pisau silet yang tajam agar dapat dikeluarkan dari kaca tuang. Plastik dipindahkan ke desikator dan disimpan selama 24 jam di tempat yang terhindar dari sinar matahari langsung Plastik *biodegradable* yang dihasilkan diuji sifat mekanik seperti kuat tarik dan *elongasi* dengan menggunakan alat autograph. Uji *biodegradabilitas* bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan oleh plastik *biodegradable* dapat terurai didalam tanah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

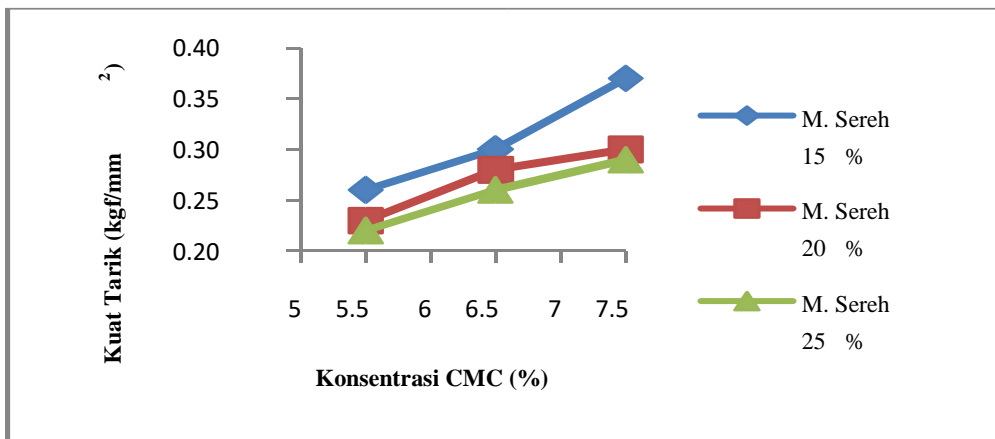
1. Kuat Tarik (*tensile strength*)

Pengujian mekanis yang dilakukan pada plastik *biodegradable* ini meliputi uji tarik dan persentase perpanjangan putus (*elongation at break*). Tes ini dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut Autograph. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan plastik akibat gaya tarik yang diberikan pada plastik. Gambar 3.1, 3.2 dan 3.3. menunjukkan pengaruh konsentrasi CMC dan minyak atsiri sereh wangi dengan penambahan *plasticizer* gliserol 25%, 35% hingga 45% terhadap kekuatan tarik plastik *biodegradable*. Semakin tinggi konsentrasi CMC maka semakin tinggi nilai kuat tariknya. Peningkatan ini disebabkan adanya ikatan hidrogen antara gugus hidroksil (OH) pati dengan gugus hidroksil (OH) dan karboksil (COOH) CMC. Ikatan hidrogen meningkatkan kekuatan material, sehingga penambahan CMC akan meningkatkan kekuatan tarik. Nilai kuat tarik yang dihasilkan ketika ditambahkan gliserol adalah dari 0,25 kgf/cm² hingga 0,38 kgf/cm².

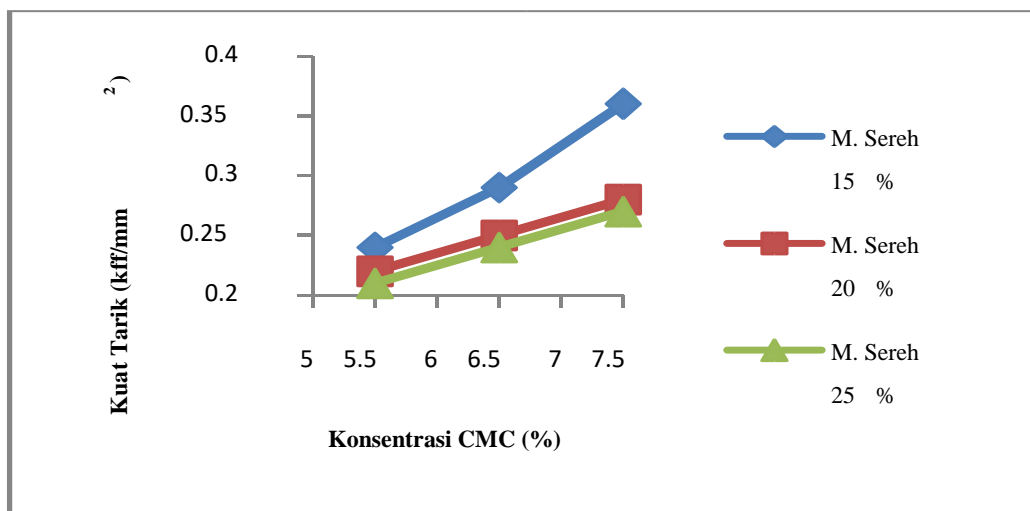
CMC dapat membentuk dispersi koloid dan meningkatkan viskositas sehingga partikel tersuspensi akan tertahan di dalam sistem dan tidak diendapkan oleh gravitasi [8]. CMC dapat mencegah pengendapan protein pada titik isoelektrik dan meningkatkan viskositas, karena adanya pertemuan gugus karboksil CMC dengan gugus protein yang bermuatan positif [9]. Pada konsentrasi 5,5% CMC, dari 6,5% menjadi 7,5% nilai kekuatan tarik plastik meningkat. Namun interpretasi ini tidak berlaku untuk dua sampel pada CMC 7,5% yaitu sampel C3S2G1 dan C3S3G1 karena nilai tarik pada sampel tersebut termasuk dalam nilai tarik. Hal ini dikarenakan proses pencampuran yang heterogen dapat menyebabkan distribusi molekul komponen plastik yang tidak merata, sehingga material yang dihasilkan tidak memiliki daya dukung beban yang lebih baik.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi CMC dan minyak sereh terhadap kuat tarik plastik *biodegradable* dengan penambahan gliserol 25%.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi CMC dan minyak sereh terhadap kuat tarik plastic *biodegradable* dengan penambahan gliserol 35%.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi CMC dan minyak sereh terhadap kuat tarik plastik *biodegradable* dengan penambahan gliserol 45%

Dari ketiga gambar tersebut dapat dilihat pengaruh penambahan minyak atsiri sereh terhadap kekuatan tarik plastik *biodegradable*, semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri sereh yang ditambahkan maka nilai kekuatan tariknya cenderung ke arah bawah. Memang, penambahan senyawa antimikroba dan antioksidan dalam plastik *biodegradable* diketahui mempengaruhi sifat mekanik, kekuatan hambat dan sifat optik dari film yang terbentuk, di mana tingkat pengaruhnya tergantung pada jenis bahan yang terbentuk. Bahan yang diekstraksi dari produk tanaman sering mempengaruhi warna dan kejernihan (*opacity*) plastik *biodegradable* [10].

Konsentrasi minyak atsiri sereh menghasilkan nilai tarik tertinggi ditemukan pada konsentrasi 15%. Pada konsentrasi 15% minyak atsiri sereh, 20% kekuatan tarik plastik

menurun. Namun penjelasan tersebut tidak berlaku untuk dua sampel yang diberi suplementasi minyak atsiri serih wangi 25% yaitu sampel C2S3G1 dan C3S3G1 karena pada konsentrasi tersebut terjadi peningkatan nilai kuat tarik. Hal ini dikarenakan proses pencampuran yang heterogen dapat menyebabkan distribusi minyak atsiri serih yang tidak merata pada komponen plastik, karena minyak atsiri serih bersifat hidrofobik sehingga proses pencampurannya tidak sempurna. Perbandingan ketiga gambar di atas menunjukkan pengaruh penambahan 25% gliserol, 35% *plasticizer* hingga 45% terhadap kekuatan tarik plastik *biodegradable*. Semakin tinggi konsentrasi gliserol, semakin rendah nilai kekuatan tariknya. Hal ini karena peningkatan konsentrasi *plasticizer* akan mengurangi ikatan hidrogen pada film, sehingga meningkatkan fleksibilitas, dengan meningkatnya daktilitas, kekuatan tarik film akan semakin kecil akibatnya film menjadi lebih fleksibel, lebih lembut dan lebih fleksibel ukurannya. Oleh karena itu, kekuatan tarik cenderung menurun [11] menambahkan bahwa peningkatan kadar air dan konsentrasi *plasticizer* higroskopis dapat membuat film lebih polar sehingga film yang dihasilkan memiliki nilai tarik yang rendah.

Perlakuan sampel dengan konsentrasi 7,5% CMC, 15% minyak serih dan 25% gliserol (C3S1G1) memberikan nilai kuat tarik tertinggi sebesar 0,38 kgf/mm². Sedangkan konsentrasi CMC 5,5%, minyak atsiri serih 25% dan gliserol 45% (C1S3G3) menghasilkan nilai tarik terendah 0,21 kgf/mm².

2. Uji Biodegradabilitas

Dalam penelitian ini, pengujian *biodegradabilitas* dilakukan untuk mengetahui berapa lama plastik yang dihasilkan terurai di dalam tanah dengan bantuan mikroorganisme yang secara alami ada di dalam tanah. Perlakuan yang paling lama terdegradasi sempurna di tanah adalah C3S2G3 (CMC 7,5%, minyak serih 20% gliserol 45%), C3S3G1 (CMC 7,5%, minyak serih 25% dan gliserol).25%), C3S3G2 (CMC 7,5%, minyak atsiri serih 25% gliserol 35%) dan C3S3G3 (CMC 7,5%, minyak atsiri serih 25% gliserol 45%). Dari keempat sampel tersebut yang paling lama terurai di dalam tanah karena konsentrasi CMC yang digunakan 7,5 n, konsentrasi minyak atsiri serih wangi 25% yang paling tinggi. Keempat sampel membutuhkan waktu 28 hari untuk terurai sepenuhnya. Hal ini karena plastik *biodegradable* dengan penambahan CMC tertinggi sangat mempengaruhi daya tahan plastik dan minyak atsiri serih bertindak sebagai agen anti bakteri. Semakin banyak CMC yang dicampur, semakin lambat bakteri mendegradasi rantai polimer. Hal ini dikarenakan jumlah CMC yang ditambahkan semakin meningkat, sehingga membutuhkan waktu lebih lama bagi mikroorganisme yang terkandung di dalam tanah untuk memutuskan ikatan-ikatan pada struktur CMC. Sebaliknya, pada kadar CMC dan minyak atsiri serih terendah, pemutusan rantai polimer bakteri di dalam tanah lebih cepat. satu sampel menunjukkan

bahwa permukaan plastik *biodegradable* yang dihasilkan sangat halus, hanya pada citra tiga tingkat perbesaran terbentuk bintik-bintik putih yaitu 100x, 1000x dan 1200x. Perlakuan dengan konsentrasi CMC dan minyak atsiri sereh tertinggi membutuhkan waktu paling lama 27 hari untuk terurai sempurna. Penambahan minyak sereh ke dalam plastik *biodegradable* memberikan hasil positif bahwa semakin tinggi kandungan minyak sereh yang ditambahkan maka semakin lama mikroorganisme tumbuh dan memulai reaksi pencoklatan. Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hasil percobaan sebaiknya ditampilkan dalam berupa grafik atau pun tabel. Untuk grafik dapat mengikuti format untuk diagram dan gambar.

4. KESIMPULAN

Semakin tinggi konsentrasi CMC maka semakin tinggi nilai tarik, sedangkan semakin tinggi konsentrasi gliserol semakin rendah nilai tarik, dan penambahan konsentrasi minyak atsiri sereh juga berpengaruh terhadap nilai tarik yaitu pada saat konsentrasi minyak atsiri sereh yang ditambahkan lebih banyak, kekuatan tarik cenderung meningkat dan menurun pada plastik *biodegradable*. Uji pemanjangan menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi CMC dan minyak atsiri sereh wangi, semakin rendah tingkat pemanjangan plastik *biodegradable*, sedangkan semakin tinggi konsentrasi gliserol yang ditambahkan, semakin tinggi tingkat pemanjangan yang dihasilkan. Analisis morfologi mikroskop elektron pada salah.

5. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya variasi bisa dirubah sehingga menghasilkan plastik *biodegradable* yang lebih optimal.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terimakasih kepada Kemedikbut yang telah memberikan bantuan dana penelitian dengan skim Penelitian Dosen Pemula

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Kimia, F. Matem, and I. Pendahuluan, "Jurnal Natural LASTICS FROM A MIXTURE OF LOW DE BIODEGRADABLE PL POLYETHYLENE (LDPE)) AND CASSAVA STARCH WITH THE AD DDITION OF ACRYLIC ACID Susilawa ti , Irfan Mustafa , Desy Maulina," vol. 11, no. 2, 2011.
 - [2] Fauzi Akbar, Zulisma Anita, and Hamidah Harahap, "Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 2, no. 2, pp. 11–15, 2013, doi: 10.32734/jtk.v2i2.1431.
 - [3] A. Jiménez, M. J. Fabra, P. Talens, and A. Chiralt, "Edible and Biodegradable Starch Films: A Review," *Food Bioprocess Technol.*, vol. 5, no. 6, pp. 2058–2076, 2012, doi: 10.1007/s11947-012-0835-4.
 - [4] Y. Darni and H. Utami, "Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum," *J. Rekayasa Kim. Lingkungan.*, vol. 7, no. 2, pp. 1–1, 2009.
 - [5] S. K. Wirawan, A. Prasetya, and E. Ernie, "Pengaruh Plasticizer Pada Karakteristik Edible Film Dari Pektin," *Reaktor*, vol. 14, no. 1, pp. 61–67, 2012, doi: 10.14710/reaktor.14.1.61-67.
 - [6] A. Wijayani, K. Ummah, and S. Tjahjani, "CHARACTERIZATION OF CARBOXY METHYL CELLULOSE (CMC) FROM *Eichornia crassipes* (Mart) Solms," *Indones. J. Chem.*, vol. 5, no. 3, pp. 228–231, 2010, doi: 10.22146/ijc.21795.
 - [7] D. Pati and K. Pisang, "3 ; 2 ;," pp. 69–81.
 - [8] B. D. A. dan M. B. H. A. W., Utomo, "KARAKTERISTIK FISIKOKIMIAWI PLASTIK BIODEGRADABLE DARI KOMPOSIT PATI LIDAH BUAYA (ALOE VERA) - KITOSAN Effect of Temperature and Drying Duration toward Psychochemical Characteristic of Biodegradable Plastic from Starch Composite of," *J. Bioproses Komod. Trop.*, vol. 1, no. 1, 2013.
 - [9] B. A. Harsojuwono, "PENENTUAN FORMULA KOMPOSIT PLASTIK BIODEGRADABLE GLUKOMANAN DARI UMBI PORANG (*Amorphophallus muelleri* B) DITINJAU DARI KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIS," 2011.
 - [10] F. Firdaus and C. Anwar, "Potensi Limbah Padat-cair Industri Tepung Tapioka sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradabel," *Logika*, vol. 1, no. 2, pp. 38–44, 2004, doi: 10.20885/logika.vol1.iss2.art4.
 - [11] P. Ir, N. Hendrianie, M. T. Ir, S. Rachmania, and M. Eng, "Pada Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Pati Limbah Kulit Singkong," no. 2305100060, 2008.
-