

Potensi Kulit Pisang Raja (*Musa sapientum*) sebagai Bahan Baku Pembuatan *Biodegradable Film*

Nanda Erika Prastiwi^{1,a}, Elisa Purnomo Putri^{1,b}, dan Ari Diana Susanti^{1,c,*}

¹ Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No. 36A, Surakarta, Indonesia

E-mail: ^a nandaerikapras@gmail.com, ^b elisapp29@gmail.com, ^{c,*} aridiana@staff.uns.ac.id

Abstrak. Pengemas makanan umumnya merupakan turunan minyak bumi sehingga menjadi masalah lingkungan karena sulit terurai sehingga perlu dicari bahan pengemas makanan yang mudah terurai (*biodegradable film*). *Biodegradable film* dapat dibuat dari bahan yang mengandung pati. Salah satu bahan yang berpotensi sebagai sumber pati adalah limbah kulit pisang. Dari berbagai varietas pisang yang tumbuh di Indonesia, kulit pisang raja (*Musa sapientum*) menunjukkan kadar pati yang paling tinggi (sekitar 59%). Percobaan awal menunjukkan kulit pisang mengalami *browning* akibat reaksi oksidasi dan *film* yang dihasilkan sangat rapuh. Penambahan asam sitrat diharapkan akan mengurangi proses *browning* terhadap bahan baku kulit pisang. Sedangkan sifat plastis *film* yang dihasilkan akan diperbaiki dengan penambahan gliserol sebagai *plasticizer*. Penelitian ini mempelajari pengaruh jumlah gliserol yang ditambahkan (1%, 3%, dan 5% (v/v)) terhadap sifat *film* yang dihasilkan. Karakterisasi *film* dilakukan melalui uji kuat tarik, uji elongasi, uji kemampuan biodegradasi, dan uji ketahanan air. Nilai kuat tarik yang diperoleh untuk konsentrasi gliserol 1%, 3%, dan 5% (v/v) yaitu 8,14 MPa, 2,21 MPa, dan 2,07 MPa. Nilai elongasi untuk konsentrasi gliserol 1%, 3%, dan 5% (v/v) yaitu 7,2%, 0,56%, dan 0,73%. Kemampuan biodegradasi pada hari ke-1, 2, dan 3 meningkat dengan bertambahnya konsentrasi gliserol. Ketahanan dalam air untuk setiap penambahan gliserol menurun, untuk konsentrasi gliserol 1%, 3%, dan 5% yaitu 8,56%, 3,11%, dan 1,59%.

Kata kunci: *biodegradable film*, *browning*, kulit pisang raja, *plasticizer*.

Abstract. Food packaging is generally a derivative of petroleum but it becomes an environmental problem because it is difficult to decompose. Therefore, it is necessary to look for biodegradable film packaging materials. Biodegradable films can be made from materials containing starch. One of the ingredients that has potential as a source is banana skin. Banana skin of Pisang raja (*Musa sapientum*) has the highest starch content (around 59%). Early experiments showed that banana peels had browning due to oxidation reactions and the films produced were very fragile. The addition of citric acid is to reduce the browning process to the raw material of banana peels. While the elasticity of the film product will be improved by adding glycerol as a plasticizer. This study studies the effect of the amount of glycerol added (1%, 3%, and 5% (v/v)) to the characteristic of film product. Film characterization was carried out through tensile strength test, elongation test, biodegradation, and water resist test. The tensile strength values obtained for the concentration of glycerol 1%, 3%, and 5% (v/v) were 8,14 MPa, 2,21 MPa, and 2,07 MPa. The value of elongation (elongation) for the concentration of glycerol 1%, 3%, and 5% (v/v) is 7,2%, 0,56%, and 0,73%. Biodegradation ability on days 1, 2 and 3 increased with increasing glycerol concentration. Water resist decreased with increasing the glycerol concentration, the values of this test are 8,56%, 3,11%, and 1,59% for the concentration of glycerol 1%, 3%, and 5% (v/v).

Keywords: *biodegradable film*, *browning*, *banana skin* (pisang raja), *plasticizer*.



1. Pendahuluan

Pengemas makanan yang umum digunakan yaitu plastik. Dengan bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan plastik juga bertambah sehingga berakibat pada meningkatnya jumlah limbah plastik. Material yang umum digunakan dalam plastik adalah polimer turunan minyak bumi yang sulit terurai sehingga menimbulkan masalah untuk lingkungan hidup. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan suatu bahan pengemas makanan yang mudah terurai dan aman digunakan yaitu seperti *biodegradable film*. *Biodegradable film* dapat menjadi solusi pengemas makanan yang aman karena terbuat dari bahan alami sehingga mudah terurai oleh lingkungan.

Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk membuat *biodegradable film* adalah pati dari tumbuh-tumbuhan. Saat ini banyak peneliti yang sedang mengembangkan penggunaan pati dari bahan non-pangan salah satunya yaitu kulit pisang. Sebagai limbah pangan, kulit pisang yang biasanya digunakan untuk pakan ternak kini dapat bernilai lebih ekonomis karena mengandung pati yang masih bisa dimanfaatkan. Semua jenis kulit pisang dapat diekstrak menjadi pati, namun yang terbaik adalah kulit pisang raja (*Musa sapientum*) karena memiliki kandungan pati yang tinggi, yaitu 59% [1][2]. Di sisi lain, kulit pisang sangat mudah mengalami *browning* akibat reaksi oksidasi sehingga diperlukan perlakuan khusus agar tidak mempengaruhi kualitas warna pati yang dihasilkan.

Pada penelitian ini digunakan kombinasi pati kulit pisang raja, gliserol sebagai *plasticizer*, dan *carboxy methyl cellulose* (CMC) *food grade*. Penambahan *plasticizer* pada pembuatan *biodegradable film* dimaksudkan untuk mengatasi sifat rapuh, rendahnya elastisitas, dan mudah patah [3]. Untuk mengurangi efek *browning* kulit pisang raja terhadap warna pati yang dihasilkan, digunakan larutan asam sitrat pada saat pengambilan pati [4]. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh jumlah gliserol sebagai *plasticizer* yang ditambahkan ke dalam cetakan *biodegradable film* terhadap sifat mekanis dan kemampuan biodegradabilitas *film*.

2. Dasar Teori

Biodegradable film juga dapat didefinisikan sebagai polimer yang dapat terdegradasi secara biotik atau abiotik atau gabungan keduanya tanpa meninggalkan residu toksik di lingkungan [5]. Sumber bahan baku utama penyusun *biodegradable film* dikelompokkan menjadi tiga yaitu hidrokoloid, lipida, dan komposit. Hidrokoloid dapat berupa protein (protein susu, gelatin, kolagen, protein jagung, dan protein gandum) dan polisakarida (pati, sodium alginat, dan karagenan). Kelompok lipida terdiri dari gliserol, lilin/*wax*, dan asam lemak sedangkan kelompok komposit mengandung campuran kelompok hidrokoloid dan lipid [6].

Biodegradable film yang terbuat dari hidrokoloid (pati) dinilai lebih efektif karena memiliki kandungan air rendah [4]. Selain itu pati juga memiliki stabilitas termal dan *minimum interface* dengan sifat pencairan yang cukup untuk membentuk produk dengan kualitas yang baik [7].

Pengaplikasian *biodegradable film* untuk pengemas memiliki karakteristik tertentu yang mempengaruhi performa kerja *biodegradable film*. Pada penelitian ini, uji yang dilakukan sebagai berikut:

2.1. Kuat Tarik (*Tensile strength*)

Kuat tarik (*tensile strength*) adalah tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *film* dapat bertahan sebelum putus. Pengukuran kuat tarik digunakan untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk tarikan maksimum pada setiap satuan luas area *film* untuk merenggang. Besarnya nilai kuat tarik ditentukan dengan menggunakan persamaan (1)

$$TS = F_{\text{maks}} / A \quad (1)$$

dengan,

TS = *tensile strength* (N/m²)
 F_{maks} = gaya maksimal (*Newton*)
 A = luas penampang awal *film* (m²)

2.2. Persen Pemanjangan (*Elongation*)

Persen pemanjangan adalah keadaan pada saat *biodegradable film* patah setelah mengalami perubahan panjang akibat peregangan. Persen pemanjangan mengindikasikan kemampuan *biodegradable film* dalam menahan sejumlah beban sebelum terputus. Persen pemanjangan dapat dihitung dengan membandingkan panjang *film*

saat putus dan panjang *film* sebelum ditarik oleh alat. Persen pemanjangan dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan (2)

Persentase pemanjangan:

$$e (\%) = [(L_1 - L_0) / L_0] \times 100 \quad (2)$$

dengan,

$e (\%)$ = elongation

L_1 = panjang akhir benda uji (cm)

L_0 = panjang awal benda uji (cm)

2.3. Kemampuan Biodegradasi

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui apakah suatu bahan dapat terdegradasi dengan baik di lingkungan. Proses biodegradabilitas dapat terjadi melalui proses hidrolisis, aerobik dan anaerobik, enzimatis, mekanik, dan fotodegradasi. Proses biodegradabilitas dengan bantuan bakteri atau jamur merupakan proses biodegradabilitas secara aerobik yang dapat dilakukan dengan cara menanamkan *biodegradable film* pada media tanah untuk selang waktu tertentu [8].

Kemampuan bahan untuk terdegradasi dapat diketahui dari persamaan (3)

$$W (\%) = (W - W_s) / W \times 100 \quad (3)$$

dengan,

$W (\%)$ = persentase berat yang hilang

W = berat awal sampel (gram)

W_s = berat akhir sampel (gram)

2.4. Ketahanan Terhadap Air

Uji ketahanan terhadap air dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan dalam polimer yang ditentukan dengan persentase penambahan berat. Persentase penambahan berat dapat diukur dengan metode *swelling* yaitu terjadinya pengembangan karena adanya air yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan (4)

$$\text{Air yang diserap } (\%) = (W - W_s) / W_s \times 100 \quad (4)$$

dengan,

W = Berat sampel mula-mula

W_s = Berat sampel setelah di rendam

3. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *biodegradable film* adalah pati kulit pisang raja (*Musa sapientum*), gliserol (*food grade*), CMC (*food grade*), asam sitrat (*food grade*), dan *aquadest*. Proses pembuatan *biodegradable film* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Tahap Pengambilan Pati Kulit Pisang Raja (*Musa sapientum*)

Pengambilan pati dilakukan dengan menimbang kulit pisang 200 gram kemudian memotong dan merendamnya dalam larutan asam sitrat 4000 ppm selama 10 menit dalam gelas *beaker*. Selanjutnya, larutan asam sitrat dan kulit pisang dihaluskan di dalam *blender*. *Slurry* yang dihasilkan disaring menggunakan kain untuk diambil filtratnya. Selanjutnya filtrat tersebut didiamkan selama 24 jam agar pati kulit pisang mengendap kemudian disaring dengan kertas saring. Pati yang tertahan kertas saring didiamkan selama 12 jam dalam suhu ruang (26°C) hingga kering kemudian dihaluskan.

b. Tahap Pencetakan *Biodegradable Film*

Melarutkan 3 gram CMC ke dalam *aquadest* 50 mL yang dipanaskan hingga 60°C pada kompor listrik dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 menit. Dua gram pati kulit pisang yang telah dilarutkan pada 50 mL *aquadest* dimasukkan ke dalam larutan CMC tersebut. Setelah homogen, gliserol (1%, 3%, 5% (v/v)) dicampurkan ke dalam larutan tersebut. Larutan *film* dicetak pada teflon (16x16 cm) kemudian dimasukkan ke dalam *oven* dengan temperatur 60°C selama 24 jam. Cetakan *biodegradable film* dimasukkan ke dalam desikator hingga mencapai temperatur ruangan.

c. Tahap Uji Kuat Tarik dan Elongasi



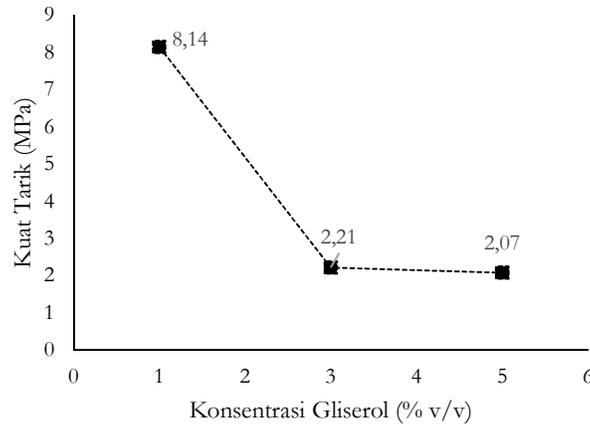
Pengujian bertujuan untuk mendapatkan nilai kuat tarik dan persen elongasi produk. Alat uji yang digunakan adalah *Universal Testing Machine* (UTM). Spesimen (sampel) dibuat menggunakan ASTM D-638 tipe V. Pengolahan data dilakukan dengan membuat grafik hubungan konsentrasi gliserol (1%, 3%, 5% (v/v)) dan kuat tarik serta elongasi.

d. Tahap Uji Biodegradabilitas

Pengujian dilakukan dengan mengubur sampel *biodegradable film* (5x1 cm) dalam media tanah humus selama 5 hari. Selanjutnya dilakukan pengurangan berat sampel sebelum dan setelah pengujian.

4. Hasil dan Pembahasan

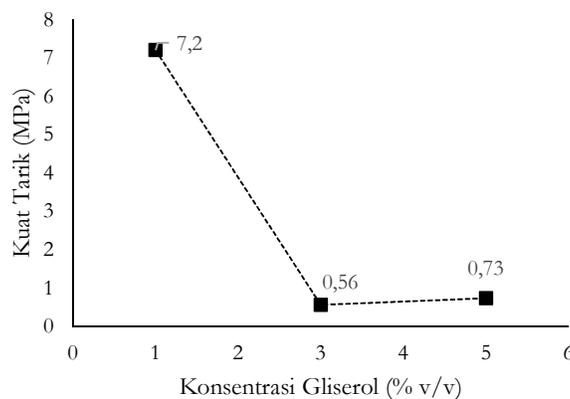
Pengaruh konsentrasi gliserol terhadap kuat tarik *biodegradable film* ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antara Konsentrasi Gliserol dan Kuat Tarik *Biodegradable Film*

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa pada kenaikan konsentrasi *plasticizer* gliserol (1%, 3%, dan 5% (v/v)) *film* mengalami penurunan nilai kuat tarik. Hal ini dikarenakan kekompakan pati terganggu akibat masuknya gliserol ke dalam rantai polimer kemudian akan menurunkan interaksi intermolekul dan meningkatkan mobilitas polimer sehingga *film* menjadi elastis namun kuat tarik menurun [9]. Pada penelitian ini diperoleh kuat tarik 2,07 – 8,14 MPa. Menurut *Japanese Industrial Standard*, nilai kuat tarik tersebut memenuhi standar sebagai *film* yaitu >0,35 MPa.

Pengaruh konsentrasi gliserol terhadap persen elongasi (pemanjangan) *biodegradable film* ditampilkan pada Gambar 2.

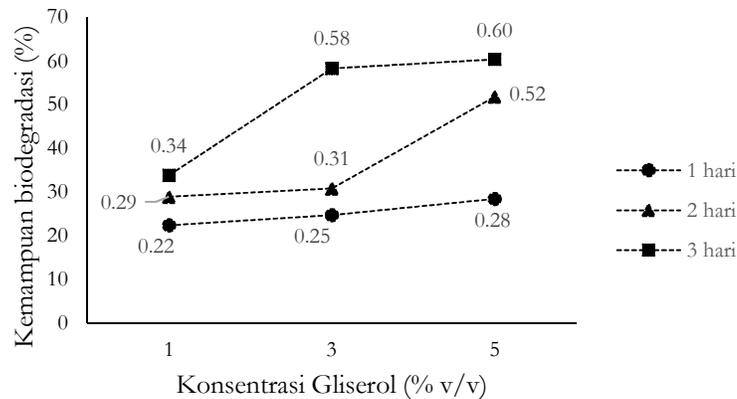


Gambar 2. Hubungan antara Konsentrasi Gliserol dan Persen Elongasi *Biodegradable Film*

Persen elongasi (pemanjangan) menunjukkan elastisitas *biodegradable film*. Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai elongasi mengalami fluktuasi dengan bertambahnya konsentrasi gliserol (1%, 3%, 5% (v/v)). Pada penelitian ini diperoleh nilai elongasi 0,73% – 7,02%. Gaya intermolekul sepanjang rantai polimer akan

menurun dengan adanya penambahan *plasticizer* sehingga fleksibilitas *film* akan meningkat. Tanpa penambahan gliserol, *film* akan menjadi rapuh dan mudah retak [10]. Interaksi antara gliserol dengan pati akan membentuk ikatan pati – gliserol yang dapat meningkatkan elastisitas *film*. Dengan naiknya kuat tarik berarti fleksibilitas *film* menurun karena kuat tarik merupakan ukuran dasar kekakuan sebuah *film* [11]. Selain gliserol, penambahan *filler* seperti CMC juga dapat meningkatkan kuat tarik pada produk film plastik karena adanya penambahan intensitas gugus -OH karboksil.

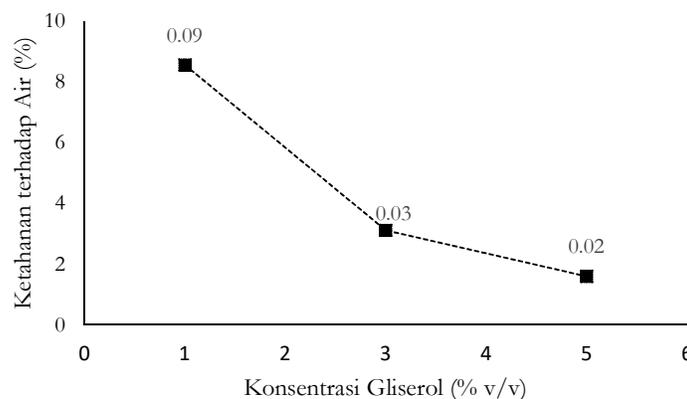
Pengaruh konsentrasi gliserol terhadap kemampuan biodegradasi *biodegradable film* ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kemampuan Biodegradasi *Film*

Pengujian biodegradabilitas telah dilakukan dengan metode *soil burial test* selama 1, 2, dan 3 hari [12]. Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa kemampuan biodegradasi meningkat dengan bertambahnya jumlah gliserol yang digunakan. Hal ini disebabkan sifat gliserol yang higroskopis akan meningkatkan kelembaban *film* sehingga gliserol akan masuk pada rantai polimer *film*. Pada setiap konsentrasi gliserol, juga terjadi peningkatan kemampuan biodegradasi pada hari ke-1, hari ke-2, dan hari ke-3. Hal ini berarti film akan terdegradasi secara terus-menerus di dalam media tanah. Penggunaan bahan untuk menghasilkan produk *film* plastik harus diperhatikan secara seksama karena apabila tidak sesuai maka produk film plastik akan memiliki kemampuan berdegradasi yang tinggi.

Pengaruh konsentrasi gliserol terhadap ketahanan air ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Ketahanan terhadap Air

Uji ketahanan terhadap air telah dilakukan dengan metode *swelling* yaitu dengan merendam *film* ke dalam air selama 5 detik secara berulang hingga didapat berat konstan guna mengetahui daya serap *film* terhadap air.



Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa ketahanan dalam air yang semakin menurun dengan meningkatnya jumlah gliserol. Hal tersebut dikarenakan semakin banyaknya kandungan gliserol maka produk yang dihasilkan juga semakin tebal, sehingga produk tersebut bersifat kurang terbuka yang artinya akan sulit untuk ditembus oleh fluida seperti air, O₂, dan CO₂ serta memiliki kerapatannya terhadap air juga semakin baik.

Kesimpulan

Film plastik dari pati kulit pisang raja telah disintesis menggunakan gliserol sebagai *plasticizer*, CMC sebagai *filler*, dan asam sitrat sebagai bahan aditif yang dapat berfungsi mengurangi proses *browning* pada produk *biodegradable film*. Nilai kuat tarik pada pada *film* yang dihasilkan 2,07 MPa – 8,14 MPa dan persen pemanjangan 0,73% – 7,02%. Peningkatan jumlah gliserol dapat meningkatkan kemampuan biodegradasi namun menunjukkan angka persen pemanjangan yang fluktuatif dari produk *biodegradable film* yang dihasilkan. Akan tetapi nilai kuat tarik dan ketahanan terhadap air yang dihasilkan mengalami penurunan pada kenaikan konsentrasi gliserol. Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, kulit Pisang Raja (*Musa sapientum*) dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan *biodegradable film* dan penambahan konsentrasi gliserol 1%, 3% dan 5% (v/v) berpengaruh secara nyata terhadap kuat tarik, pemanjangan, ketahanan terhadap air, dan kemampuan biodegradasi *film*.

Referensi

- [23] Sukriyadi, L. 2010. “Kajian Sifat Kimia dan Sifat Organoleptik pada Tepung Kulit Pisang dari Beberapa Varietas Pisang”. Skripsi. Ternate: Universitas Khairun Ternate.
- [24] Anhwange, B., Ugye, T., dan T. Nyiaatagher. 2009. “Chemical Composition of *Musa sapientum* (Banana) Peels”. *Electronical Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. Department of Chemistry, Benue State University, Nigeria.
- [25] Krochta, J.M. 1994. “Edible Coatings and Films to Improve Food Quality”. Technomic Publishing Co., Inc. Pennsylvania.
- [26] Nahwi, Naufal Fadli. 2016. “Analisis Pengaruh Penambahan *Plasticizer* Gliserol pada Karakteristik Edible Film dari Pati Kulit Pisang Raja, Tongkol Jagung, dan Bonggol Enceng Gondok”. Skripsi. Malang: Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim.
- [27] Swift, G. 2001. “Agro-Industrial and Related Applications of Environmental Degradable Polymers”.
- [28] Al Awwaly, Manab Sawitri, Purnomo. 2010. “Antimicrobial activity of whey protein based edible film incorporated with organic acids”. *Journal Animal Food*, pp. 6 vol 5(1). Technology Brawijaya University.
- [29] Nolan-ITU. 2002. “Environment Australia: Biodegradable Plastics - Developments and Environmental Impacts”. Nolan - ITU Pty. Ltd, Melbourne.
- [30] Harnist, R. dan Y Darni. 2011. “Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi *Plasticizer* pada Sintesa Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pati Sorgum”. Seminar Sains dan Teknologi-II. Universitas Lampung.
- [31] Arisma. 2017. “Pengaruh Penambahan *Plasticizer* Gliserol terhadap Karakteristik Edible Film dari Pati Talas (*Colocasia esculenta* L. Schott)”. Skripsi. Makassar: UIN Alauddin Makassar.
- [32] Ningsih, Sri Hastuti. 2015. “Pengaruh *Plasticizer* Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Campuran Whey Dan Agar”. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin Makassar.
- [33] Nurfajrin, Zakiah Darajat dan Gde Sumawisesa Mahendrajaya. 2015. “Karakterisasi dan Sifat Biodegradasi Edible Film dari Pati Kulit Pisang Nangka (*Musa Paradisiaca* L.) dengan penambahan Kitosan dan *Plasticizer* Gliserol”. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*. Yogyakarta: UPN “Veteran” Yogyakarta.
- [34] Pimpan, Vimolvan, Korawan Ratanarat, dan M. Pongchawanakul. 2001. “Preliminary Study on Preparation of Biodegradable Plastic from Modified Cassava Starch”. *Journal Science* Vol. 26, No.2. Chulalongkorn University.



Pemakalah :

Elisa Purnomo Putri, Nanda Erika Prastiwi

11.49-12.05 WIB

Pertanyaan :	Jawaban :
1. Laju pengeringan berapa lama ? (Robertinus)	1. Pengeringan dilakukan tanpa menghitung waktu. Hanya untuk mengetahui ada atau tidaknya pati.
2. Bagaimana cara pengujian Uji biodegradable? (Muftikhatul)	2. Mengujinya dengan cara melihat degradasi per hari.

