Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem
Vol. 6 No. 1, April 2018, 90-99

PENGARUH KONSENTRASI CMC DAN SUHU PENGERINGAN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN SIFAT DEGRADASI PADA PLASTIK *BIODEGRADABLE* BERBASIS TEPUNG JAGUNG

Sobirin Nurfauzi*, Sandra Malin Sutan, Bambang Dwi Argo, Gunomo Djoyowasito

Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145
*Penulis Korespondensi, Email: sobirinnurfauzi@gmail.com

ABSTRAK

Meningkatnya jumlah sampah kantong plastik di Indonesia mengharuskan produsen makanan beralih ke plastik yang lebih ramah lingkungan seperti bioplastik. Bioplastik merupakan salah satu jenis plastik yang terbuat dari polisakarida yang berasal dari tumbuhan seperti selulosa dan pati. Salah satunya adalah pati jagung yang memiliki kandungan amilosa cukup tinggi dan mudah terurai di alam. Pada penelitian ini digunakan tepung jagung sebagai bahan baku pembuatan film plastik biodegradable. Terdapat dua faktor perlakuan yaitu konsentrasi penambahan CMC dan suhu pengeringan. Setiap perlakuan terdiri dari 3 taraf yaitu 0,5% (b/v) 1% (b/v), dan 1,5% (b/v) serta suhu pengeringan yaitu 50°C, 70°C dan 90°C yang dikeringkan selama 3 jam. Untuk memperbaiki fleksibilitas plastik ditambahkan gliserol sebesar 2% (v/v). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi cmc dan suhu pengeringan terhadap sifat mekanik dan sifat biodegradasi, serta melakukan pengujian fisik seperti pengukuran densitas dan uji ketahanan plastik terhadap air melalui uji penggembungan. Adapun hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan akan menurunkan nilai kuat tarik dan persen pemanjangan. Banyaknya konsentrasi cmc akan meningkatkan nilai kuat tarik dan menurunkan persen pemanjangan. Film plastik akan semakin cepat terdegradasi dengan semakin banyak konsentrasi cmc dan semakin tinggi suhu pengeringan akan semakin lama terdegradasi. Perlakuan terbaik pada konsentrasi CMC 1% dan suhu pengeringan 70°C.
Kata kunci: Biodegradasi, CMC, Kuat Tarik, Suhu Pengeringan

CMC Concentration And Drying Temperature Effect On Mechanical Properties And Degradation Properties Of Biodegradable Plastics Based On Cornstarch

ABSTRACT

The increasing amount of garbage plastic bags in Indonesia require food manufacturers to switch to a more environmentally friendly plastics such as bioplastics. Bioplastics is one type of plastic made from plant-derived polysaccharides such as cellulose and starch. One of them is corn starch which has a relatively high amylose content and easily decompose in nature. In this study used corn starch as raw material for biodegradable plastic film. There are two treatment factors namely addition of CMC concentration and drying temperature. Each treatment consists of three levels ie 0.5% (w / v) 1% (w / v), and 1.5% (w / v) and the drying temperature is 50°C, 70°C and 90°C dried for 3 hours. To improve the flexibility of the plastic is added glycerol at

2% (v / v). The purpose of this study was to determine the effect of concentration cmc and drying temperature on mechanical properties and biodegradation properties, and perform physical testing such as density measurements and testing plastic resistance to water through swelling test. The results of this study showed that the higher the drying temperature will decrease the value of tensile strength and percent elongation. Cmc much concentration will increase the value of tensile strength and lower percent elongation. Plastic film will be more quickly degraded with more concentration cmc and the higher the drying temperature will be longer relegated. The best treatment at a concentration of 1% CMC and drying temperature 70°C.
Key words: Biodegradation, CMC, Tensile Strength, Temperature Drying

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah populasi penduduk mengharuskan para pelaku industri untuk mengoptimalkan pengolahan sumber daya alam terutama disektor pertanian dan perkebunan. Salah satunya adalah peningkatan bibit-bibit tanaman unggul dengan melakukan persemaian. Proses persemaian biasanya dilakukan pada tahap awal pertumbuhan tanaman dan seringkali menggunakan media tanam berupa polybag sebelum dipindahkan ke area pertumbuhan yang lebih luas. Namun polybag atau kantong tanam yang sering dijumpai adalah kantong tanam plastik yang terbuat dari bahan kimia atau sintetik dan langsung ditanam pada saat dipindahkan ke lahan perkembangbiakan. Penggunaan bahan kimia ini sangat tidak baik karena sifatnya yang tidak mudah terdegradasi oleh lingkungan secara cepat serta dapat meningkatkan jumlah limbah plastik di masyarakat terutama pada lahan-lahan produktif.

Teknologi plastik biodegradable adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk keluar dari permasalahan penggunaan kantong tanam yang non degradable (polybag). Bahan pembuatan plastik biodegradable bersifat ramah lingkungan. Biodegradable plastic dapat terbuat dari polisakarida yang berasal dari tumbuhan seperti selulosa, pati, dan agar-agar. Tepung Jagung merupakan salah satu jenis pati yang mudah terurai di alam. Pati digunakan karena merupakan bahan yang dapat terdegradasi di alam menjadi senyawa-senyawa yang ramah lingkungan.

Beberapa penelitian tentang sintesis plastik biodegradable telah dilakukan menggunakan bahan dasar pati, namun plastik biodegradable yang dihasilkan memiliki kelemahan diantaranya memiliki sifat fisik yang rendah (kekuatan tarik dan elastisitas), sehingga diperlukan adanya bahan tambahan untuk meningkatkan sifat fisik plastik tersebut. Untuk mengatasi sifat kaku dari plastik biodegradable, digunakan gliserol sebagai plasticizer agar plastik yang dihasilkan lebih elastis sedangkan untuk meningkatkan kekuatan tarik digunakan turunan selulosa yaitu CMC. Selain itu dalam pengeringan plastik biodegadrable seringkali kurang optimal karena suhu yang terlalu tinggi dapat merusak struktur permukaan dari plastik biodegradable sehingga akan menurunkan kekuatan tarik dan elastisitasnya.

Dalam penelitian ini digunakan CMC sebagai pengental yang meningkatkan kuat tarik pada plastik biodegradable dari tepung maizena dan perlakuan suhu pengeringan untuk mempertahankan kualitas kuat tarik dari plastik biodegradable. Setelah itu dilakukan pengujian ketahanan terhadap air, densitas film plastik dan laju biodegradasi plastik terhadap mikroorganisme dengan menggunakan larutan EM4. Diharapkan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan CMC dan suhu pengeringan yang optimum agar dihasilkan kualitas plastik biodegradable yang baik.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi oven, timbangan analitis, gelas ukur, Hot Plate and Magnetic Stirrer, penggaris, plat kaca 10 cm x 15 cm, *beaker glass*,

termometer, pengaduk, pinset, cawan petri, *Universal Testing Machine*, tabung ukur, dan mikrometer sekrup. Bahan yang digunakan meliputi tepung jagung, gliserol, CMC, aquades, EM4, dan tanah.

Metode Penelitian

1. Tahap Pembuatan

Proses pembuatan plastik *biodegradabel* terdiri dari beberapa tahapan yaitu preparasi larutan tepung tergelatinisasi, pencampuran dan pemanasan, serta pencetakan. Tepung jagung yang telah lolos 100 mesh ditimbang sebanyak 7 gram. Tepung jagung tersebut kemudian dilarutkan dalam 100 ml aquades ke dalam gelas beaker. Kemudian diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer sambil dipanaskan sampai suhu 70ºC dengan hot plate dan ditunggu selama ±20 menit sampai larutan berubah menjadi agak bening. Setelah homogen tambahkan CMC sesuai perlakuan ke dalam gelas beaker yang berisi larutan tepung jagung tergelatinisasi sambil diaduk dengan pengaduk pada suhu 70ºC. Adonan diaduk sampai cmc larut dan tercampur sempurna. Kemudian tambahkan gliserol sebanyak 2%(v/v) ke dalam adonan, diaduk dan dipanaskan sampai suhu mencapai 85ºC±2ºC selama 10 menit.

Setelah adonan tercampur sempurna, kemudian didinginkan dengan cara didiamkan sambil diangin-anginkan selama ±40 menit untuk menghilangkan gelembung udara. Adonan yang telah didiamkan lalu dicetak pada plat kaca berukuran 10 cm x 15 cm. Kemudian dikeringkan sesuai perlakuan suhu 50ºC, 70ºC dan 90ºC selama 3 jam. Setelah film plastik kering, lembaran plastik didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang agar plastik mudah dilepaskan dari plat kaca.

2. Pengujian Sampel

a. Densitas

Kerapatan ini diukur dengan menggunakan alat sederhana, yaitu timbangan mettler, mikrometer sekrup, gunting dan penggaris. Pengukuran kerapatan ini dimulai dengan memotong beberapa sampel dengan ukuran seragam masing – masing dengan panjang 2 cm dan lebar 1 cm. Kemudian menimbang potongan sampel tersebut dengan menggunakan timbangan digital. Potongan sampel juga diukur tinggi atau tebalnya dengan menggunakan jangka sorong digital, kemudian melakukan perhitungan volume dari potongan volume dan nilai kerapatan atau densitasnya dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dimana, m adalah massa (gram), v adalah volume (cm3), dan ρ adalah kerapatan (gram/cm3)

b. Ketahanan Air

Uji ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui prosentase penambahan berat polimer setelah mengalami penggembungan. Alat yang digunakan dalam pengujian ini yaitu timbangan digital dan beberapa alat pendukung yaitu seperti gunting, penggaris, pinset dan gelas kimia.

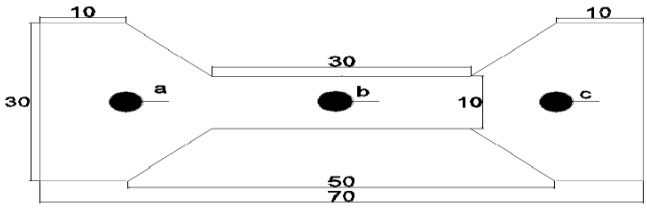
Prosedur uji ketahanan air pada sampel film plastik adalah sebagai berikut: berat awal sampel yang akan diuji ditimbang (Wo). Lalu Isi suatu gelas kimia dengan air aquades. Letakkan sampel plastik ke dalam wadah tersebut. Setelah 10 detik angkat dari dalam wadah berisi aquades, timbang berat sampel (W) yang telah direndam dalam wadah. Rendam kembali sampel ke dalam wadah tersebut, angkat sampel tiap 10 detik, timbang berat sampel. Lakukan hal yang sama hingga diperoleh berat akhir sampel yang konstan dan menghitung presentase air yang diserap film plastik tersebut dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Air yang diserap } \% = \frac{w - wo}{wo} 100\%$$

Dimana, w0 adalah berat sampel sebelum dicelupkan air dan w adalah berat sampel setelah dicelupkan air.

c. Sifat Mekanik

Sifat mekanik yang diuji meliputi kekuatan tarik dan persen pemanjangan. Penentuan sifat mekanik meliputi uji kuat putus (strength at break), perpanjangan saat putus (elongation at break), dan Modulus Young. Material yang akan diuji sebelumnya harus dipotong dalam bentuk dumbble seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penambah bentuk dumbble

Pengujian sifat mekanik dilakukan menggunakan alat UTM (Universal Testing Machine) atau yang sering disebut tensile strenght. Alat UTM terlebih dahulu dikondisikan pada beban 100kgf dengan kecepatan 50 mm/menit, kemudian spesimen ditarik ke atas. Spesimen diamati sampai putus, lalu dicatat maksimum (F maks) dan regangannya. Data pengukuran tegangan dan regangan sering disebut sebagai kuat tarik dan kemuluran. Nilai kuat tarik dan persen pemanjangan dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

- Kuat Tarik

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

keterangan :
σ = kuat putus bahan
F = beban pada saat putus (N)
A = luas penampang (m2)

- Perpanjangan Saat Putus

$$\varepsilon = \frac{Lt - Lo}{Lo} \; x \; 100\%$$

keterangan :
ε = perpanjangan saat putus (%)
Lt = panjang pada saat putus
Lo = panjang mula-mula

d. Biodegradasi

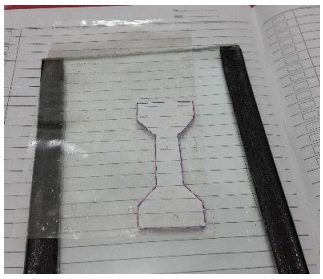
Uji biodegradabilitas dilakukan menggunakan metode soil borial test, biofilm dipotong dengan ukuran 2,5 x 4 cm, kemudian ditimbang massanya sebagai massa awal pada hari ke-0. Siapkan tanah 1 kg dengan ditambahkan bakteri EM4 sebanyak 10%(v/b) dan dimasukkan ke masing-masing wadah. Setelah itu, tanah dimasukkan kedalam gelas plastik sebanyak 9 sampel dan mengubur sampe plastik di dalamnya. Melakukan pengamatan kenampakan fisik dan penurunan massa dengan menimbang massa sampel plastik tiap 2 hari sekali selama 10 hari. Parameter fisik yang diamati yaitu perubahan warna akibat aktivitas mikroorganisme dan keadaan tanah seperti kelembapan tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Plastik Biodegradable Pati – CMC

Secara keseluruhan plastik yang dihasilkan dari berbagai perlakuan bersifat tidak rapuh karena ditambahkan gliserol yang berfungsi untuk menurunkan gaya intermolekul dan meningkatkan fleksibilitas film serta melemahkan ikatan hidrogen rantai polimer, berwarna jernih, permukaannya halus, transparan, sedikit lembab, lengket dan mudah menempel jika

bersentuhan dengan benda lain. Sifat lembab dan lengket ini disebabkan oleh sifat dari cmc yang mudah menyerap uap di sekitar.



Gambar 2. Plastik *Biodegradable* Pati – CMC

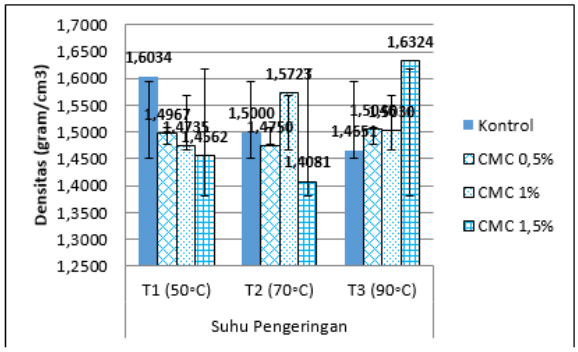
2. Densitas Plastik *Biodegradable*

Densitas atau kerapatan dapat didefinisikan sebagai berat per satuan volume bahan, dimana volume bahan diperoleh dari menghitung panjang, lebar, dan tebal film plastik biodegradable. Ketebalan film plastik biodegradable ditunjukkan pada **Tabel 1.**

Tabel 1. Ketebalan Plastik *Biodegradable*

Perlakuan	Ulangan			Ketebalan (mm)
	U1	U2	U3	
CMC 0,5% ; Suhu 50ºC	0,13	0,08	0,10	0,10
CMC 0,5% ; Suhu 70ºC	0,15	0,11	0,11	0,12
CMC 0,5% ; Suhu 90ºC	0,14	0,14	0,11	0,13
CMC 1% ; Suhu 50ºC	0,12	0,14	0,10	0,12
CMC 1% ; Suhu 70ºC	0,10	0,14	0,11	0,12
CMC 1% ; Suhu 90ºC	0,10	0,14	0,08	0,11
CMC 1,5% ; Suhu 50ºC	0,18	0,16	0,13	0,16
CMC 1,5% ; Suhu 70ºC	0,15	0,13	0,12	0,14
CMC 1,5% ; Suhu 90ºC	0,18	0,11	0,13	0,14

Dari hasil pengukuran ketebalan pada Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa ketebalan rata-rata terbesar berada pada perlakuan dengan konsentrasi cmc 1,5% berkisar 0,14 mm sampai 0,16 mm dan ketebalan rata-rata terkecil berada pada perlakuan dengan konsentrasi 0,5% berkisar 0,10 mm sampai 0,13 mm. Semakin besar konsentrasi cmc yang diberikan maka akan meningkatkan ketebalan plastik biodegradable. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat dari cmc itu sendiri yaitu dapat meningkatkan viskositas suatu bahan. Fungsi CMC disini adalah sebagai pengental, penstabil emulsi atau suspensi dan bahan pengikat (Wijayani et al., 2005).

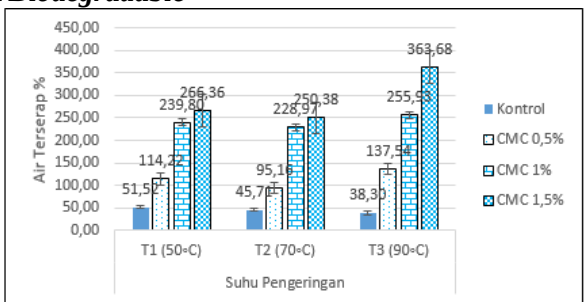


Gambar 3. Densitas Plastik *Biodegradable*

Gambar 3. menunjukkan bahwa peningkatan densitas plastik biodegradable terjadi perbedaan densitas pada setiap perlakuan. Pada perlakuan penambahan cmc dihasilkan densitas tertinggi pada konsentrasi 1,5% (C3) sebesar 1,6324 gram/cm3 sedangkan untuk perlakuan suhu pengeringan dihasilkan densitas tertinggi rata-rata pada suhu 90°C. Peningkatan yang terjadi pada perlakuan CMC 1% dengan suhu pengeringan 90°C dapat disebabkan karena volume yang dihasilkan kecil dan memiliki bobot besar sehingga densitas berbanding terbalik dengan volume bahan. Namun berbeda pada perlakuan tanpa tambahan cmc menunjukkan hasil densitas yang

semakin menurun seiring dengan peningkatan suhu pengeringan dimana hasil densitas tertinggi pada suhu 50°C sebesar 1,6034 gram/cm3. Hal ini dapat disebebabkan karena tanpa penambahana cmc adonan plastik memiliki kekentalan yang lebih rendah dibandingkan dengan penambahan cmc.

3. Ketahanan Air Plastik *Biodegradable*



Gambar 4. Ketahanan Air Plastik

Pada **Gambar 4.** dapat diketahui bahwa konsentrasi cmc berpengaruh terhadap tingginya air yang diserap oleh plastik. Dimana hasil daya serap air tertinggi pada konsentrasi cmc 1,5% dan terkecil pada konsentrasi cmc 0,5%, semakin tinggi konsentrasi cmc maka daya serap air semakin tinggi karena sifat dari cmc adalah hidrofilik ditambah dengan tingginya suhu pengeringan akan meningkatan sifat hidrofilik dari plastik yang dihasilkan. Hal ini dapat terjadi karena selama proses pengeringan berlangsung menyebabkan kandungan air dalam plastik menguap dan meningkatkan sifat hidrofilik (suka air) sehingga ketika diberi perlakuan dengan media kelembapan tinggi akan menyebabkan plastik lebih banyak menyerap air sebagai upaya untuk mencapai kesetimbangan tekanan air bahan dan lingkungan (Utomo, A. W., Bambang D., A., Mochamad Bagus H., 2013). Penelitian ini sejalan dengan yang dilakukan Hidayat, M. K., dkk (2013) dimana plastik biodegradable yang dihasilkan memiliki sifat hidrofil karena cenderung menyerap uap air di sekitar plastik, akibatnya plastik mempunyai tingkat kelembaban yang tinggi.

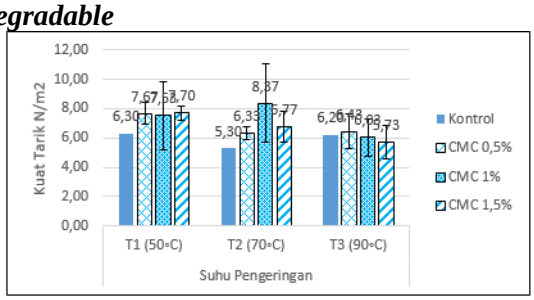
Data yang diperoleh juga dilakukan analisis sidik ragam, dimana dari hasil perhitungan menunjukkan berbeda sangat nyata pada perhitungan sidik ragam suhu pengeringan diperoleh Fhitung (14,4180) lebih besar dari Ftabel 5% (3,63) dan Ftabel 1% (6,23). Selanjutnya dilakukan uji lanjut BNT 1% dan 5% menunjukkan bahwa perlakuan terbaik berada pada suhu pengeringan 70°C dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Uji Lanjut BNT 5%

Tabel BNT 5%

Perlakuan	Rata2	Notasi
T3	6,0667	a
T2	7,1556	a
T1	7,6333	b

4. Kuat Tarik Plastik *Biodegradable*



Gambar 5 Kuat Tarik Plastik

Dari grafik kuat tarik yang dihasilkan pada **Gambar 3.4** dapat diketahui bahwa nilai kuat tarik meningkat pada konsentrasi 1 % dan 1,5%, dimana nilai kuat tarik tertinggi pada

konsentrasi cmc 1,5% dan suhu 50°C serta nilai kuat tarik tertinggi pada konsentrasi 1% pada suhu 70°C. Hal ini berarti bahwa konsentrasi cmc 1% bereaksi dengan baik pada suhu 70°C, dimana seperti yang diketahui suhu 70°C berada diantara suhu 50°C dan 90°C yang artinya pada suhu ini tidak terlalu panas dan tidak terlalu dingin sehingga tidak merusak struktur kimia dari plastik. Sedangkan pada perlakuan suhu 90°C pada setiap perlakuan konsentrasi cmc menunjukkan adanya penurunan nilai kuat tarik seiring meningkatnya penambahan konsentrasi cmc pada proses pembuatannya.

Penyebab perbedaan ini adalah penguapan yang terjadi semakin sedikit pada cmc pada suhu rendah sehingga akan semakin sedikit campuran pati-cmc rusak dan gliserol yang menguap. Sedangkan pada suhu tinggi semakin banyak campuran pati-cmc rusak dan gliserol yang menguap sehingga akan mempengaruhi kuat tarik yang dihasilkan. Selain itu penggunaan suhu pengeringan tinggi dapat merusak ikatan kimia dari film plastik biodegradable. Penelitian sama dengan Utomo, A. W., dkk (2013) yang dalam penelitiannya menyatakan bahwa suhu dan waktu pengeringan akan mengubah sifat fisik yang menyebabkan pati tergelatinisasi dan sel-selnya mengalami pecah struktur membentuk lapisan yang lebih tipis dan lebih luas. Rodriguez dkk., (2006) menambahkan bahwa edible film yang mengandung gliserol dan ditambahkan surfaktan (CMC) secara signifikan dapat menurunkan kuat tekan edible film.

Data yang diperoleh juga dilakukan analisis sidik ragam, dimana dari hasil perhitungan menunjukkan berbeda nyata pada perlakuan suhu pengeringan diperoleh Fhitung (3,8869) lebih besar dari Ftabel 5% (3,63) dan lebih kecil dari Ftabel 1% (6,23). Selanjutnya dilakukan uji lanjut BNT 1% dan 5% menunjukkan bahwa perlakuan terbaik berada pada suhu pengeringan 70°C dapat dilihat pada **Tabel 3.**

Tabel 3. Uji Lanjut BNT 1% dan 5%

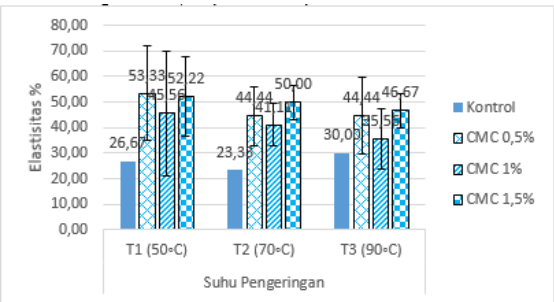
Tabel BNT 5%

Perlakuan	Rata2	Notasi
T1	115,640	a
T2	241,568	b
T3	293,470	b

Tabel BNT 1 %

Perlakuan	Rata2	Notasi
T1	115,640	a
T2	241,568	b
T3	293,470	b

5. Persen Pemanjangan



Gambar 6. Persen Pemanjangan Plastik

Pada Gambar di atas terlihat bahwa nilai persen pemanjangan semakin menurun dengan semakin tinggi suhu pengeringan, hal ini disebabkan oleh banyaknya gliserol yang menguap seiring peningkatan suhu pengeringan sehingga gaya interaksi intermolekulnya semakin kecil. Kecilnya gaya interaksi molekul ini akan membuat susunan kimia dari plastik semakin rapat sehingga plastik mudah sobek jika diberikan beban. Selain itu gugus OH pada cmc akan lebih mudah berikatan dengan gugus OH pada pati yang memungkinkan akan semakin rapat seiring peningkatan konsentrasi cmc dan meningkatkan nilai kuat tariknya namun akan menurunkan nilai persen pemanjangan karena hanya terdapat sedikit ruang kosong pada susunan kimia plastik. Terlihat dari penurunan yang terjadi pada peningkatan suhu pengeringan, dimana nilai

persen pemanjangan terbesar berada pada suhu pengeringan 50°C dengan masing-masing konsentrasi cmc yang ditambahkan. Selain itu pencampuran yang kurang homogen dan tidak merata pada saat pencampuran dan pemanasan serta pencetakan juga merupakan faktor lain yang mempengaruhi persen pemanjangan karena akan menurunkan tingkat homogenitas, keseragaman dan pendistribusian partikel pada saat proses pembuatannya. Menurut Hidayat, dkk (2013) proses pencampuran yang tidak homogen dapat menyebabkan distribusi molekul komponen penyusun plastik tidak merata, sehingga material yang yang dihasilkan tidak memiliki ketahanan yang lebih bagus terhadap pemberian beban. Krochta dan Jhonston (1997) dalam Rachmawati (2009), menambahkan persentase elongasi edible film dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan jelek jika nilainya kurang dari 10%. Hasil penelitian menunjukan bahwa film plastik biodegradable yang dihasilkan cukup baik dengan nilai persen pemanjangan diatas 10%.

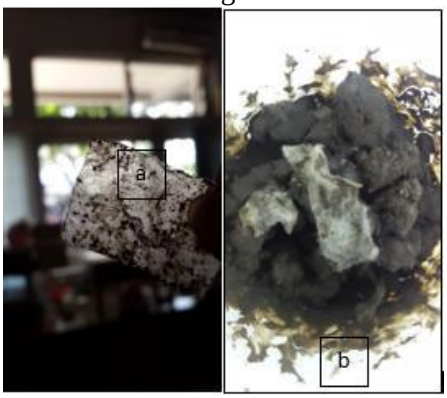
6. Biodegradasi Plastik *Biodegradable*

Degradasi adalah penyederhanaan sebagian atau penghancuran seluruh atau sebagian struktur molekul senyawa oleh reaksi-reaksi fisiologis yang dikatalis oleh mikroorganisme. Pada hari ke-0 kondisi plastik bening, bersih, kuat, kokoh. Pada hari ke-2 plastik mengalami peningkatan massa yang diakibatkan oleh air yang terkandung dalam tanah sebagai respon plastik mulai bereaksi terhadap media pengujian. Kondisi fisik pada plastik yaitu mulai mengalami keratakan di beberapa bagian permukaan, teksturnya mulia lembek karena lembab, dan sedikit berwarna keputihan di beberapa permukaan, dapat dilihat pada **gambar 7**.

Pada hari ke-4 plastik lebih mengalami peningkatan massa dari hari sebelumnya, hal ini diakibatkan karena plastik masih menyerap air yang terkandung dalam tanah. Kondisi fisik pada plastik yaitu lebih lembab ditandai dengan peningkatan massa, beberapa bagian plastik mulai terpisah satu sama lain, dan lebih lembek. Peningkatan massa yang tidak seragam dapat disebabkan oleh penyerapan air plastik tidak seragam karena memiliki perbedaan ketebalan, selain itu juga dapat disebabkan oleh penguapan air dalam tanah yang tidak merata karena media tanah ditempatkan dalam ruangan sehingga hasil penguapannya tidak begitu sama.

Pada hari ke-6 plastik mengalami penurunan massa, permukaan mulai sedikit berserat akibat pertumbuhan jamur pada plastik, permukaan sedikit kering karena plastik sudah tidak terlalu menyerap air akibat kondisi tanah sudah mengering dan plastik menjadi lebih transparan, dapat dilihat pada Gambar 4.9. Permukaan berserat ini menunjukkan bahwa struktur plastik mulai dirusak oleh pertumbuhan jamur yang ada di dalam tanah.

Pada hari ke-8 kondisi plastik hampir sama persis dengan hari ke-6 yaitu permukaam sedikit berserat akibat pertumbuhan jamur pada plastik yang merusak struktur permukaannya, permukaan plastik lebih kering karena lebih sedikit menyerap uap air yang ada di lingkungan serta sudah tidak ada air pada tanahnya. Namun plastik mengalami penurunan massa dari hari sebelumnya, lebih berjamur, lebih rapuh dan lebih transparan akibat pertumbuhan mikroorganisme yang semakin hari semakin meningkat.



Gambar 7. Pertumbuhan Mikroba

Pada hari ke-10 plastik mengalami penurunan massa dari hasi sebelumnya dan plastik tampak lebih kering, hal disebabkan plastik sudah tidak menyerap air karena tanah yang sudah mengalami kekeringan. Dengan berkurangnya kandungan air, massa dari plastik ikut berkurang namun tidak terlalu signifikan, dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Dari **Tabel 4** dapat diketahui bahwa semakin besar konsentrasi cmc maka degradasi meningkat drastis lalu mengalami degradasi yang cukup kecil setelah hari berikutnya, ini terjadi pada konsentrasi cmc paling besar. Hal ini bisa saja disebabkan dengan semakin banyaknya cmc plastik akan lebih cepat bereaksi pada kondisi lingkungan tanah. Sedangkan pada konsentrasi cmc 0,5 atau C1 mengalami degradasi yang relatif stabil. Secara keseluruhan pada setiap perlakuan, plastik biodegradable mengalami degradasi pada tanah yang disebabkan oleh mikroorganisme dan kondisi tanah yang mendukung seperti pH, suhu dan kelembapan tanah.

Tabel 4 Penurunan Massa Plastik

Perlakuan	Massa Hari ke-					
	0	2	4	6	8	10
C1T1	0,139	0,133	0,165	0,146	0,135	0,133
C1T2	0,171	0,169	0,209	0,162	0,154	0,133
C1T3	0,174	0,159	0,193	0,013	0,013	0,013
C2T1	0,131	0,134	0,205	0,145	0,121	0,103
C2T2	0,139	0,140	0,156	0,000	0,000	0,000
C2T3	0,163	0,180	0,205	0,108	0,171	0,165
C3T1	0,180	0,174	0,226	0,164	0,153	0,149
C3T2	0,237	0,240	0,218	0,192	0,185	0,184
C3T3	0,211	0,207	0,248	0,183	0,178	0,171

Namun pada hari ke 4 untuk semua sampel plastik mengalami kenaikan massa dari hari sebelumnya, hal ini dapat disebabkan karena kondisi tanah yang masih lembab sehingga plastik masih dapat menyerap air di dalam tanah selain itu kelembapan udara juga mempengaruhi kenaikan massa dari plastik. Pada hasil pengujian soil burial test perlakuan yang paling cepat terdegradasi adalah perlakuan konsentrasi 1% pada suhu 70°C yang mengalami degradasi sempurna pada hari ke 6, dibuktikan dengan tidak adanya lagi plastik yang tersisa pada media pengujian dan plastik telah menyatu dengan tanah. Hal ini bisa terjadi karena dua kemungkinan yaitu sampel dan lingkungan yang lembab sehingga mudah ditumbuhi jamur (Nathiqoh Al Ummah, 2013). Shakina, dkk (2012) dalam penelitiannya mengenai kamampuan degradasi plastik melalui soil burial test menyimpulkan bahwa kemampuan degradasi plastik yang disintesis dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis tanah, jenis mikroba, dan kelembapan. Wypich (2003) menyatakan bahwa dalam uji biodegradasi, air harus dapat masuk ke dalam material bahan untuk menetrasi struktur material dan membantu aktivitas biologi (mikroba) pada material yang diuji.

KESIMPULAN

Konsentrasi CMC dan suhu pengeringan pada proses pembuatan film plastik biodegradabel dapat mempengaruhi sifat mekanik yaitu kuat tarik dan persen pemanjangan. Semakin tinggi suhu pengeringan yang digunakan maka akan menurunkan nilai kuat tarik dan persen pemanjangan, hal ini dikarenakan suhu tinggi dapat merusak struktur kimia dan menguapkan gliserol yang berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas. Banyaknya konsentrasi cmc yang ditambahkan akan meningkatkan nilai kuat tarik dan menurunkan persen pemanjangan, karena semakin banyaknya cmc ikatan hidrogen akan semakin rapat dan kokoh. Konsentrasi cmc dan suhu pengeringan dapat mempengaruhi sifat biodegradabilitas dengan semakin banyak konsentrasi cmc plastik akan cepat terdegradasi dan banyak ditumbuhi oleh jamur, dan semakin tinggi suhu pengeringan akan menurunkan laju degradasi plastik biodegradable karena plastik yang dihasilkan akan semakin padat. Sifat ketahanan plastik terhadap air semakin rendah seiring peningkatan konsentrasi cmc dan peningkatan suhu

pengeringan, hal ini disebabkan sifat cmc yang hidrofilik serta suhu tinggi dapat meningkatkan sifat hidrofilik karena semakin banyak air yang menguap maka plastik akan lebih mudah menyerap uap air sebagai respon penstabilan dengan kondisi lingkungan sekitar. Dengan hasil terendah pada konsentrasi 1,5% sebesar 363,68% pada suhu 90°C. Sedangkan densitas meningkat seiring dengan peningkatan suhu pengeringan dan penambahan konsentrasi cmc. Hal ini disebabkan oleh jumlah total padatan terlarut pada konsentrasi cmc dan padatnya plastik yang dihasilkan setelah dilakukan proses pengeringan.

DAFTAR PUSTAKA

Hidayat, M. K., Latifah, dan Sri Martini, R. S. 2013. ***Penggunaan Carboxy Methyl Cellulose dan Gliserol Pada Pembuatan Plastik Biodegradable Pati Gembili*.** Indonesian Journal of Chemical Science 2 (3) ISSN NO 2252-6951.

Nathiqoh Al Ummah. 2013. ***Uji Ketahanan Biodegradable Plastic Berbasis Tepung Biji Durian (Durio Zibethinus Murr) Terhadap Air dan Pengukuran Densitasnya***. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Rachmawati, dan Arinda Karina. 2009. ***Ekstraksi dan Karakteristik Pektin Cincau Hijau (Premna oblongifolia. Merr) Untuk Pembuatan Edibel Film***. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Rodriguez, M., Oses, J., Ziani, K. dan Mate, J.I. 2006. ***Combined effect of plasticizers and surfactants on the physical properties of starch based edible films***. Food Research International 39: 840-846.

Shakina J., Sathiya Lekshmi K. dan Allen Gnana Raj G. 2012. ***Microbial Degradation of Synthetic Polyesters from Renewable Resources*. Indian Journal of Science**, 1(1): 1-28.

Utomo, A. W., Bambang D., A., dan Mochamad Bagus H. 2013. ***Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Plastik Biodegradable Dari Komposit Pati Lidah Buaya (Aloe vera)-Kitosan.*** Jurnal Bioproses Komoditas Tropis. Vol. 1 No. 1, April 2013.

Wijayani, A., K. Ummah, & S. Tjahjani. 2005. ***Karakterisasi Karaboksimetil Selulosa (CMC) Dari Enceng Gondok (Eichornia Crassipes Mart) Solms).*** Indo. J. Chem., 5(3):228-231.

Wypich, George. 2003. ***Platicizers Use And Selection For Specific Polymers*.** Toronto: ChemTec Laboratories