

**PENGARUH PENAMBAHAN SENYAWA EKSTRAK KULIT JERUK (*CITRUS SP*)  
TERHADAP SIFAT FISIKA PLASTIK BIODEGRADABLE DARI UBI KAYU  
DENGAN SENYAWA ADITIF GULA JAGUNG**

**Dona Intan Rezki<sup>1)</sup>, Ratnawulan<sup>2)</sup> dan Yenni Darvina<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP

<sup>2)</sup>Staff Pengajar Jurusan Fisika FMIPA UNP

dhona.intan@gmail.com

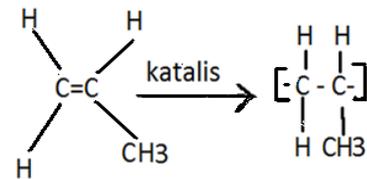
**ABSTRACT**

*The materials used today to package food and drink one of which is plastic. Over time, the plastic needs increasing in many areas of life. On the other hand, the use of plastics as packaging materials face many environmental problems, which can not be decomposed by microbes in the soil. This resulted in the accumulation of plastic waste that cause air pollution, environmental damage and also have a negative effect on human life. Because of these problems, need to be overcome to make plastics that are environmentally friendly and do not cause pollution, the biodegradable plastic. Biodegradable plastics in this study with the addition of orange peel extract compounds of 0%, 10%, 15%, and 20%. Tests were performed to obtain the value of the mechanical properties and degradation of plastics biodegradable cassava with variation of orange peel extract compounds are as follows: increased tensile strength values for the addition of orange extract compounds from 10% -15 and decreases in increments of 20%, as well as the flexural strength. While the ability of degradation increases with increasing amount of orange peel extract compounds.*

**Keywords :** *Biodegradable Plastic, orange peel extract compounds, Mechanical Properties and Degradation*

**PENDAHULUAN**

Bahan yang digunakan saat ini untuk mengemas makanan dan minuman yang begitu luas penggunaannya sekarang ini salah satunya adalah plastik. Plastik terjadi karena reaksi kimia akibat gabungan monomer-monomer dari polimer sintesis. Selain monomer sebagai bahan dasar plastik, bahan aditif juga diperlukan untuk memperbaiki sifat fisikakimia plastik tersebut yang disebut komponen non plastik. Plastik dalam penggunaannya sebagai bahan pengemas makanan dan minuman memiliki keunggulan, yaitu sifatnya tidak mudah karatan, inert, kuat tapi ringan, dan bersifat termoplastik serta dapat diberi warna. Seiring perkembangan zaman, kebutuhan plastik semakin meningkat di berbagai bidang kehidupan. Salah satu jenis plastik yang tidak bisa digunakan lagi adalah *termoset*. Molekul-molekul penyusun plastik akan rusak akibat pendaaur ulangan, seperti *resin epoksi, bakelit, resin melamin dan urea formaldehid*<sup>[3]</sup>. Disisi lain, plastik menghadapi berbagai persoalan dalam lingkungan hidup manusia sebagai bahan pengemas, yaitu tidak dapat terurai oleh mikroba di dalam tanah sehingga menimbulkan polusi. Karena permasalahan tersebut, dapat menyebabkan efek negatif bagi manusia yang memiliki struktur penyusun plastik yaitu ikatan kovalen. Ikatan antar atom dengan cara membagi elektron diantara dua atom tersebutlah disebut ikatan kovalen. Plastik merupakan molekul hidrokarbon zat yang penyusun dasarnya adalah karbon dan hidrogen<sup>[5]</sup>. Struktur *Polyethylene* dapat dilihat pada Gambar 1<sup>[7]</sup>.

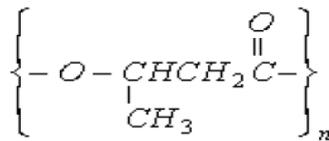


Gambar 1. Struktur *Polyethylene*

Untuk mengurangi masalah tersebut, perlu di atasi dengan membuat plastik yang ramah lingkungan, mudah terurai dan tidak menyebabkan polusi dalam kehidupan sehari-hari. Seiring persoalan tersebut, maka ditemukannya penelitian terbaru, yaitu plastik *biodegradable*.

Plastik *biodegradable* adalah plastik yang sama seperti plastik konvensional, tetapi akan mudah hancur terurai oleh aktivitas bakteri di dalam tanah yang hasil akhirnya air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan<sup>[1]</sup>. Plastik *biodegradable* karena mudah terurai di dalam tanah maka plastik tersebut ramah lingkungan. Plastik yang terbuat dari material PHB atau *polyhydroxybutyrate* termasuk salah satu plastik *biodegradable* yang ramah lingkungan karena plastik ini mudah melebur di tanah akibat kandungan material PHB tersebut. *Polyhydroxybutyrate* (PHB) memiliki sifat kuat, tahan panas dan merupakan polimer yang fleksibel dapat terurai oleh mikroorganisme secara alami di lingkungan. Plastik jenis ini sudah digunakan dibidang medis, kemasan dan tekstil. Plastik *biodegradable* ini terbuat dari bahan alam yang mempunyai sifat ramah lingkungan dan mudah terurai oleh mikroba dalam tanah<sup>[6]</sup>.

Struktur *Polyhydroxybutyrate* dapat dilihat pada Gambar 2<sup>[15]</sup>.



Gambar 2. Struktur *Polyhydroxybutyrate*

Plastik *biodegradable* terbuat dari bahan-bahan yang dapat di perbarui, yaitu terbuat dari bahan alam. Ubi kayu memiliki kadar karbohidrat yang tinggi, yaitu 37% sehingga ubi kayu diolah dan dimanfaatkan sebagai sumber pangan. Salah satu bahan penyusun plastik *biodegradable* adalah ubi kayu. Ubi kayu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ubi Kayu

Salah satu pemanfaatan ubi kayu saat ini adalah sebagai bahan dasar pembuatan *nata* yang biasanya disebut sebagai *nata de manihot*. *Nata* yaitu selulosa bakterial yang konsistensinya kokoh dan teksturnya agak kenyal. Pada proses pembuatan *nata* terjadi reaksi polimerisasi glukosa menjadi selulosa melalui proses bakteri *Acetobacter xylinum*. Dengan kandungan karbohidrat yang tinggi, ubi kayu berpotensi untuk menghasilkan serat *nata* yang lebih kuat karena karbohidrat sebagai salah satu nutrisi yang dapat memacu pertumbuhan *Acetobacter xylinum*<sup>[10]</sup>.

*Nata* yang diperoleh dari fermentasi glukosa menjadi selulosa memiliki sifat-sifat fisik tertentu yang berbeda dari selulosa tumbuhan akibat bakteri *Acetobacter xylinum*. Sifat fisik selulosa yang berasal dari hasil fermentasi glukosa oleh bakteri ini antara lain mempunyai sifat mekanik, kristalinitas dan memiliki kapasitas dalam menyerap air yang cukup tinggi serta mudah terurai<sup>[7]</sup>. Hal tersebut yang membuat serat *nata de manihot* bisa dikembangkan lebih jauh lagi menjadi plastik *biodegradable* atau plastik ramah lingkungan.

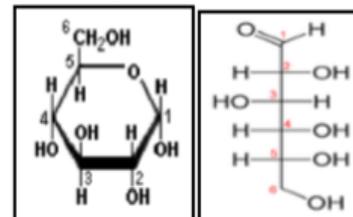
Berbagai penelitian tentang pembuatan plastik ramah lingkungan sudah banyak dan sudah pernah dilakukan. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Jannah (2013) tentang pembuatan plastik berbahan dasar air pati ubi kayu dengan mengamati pengaruh penambahan gula jagung terhadap sifat mekanik dan degradasi plastik. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh penambahan gula jagung terhadap kuat lentur, dimana semakin banyak ditambahkan gula jagung maka kuat lentur semakin meningkat. Pada kuat tarik pengaruh penambahan gula jagung mengalami

penurunan dan kenaikan. Namun pada penelitian ini pengaruh penambahan gula jagung mengakibatkan degradasi menjadi lambat jadi perlu ditambahkan variasi pemplastis lain agar hasil plastik lebih baik lagi.

Disamping itu Kurniawan, dkk (2012) juga melakukan penelitian ubi kayu tentang kondisi optimum dalam memproduksi plastik *biodegradable* dengan senyawa limonen (aditif) dari ekstraksi kulit jeruk. Hasil menunjukkan terjadi perpanjangan plastik yang plastis dan ketebalan plastik yang relatif lebih tipis. Namun penelitian ini tidak melakukan penelitian dalam hal degradasi dan sifat mekanik, seperti kuat lentur dan kuat tarik.

Untuk membuat plastik *biodegradable* diperlukan senyawa aditif agar mendapatkan sifat mekanis plastik yang lunak, ulet dan kuat. Untuk itu perlu ditambahkan zat cair/padat agar mendapatkan sifat plastisitas. zat yang ditambahkan disebut pemplastis. Pemplastis adalah bahan non volatil bertitik didih tinggi. Jika pemplastis ditambahkan pada material lain dapat merubah sifat material tersebut dan merupakan cairan aditif yang digunakan untuk melembutkan polimer plastik sehingga dapat merubah sifat kaku menjadi fleksibel.

Salah satu pemplastis alami yang dapat digunakan sebagai pemplastis untuk sintesis plastik *biodegradable* adalah gula jagung. Gula jagung (sorbitol) merupakan pemplastis yang efektif karena mampu mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekul<sup>[7]</sup>. Gula jagung dengan rumus kimia  $C_6H_{12}O_6$  mampu menghambat penguapan air dari sampel dan dapat larut dalam tiap-tiap struktur polimer sehingga mempermudah gerakan molekul primer, harganya murah dan bersifat non toksik<sup>[10]</sup>. Struktur Fruktosa dapat dilihat pada Gambar 4<sup>[2]</sup>.

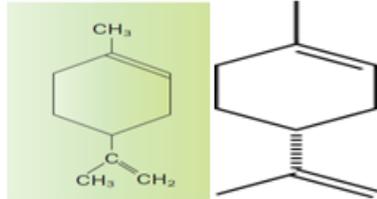


Gambar 4. Struktur Fruktosa

Sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Jannah (2013) yaitu variasi penambahan gula jagung sebagai pemplastis. Hasil penelitian menunjukkan plastik yang tidak begitu elastis dan degradasinya lambat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dicari alternatif lain berupa penambahan pemplastis dan bahan lain seperti kulit jeruk.

Ekstrak kulit jeruk mengandung 94% senyawa limonen yang dapat meningkatkan elastisitas plastik. Senyawa limonen yang digunakan sebagai pemplastis adalah senyawa kimia sejenis karbon yang terdapat pada 300 jenis tanaman<sup>[4]</sup>. Lebih dari 94% minyak yang mengandung senyawa limonen terdapat pada kulit jeruk<sup>[5]</sup>. Limonen adalah senyawa golongan monoterpenoid. Monoterpenes merupakan komponen

makanan nonnutritif yang ditemukan dalam minyak esensial buah jeruk dan tanaman lainnya. Senyawa kimia limonen dapat dilihat pada Gambar 5<sup>[8]</sup>.



Gambar 5. Senyawa Kimia Limonen

Dengan penambahan ekstrak kulit jeruk yang mengandung senyawa limonen, kejernihan plastik jadi lebih tinggi karena spesifik senyawa limonen yang jernih, ketebalan plastikpun menjadi relatif tipis 0,100 mm serta semakin kuat daya tariknya dengan kisaran  $7,50 \text{ kgfm}^{-2}$ , dan elastisitas menjadi lebih panjang akibat penambahan aditif limonen 80,00%<sup>[4]</sup>.

Oleh karena itu penulis tertarik untuk mengetahui tentang “Pengaruh Penambahan Senyawa Ekstrak Kulit Jeruk (*Citrus sp*) Terhadap Sifat Fisika Plastik Biodegradable Dari Ubi Kayu Dengan Senyawa Aditif Gula Jagung”.

#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen. Penelitian ini dilakukan berupa pembuatan plastik *Biodegradable* dari *nata de manihot* atau nata dari air pati ubi kayu dengan variasi senyawa ekstrak kulit jeruk yang dilaksanakan dilaboratorium. Selanjutnya dilakukan uji karakterisasi, pengambilan data, analisa data, penarikan kesimpulan dan penyusunan laporan hasil penelitian.

Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan dari bulan Juli sampai Desember 2014. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika Material dan Biofisika, FMIPA, Universitas Negeri Padang. Pempresan nata dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Pengujian sifat mekanik dilakukan Institut Teknologi Padang.

Sebelum melakukan penelitian, persiapkan alat dan bahan terlebih dahulu. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

##### 1. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah blender, seperangkat alat destilasi, corong pisah, nampan plastik, panci, kompor, kertas Koran, serbet, saringan, karet, pengaduk, gelas ukur, gelas kimia, thermometer, neraca teknis, oven, *Universal Testing Machine*, mikrometer sekrup.

##### 2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit jeruk, aquades, soda kue, air perasan ubi kayu, *inokulum acetobacter xylinum*, gula jagung, pupuk ZA, asam cuka dan gula pasir.

Setelah semua alat dan bahan dipersiapkan sekarang persiapkan semua sampel yang akan digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable*. Pembuatan sampel dilakukan dengan proses

pembuatan ekstrak kulit jeruk dan *nata*, yaitu sebagai berikut:

##### 1. Tahapan pembuatan Starter / Bibit Nata

Tahapan pembuatan *nata de manihot* adalah sebagai berikut :

- Saring air kelapa dengan saring santan yang dilapisi kain kaca.
- Air kelapa yang sudah disaring diambil sebanyak 500 ml, kemudian dipanaskan sampai mendidih.
- Buang busa dari air kelapa selama pemanasan.
- Tambahkan pupuk ZA sebanyak 5 gram, gula 5 gram dan asam cuka sebanyak 10 ml kedalam air kelapa yang hampir mendidih, setelah itu tunggu sampai mendidih selama 5 menit.
- Tuangkan air kelapa tersebut kedalam botol atau tempat yang terbentuk dari kaca yang telah disterilkan, kemudian tutup dengan kertas koran dan ikat dengan karet gelang.
- Letakkan ditempat yang aman / tidak boleh tergoyang dan biarkan satu malam, setelah itu tambahkan stater sebanyak 50 ml dengan cara membuka sedikit penutup loyang tersebut dan didiamkan selama 10 hari. *Inokulum Aceptobacter xylinum* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Inokulum *Aceptobacter Xylinum*

##### 2. Tahapan pembuatan ekstrak kulit jeruk

###### a. Tahap awal

- Cucilah kulit jeruk sampai bersih, kemudian rendam dengan larutan  $\text{NaHCO}_3$  5% selama 10-14 jam. Perbandingannya setiap satu kilogram kulit jeruk direndam dengan larutan  $\text{NaHCO}_3$  sebanyak satu liter.
- Setelah direndam, kulit jeruk diblender agar lebih halus sehingga menghasilkan emulsi minyak yang lebih banyak.

###### b. Tahap selanjutnya pemisahan emulsi minyak dengan destilasi

- Metode destilasi yang digunakan adalah destilasi uap-air. Kulit jeruk yang sudah diblender dimasukkan ke dalam labu sampel. Kemudian kulit jeruk didestilasi dengan aliran uap melewati kondensor sehingga mengembun dan hasilnya membentuk destilat.
- Lalu destilat dipisahkan dengan corong pisah atau labu pemisah, kemudian air akan memisah dari minyak dan membentuk lapisan pada permukaan. Air yang terletak pada bagian bawah dibuang dengan cara membuka kran corong pisah dan ditampung dalam botol yang gelap agar tidak teroksidasi. Proses destilasi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses Destilasi

3. Tahapan pembuatan *Nata de Manihot*
  - a. Kupas singkong sebanyak 1 kg dicuci, setelah itu diparut atau diblender dan diperas airnya.
  - b. Diamkan hasil perasan sampai terpisah dengan patinya. Air perasan singkong disaring agar benar-benar bersih dari kotoran.
  - c. Masukkan ke dalam panci pemasak lalu ditambahkan ekstrak kulit jeruk 0%, 10%, 15%, 20% asam cuka sebanyak 20 mL, gula 5g, ZA sebanyak 10g dan gula jagung sebanyak 9g.
  - d. Campuran bahan-bahan tersebut direbus sampai mendidih selama 5 menit.
  - e. Masukkan bahan yang sudah direbus tersebut ke dalam nampan plastik steril yang berukuran 20 cm x 15 cm dengan ketebalan 1,5 – 2,0 cm, kemudian tutup rapat nampan tersebut menggunakan kertas koran dan diamkan sampai dingin.
  - f. Masukkan bibit *nata* 100 ml untuk setiap 1 liter media ke dalam nampan plastik yang berisi media air singkong. Lalu simpan di tempat yang sejuk dan aman selama 10 hari yang tidak akan terganggu dan tergoyang dari apapun.
  - g. Media yang sudah membentuk serat hidrogel *nata de manihot* dicuci beberapa kali dan direndam di dalam air selama 1-2 hari, setiap hari air rendaman ditukar.

Setelah menjadi *Nata* selanjutnya dipress menggunakan alat kempa press lalu di keringkan dengan oven. Sampel pada penelitian ini adalah plastik *biodegradable* ubi kayu.

Data diukur adalah sifat fisika plastik, yaitu sifat mekanik dan degradasi plastik. Sifat mekanik yang diukur adalah kuat tarik dan kuat lentur.

#### Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data dikumpulkan secara langsung karena alat uji yang digunakan merupakan alat uji digital. Pengumpulan data langsung, yaitu tebal benda uji, lebar rata-rata benda uji, jarak tumpuan, beban patah maksimum dan jarak penyangga, sifat fisis yang diukur meliputi degradasi dan sifat mekanik plastik *biodegradable* yaitu kuat tarik dan kuat lentur.

#### Teknik Pengolahan Data

Dari hasil pengukuran didapat data nilai intensitas relatif maksimum.

##### 1. Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu bahan terhadap pada titik lentur dan juga untuk mengetahui untuk

mengetahui keelastisitasan suatu bahan<sup>[17]</sup>. Dengan rumus :<sup>[13]</sup>

$$fr = \frac{3pl}{2BH^2} \dots\dots\dots (1)$$

p = beban patah maksimum (g)

l = jarak tumpuan (cm)

b = lebar rata-rata benda uji (cm)

h = tebal rata-rata benda uji (cm)

fr = kuat lentur (g/cm<sup>2</sup>)

##### 2. Kuat Tarik

Kekuatan tarik (P) adalah suatu bahan ditetapkan dengan membagi gaya maksimum dengan luas penampang mula<sup>[16]</sup>.

$$P = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots (2)$$

P = tegangan atau nilai kuat tarik (N/m<sup>2</sup>)

F = gaya yang bekerja (N)

A<sub>0</sub> = luas penampang (m<sup>2</sup>)

##### 3. Degradasi

Degradasi didefinisikan sebagai kemampuan menkomposisi bahan menjadi karbondioksida, metana, air, komponen anorganik atau biomassa melalui mekanisme enzimatik mikroorganisme, yang bisa diuji dalam periode tertentu<sup>[15]</sup>. Dengan rumus: <sup>[4]</sup>

- a. Persentase perubahan massa ditentukan dengan rumus berikut:

$$\% \text{ perubahan massa} = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

M<sub>i</sub> = massa sampel sesungguhnya.

M<sub>f</sub> = massa sampel sesudah dibiodegradasi.

- b. Penentuan perubahan massa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$v = \frac{M_i - M_f}{t} \dots\dots\dots (4)$$

v = perubahan massa.

t = waktu yang dibutuhkan untuk biodegradasi

### HASIL PENELITIAN

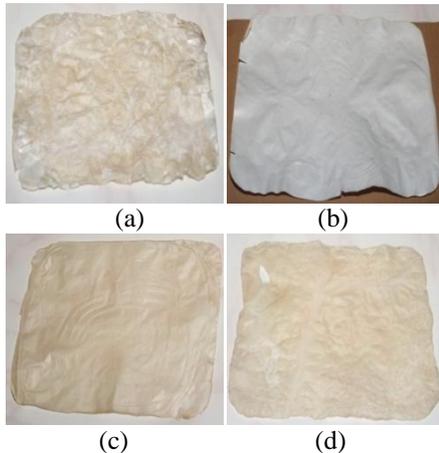
Telah berhasil dibuat plastik *biodegradable* berbahan dasar air pati ubi kayu dengan penambahan variasi senyawa ekstrak kulit jeruk sebanyak enam buah sampel. Adapun variasi penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk tersebut adalah 0%, 10%, 15% dan 20%. Sedangkan massa gula sebagai zat aditif adalah 9 gram, yaitu diambil dari konsentrasi yang mempunyai nilai mekanik terbaik plastik *biodegradable* pada penelitian Jannah (2013).

Dalam penelitian ini serat *nata* yang diharapkan yaitu Serat *nata* yang memiliki ketebalan 1.4 cm yang di ukur menggunakan alat mikrometer sekrup. Adapun serat *nata* yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Serat *Nata de Manihot*

Hasil lembaran plastik dengan penambahan variasi senyawa ekstrak kulit jeruk dapat dilihat pada Gambar 9.

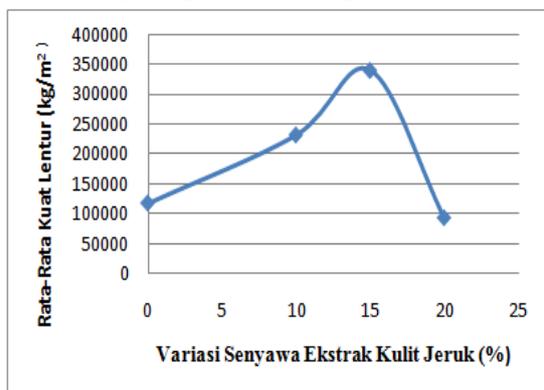


Gambar 9. Lembaran Plastik Nata dalam Berbagai Penambahan Senyawa Ekstrak Kulit Jeruk yaitu (A) 0%, (B)10%, (C) 15%, (D) 20%.

#### ANALISIS DATA

##### Pengukuran Kuat Lentur

Berdasarkan data hasil pengujian kuat lentur yang diperoleh, didapatkan grafik hubungan antara variasi penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk dengan nilai kuat lentur plastik *biodegradable* ubi kayu yang dapat dilihat pada Gambar 10.



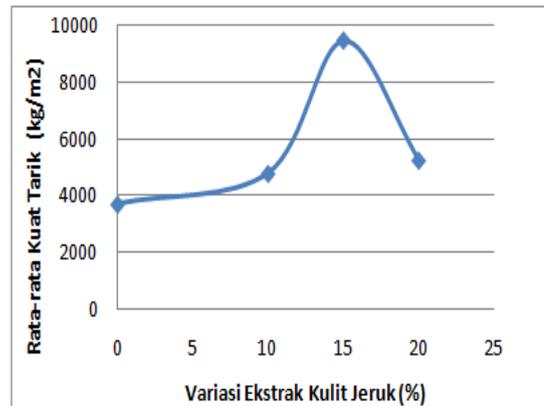
Gambar 10. Pengaruh Penambahan Senyawa Ekstrak Kulit dengan Nilai Kuat Lentur Plastik *Biodegradable* Ubi Kayu Dengan Senyawa Aditif Gula Jagung.

Pada Gambar 10, terlihat bahwa penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk memberikan pengaruh terhadap kuat lentur plastik *biodegradable* air pati ubi kayu. Pada penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk 0% sampai 15% kuat lentur mengalami kenaikan sedangkan pada penambahan 20% kuat lentur mengalami penurunan.

##### Pengukuran Kuat Tarik

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik yang diperoleh, didapatkan grafik hubungan antara variasi penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk dengan nilai

kuat tarik plastik *biodegradable* ubi kayu yang dapat dilihat pada Gambar 11.

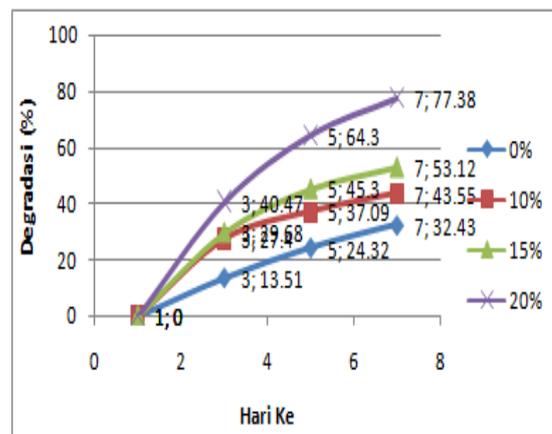


Gambar 11. Pengaruh Penambahan Senyawa Ekstrak Kulit Jeruk dengan Nilai Kuat Tarik Plastik *Biodegradable* Ubi Kayu dengan Senyawa Aditif Gula Jagung.

Pada Gambar 11 terlihat bahwa penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk memberikan pengaruh terhadap kuat tarik plastik *biodegradable* air pati ubi kayu. Pada penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk 0% sampai 15% kuat tarik mengalami kenaikan sedangkan pada penambahan 20% kuat tarik mengalami penurunan. Hal ini mungkin disebabkan karena air pati ubi kayu dan senyawa ekstrak kulit jeruk tidak terdistribusi dengan sempurna.

##### Pengukuran Degradasi

Plastik *biodegradable* dari air pati ubi kayu dengan penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk direndam didalam tanah untuk proses biodegradasi. Berdasarkan data hasil pengujian biodegradasi plastik *biodegradable* ubi kayu yang diperoleh, didapatkan grafik hubungan antara variasi penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk dengan nilai biodegradasi plastik *biodegradable* ubi kayu yang dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengaruh Penambahan Senyawa Ekstrak Kulit Jeruk dengan Nilai Degradasi Plastik *Biodegradable* Ubi Kayu Dengan Senyawa Aditif Gula Jagung.

Dari Gambar 12, menunjukkan bahwa semakin lama waktu penguburan didalam tanah maka plastik akan terurai semakin cepat dan baik. Dapat dilihat bahwa plastik yang diuji didalam tanah mengalami degradasi dalam waktu 7 hari yang ditunjukkan dengan terkoyak dan habisnya permukaan plastik. Pada hari ke-3 plastik *biodegradable* sudah mengalami penurunan berat plastik dan mengalami peningkatan persentase penurunan berat plastik *biodegradable* terbesar, yaitu pada hari ke-7. Dari hasil tersebutlah, plastik ubi kayu dapat dikatakan sebagai plastik ramah lingkungan. Pada grafik juga dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk maka semakin cepat penguraiannya.

### PEMBAHASAN

Sesuai dengan pertanyaan dan tujuan dari penelitian ini, semua data yang diperoleh telah dilakukan analisa data. Berdasarkan analisa data diperoleh grafik sifat mekanik dan degradasi dengan penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk. Adapun pembahasan dari grafik tersebut adalah

#### Sifat Mekanik

Kualitas suatu plastik sangat tergantung pada sifat mekanik plastik tersebut, yaitu kuat tarik dan kuat lentur. Sifat mekanik perlu dilihat karena pengujian sifat mekanis ini sebagai penentu kekuatan atau ketahanan dari suatu bahan. Sifat mekanik yang dilihat disini adalah kuat lentur dan kuat tarik plastik *biodegradable* dengan penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk. Data yang diperoleh untuk sifat mekanik merupakan data diskrit. Dari data diketahui bahwa penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk sangat mempengaruhi sifat mekanik plastik.

Plastik adalah polimer merupakan bagian dari molekul hidrokarbon, zat penyusun dasarnya adalah karbon dan hidrogen. Pada saat penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk, berarti molekul disusun oleh karbon dan hidrogen membentuk rantai yang panjang yang mempunyai kemampuan untuk berikatan. Antar rantai yang satu dengan yang lain dihubungkan oleh ikatan vander waals yang sifatnya jauh lebih lemah sehingga memberikan efek plastis. Plastik yang memiliki struktur dan komposisi atom karbon biasanya merupakan plastik yang lunak, fleksibel dan mempunyai kekuatan sobek yang baik.

Berdasarkan grafik yang terdapat pada Gambar 10, terlihat bahwa penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk dari 0% sampai 15% kuat lentur mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan oleh penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk sebagai pemplastis mampu mengikat hidrogen pada lembaran plastik nata dan akan terbentuk ikatan kovalen yang memperkuat ikatan hidrogen yang sudah ada. Semakin rapat ikatan-ikatan antar partikel maka akan menghasilkan nilai sifat mekanik yang tinggi karena tidak adanya butir-butir pada sampel. Hal ini juga sama seperti yang dilakukan oleh Kurniawan,dkk (2012)<sup>[11]</sup>, dimana kesimpulan dari yang dilakukan

Kurniawan,dkk adalah semakin tinggi konsentrasi senyawa ekstrak kulit jeruk yang digunakan maka semakin meningkatkan nilai perpanjangan plastis plastik atau dapat mempengaruhi sifat mekanik plastik.

Pada saat penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk 20% kuat lentur plastik mengalami penurunan. Hal ini dimungkinkan terjadinya ikatan pada rantai dengan berat molekul rendah sehingga mengakibatkan menurunnya kandungan rantai bebas. Penurunan ini disebabkan adanya pembentukan interaksi baru pada rantai polimer dengan berat molekul yang rendah yang mempengaruhi jaringan protein sehingga terjadi pengurangan kuat lentur intermolekuler diantara rantai polimer. Dan bisa juga disebabkan karena pada saat pengepresan sampel tidak terlalu baik sehingga menghasilkan lembaran plastik yang tebal dan mengakibatkan kekakuan pada plastik tersebut.

Berdasarkan grafik yang terdapat pada Gambar 11, terlihat bahwa penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk 0% sampai 15% kuat tarik plastik mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan oleh penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk dan gula jagung sebagai aditif dapat memperkuat ikatan hidrogen dalam molekul pati. Penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk sebagai pemplastis mampu meningkatkan elastisitas dengan mengurangi derajat ikatan hidrogen dan meningkatkan jarak antar molekul dari polimer sehingga mampu mengikat partikel pada ruang kosong yang terdapat pada butir-butir plastik. Menurut Fahrudin dan Indah (2010)<sup>[4]</sup> dengan penambahan senyawa limonen yang terdapat pada ekstrak kulit jeruk maka plastik lebih kuat, elastisitas lebih panjang dan semakin kuat daya tariknya. Jadi dengan sedikitnya penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk, senyawa kulit jeruk tidak mampu mengikat partikel begitu juga sebaliknya.

Sedangkan pada saat penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk 20% kuat tarik mengalami penurunan. Hal ini disebabkan senyawa ekstrak kulit jeruk tidak mampu mengikat antar molekul. Adanya pembentukan interaksi baru pada rantai polimer dengan berat molekul rendah serta kerangka dasar yang mengikat antar atom karbon dan ikatan antar rantai lebih besar daripada rantai hidrogen. Sehingga bahan yang dihasilkan bersifat kurang elastis. Jadi dengan banyaknya penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk maka senyawa ekstrak kulit jeruk tidak mampu mengikat antar partikel dan begitu sebaliknya karena penggunaan pemplastis yang melebihi optimalitasnya mengakibatkan sampel menjadi lebih lembek dan higroskopis. Hal tersebut sesuai dengan teori Anita,dkk (2013)<sup>[11]</sup> elastisitas akan semakin menurun jika seiring meningkatnya jumlah bahan pemplastis dalam plastik.

Peningkatan elastisitas plastis, yaitu bergantung pada ketebalan plastik yang dihasilkan. Selain itu, nilai sifat mekanik juga dipengaruhi oleh fermentasi

glukosa menjadi selulosa oleh bakteri pada saat pembentukan *nata*. Hal ini sesuai dengan teori Menurut Krystinowicz (2001)<sup>[10]</sup> Sifat fisik selulosa yang dihasilkan dari bakteri *Acetobacter xylinum* yang terbentuk memiliki keunggulan yaitu, kemurnian tinggi, derajat kristalinitas tinggi, kekuatan tarik tinggi, elastis dan dapat terdegradasi.

Nilai pH pun juga mempengaruhi tekstur *nata* yang menunjukkan ketebalan suatu bahan. Karena ketebalan *nata* akan meningkat seiring pertambahan pH. Menurut (Hernawati,1998 dikutip dalam Mulyati, dkk.2010)<sup>[12]</sup>, pH optimum untuk pertumbuhan *Aceptobacter xylinum* yang berkisar antara pH 5,6 – 6,3. Hal ini sesuai dengan teori (Lapuz,dkk.1967 dikutip dalam Mulyati,dkk.2010)<sup>[12]</sup> ketebalannya meningkat pada pH 3 sampai pH 5 lalu menurun pada pH 7. Ini berarti dalam pembentukan *nata* pH 5 merupakan pH optimum, sehingga *nata* yang terbentuk kenyal dan bagus. Namun *nata* yang terbentuk sudah sedikit lunak pada pH 7 dan pada pH 3 *nata* tidak terbentuk karena pH tersebut membuat kondisi media terlalu asam. Teori menurut Lapuz ini sesuai dengan hasil yang didapatkan bahwasannya semakin banyak pemplastis (senyawa ekstrak kulit jeruk) ditambahkan, maka mempunyai pengaruh terhadap bentuk *nata* dan sifat mekanik yang dihasilkan karena kandungan asam yang terdapat pada senyawa ekstrak kulit jeruk sehingga menghasilkan *nata* dengan ketebalan yang kurang bagus.

Perbandingan data yang didapat pada penelitian sebelumnya dilakukan oleh Jannah (2013) dan Kurniawan,dkk (2012) disimpulkan bahwa nilai sifat mekanik plastik *biodegradable* dengan menggunakan penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk lebih bagus dibanding dengan menggunakan variasi penambahan gula jagung dan gliserol. Hal ini disebabkan oleh jarak intermolekul rantai polimer yang terikat bertambah sehingga elastisitas semakin meningkat.

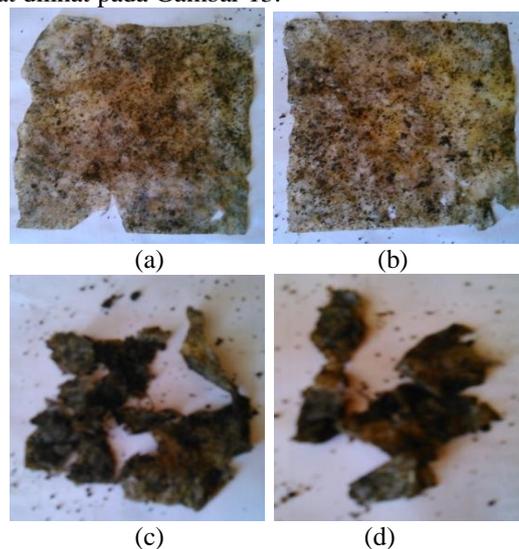
#### Biodegradasi

Biodegradasi merupakan proses pengomposan. Uji biodegradasi perlu dilakukan karena dengan dilakukannya pengujian biodegradasi terhadap plastik kita dapat mengetahui seberapa besar kemampuan plastik *biodegradable* dari *nata* untuk dapat terurai sehingga dapat dilihat hubungan waktu dengan massa biodegradasinya. Dengan mengetahui massa biodegradasi lembar plastik *nata*, dapat dipelajari hubungan tingkat ketahanan lembaran plastik *nata* dengan mikroorganisme yang berperan dalam menguraikannya, serta faktor kimia dan fisiknya.

Pada Gambar 12 terdapat grafik hubungan penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk terhadap nilai degradasi. Dari grafik tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin lama waktu penguburan maka plastik akan terurai dengan baik. Plastik *biodegradable* air pati ubi kayu yang dikubur selama 7 hari pada hari ke 1, 3, 5, dan 7 dari hasil

pengamatan menunjukkan bahwa plastik telah terdegradasi secara alamiah didalam tanah walaupun masih ada tersisa sedikit hal tersebut disebabkan oleh banyak faktor yang ditunjukkan dengan terkoyaknya permukaan plastik atau terbentuk humus. Karena hasil tersebutlah, plastik *biodegradable* dari air pati ubi kayu dengan penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk dapat dikatakan sebagai plastik yang ramah lingkungan.

Pada grafik tersebut juga terlihat bahwa semakin banyak penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk semakin cepat plastik terdegradasi didalam tanah karena polimer yang dihasilkan dengan berat molekul yang rendah melalui proses oksidasi molekul sehingga plastik cepat terdegradasi. Hal ini sesuai dengan teori Menurut Huda dan Firdaus (2007)<sup>[6]</sup> bahwa plastik *biodegradable* didegradasi oleh bakteri dengan cara memutus rantai polimer menjadi beberapa monomer. Senyawa- senyawa hasil biodegradasi polimer menghasilkan senyawa- senyawa organik yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Hasil degradasi plastik *biodegradable* dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Hasil Degradasi Plastik Biodegradable Dari Ubi Kayu dengan Variasi Penambahan Senyawa Ekstrak Kulit Jeruk 0%, 10%, 15% Dan 20%

Perbandingan data untuk pengujian degradasi yang didapatkan dengan penelitian sebelumnya dilakukan oleh Jannah (2013) disimpulkan bahwa penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk dengan aditif gula jagung lebih cepat terdgradasi atau lebih baik dibandingkan dengan pemplastis gula jagung saja dan penambahan pemplastis lainnya, karena senyawa ekstrak kulit jeruk mampu lebih kuat mengikat hidrogen pada bakteri pembentuk *nata* yang mempunyai ikatan rangkap pada hidrokarbonnya dan menghasilkan berat molekul rendah karena proses oksidasi yang terjadi didalam tanah. Senyawa ekstrak kulit jeruk lebih ekonomis sebab limbah kulit jeruk

tersedia melimpah dan proses untuk mendapatkan minyak bisa dengan metode sederhana.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai plastik *biodegradable* ubi kayu dengan variasi penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk yaitu 0%, 10%, 15% dan 20% maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk terhadap kuat lentur dan kuat tarik plastik *biodegradable* ubi kayu dengan aditif gula jagung. Pada saat tanpa senyawa ekstrak kulit jeruk dan ditamhkannya senyawa ekstrak kulit jeruk dari 10% samapai 15% kuat lentur dan kuat tarik plastik mengalami kenaikan. Sedangkan pada penambahan 20% kuat lentur dan kuat tarik plastik mengalami penurunan. Kondisi optimum kuat lentur dan kuat tarik terdapat pada penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk 15% , yaitu  $340.518 \times 10^3 \text{ kg/m}^2$  dan  $9.4961 \times 10^3 \text{ kg/m}^2$
2. Terdapat pengaruh penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk terhadap plastik *biodegradable* ubi kayu dengan aditif gula jagung. Semakin lama lembaran plastik nata dikubur di dalam tanah, maka semakin besar daya degradasi plastik. Hal ini menunjukkan bahwa lembaran plastik nata memiliki daya biodegradasi yang baik. Dan semakin banyak penambahan senyawa ekstrak kulit jeruk maka semakin cepat terjadi biodegradasi plastik.

### SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut plastik *biodegradable* ini dengan pengaruh variasi suhu terhadap sifat fisika dan kimia plastik.
2. Perlu diteliti lebih lanjut tentang morfologi plastik *biodegradable* menggunakan SEM.
3. Perlu adanya alat khusus pengepresan Nata agar menghasilkan ketebalan plastik yang lebih baik dan tidak mengalami kesulitan dalam pengepresan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anita.Z,Akbar.F dan Harahap.H.2013.*Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong*.Jurnal Teknik Kimia USU.Vol.2 No.2(2013).Hal 37-41.
- [2]Anonim. (2010). *Polylactic Acid (PLA) Produksi, Aplikasi, dan Prospek Pengembangannya di Indonesia*.
- [3]Anova, 2012. *Penentuan Varietas Jagung*. Bogor: Institut Teknologi Bogor.
- [4]Fahrudin, Sonai dan Indah, 2010. *Optimasi Plastik Biodegradable Berbasis Ubi Kayu Dengan Aditif Senyawa Limonen Dari Kulit Jeruk Untuk Meningkatkan Elastisitas*. Program Kreativitas Mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA Universitas NegeriMalang,Malang.
- [5]Firdaus, Feris.,dan Anwar, Chairil. 2004. *Potensi Limbah Padat-cair Industri Tepung Tapioka sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradable*, Logika.,Vol. 1, No. 2, Juli 2004
- [6]Huda, Thorikul., dan Firdaus, Ferris. 2007. *Karakteristik fisiko kimiawi film plastik biodegradabel dari pati singkong-ubi jalar*, Logika.,Vol. 1, No. 2, Juli 2007
- [7]Hutagalung, Maria Elvi.2011. *Pengaruh Penambahan Gula Jagung Terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradabilitas Plastik Campuran Polypropylene Bekas dan Pati Sagu*, Skripsi Universitas Andalas:Padang.
- [8] Jidong sun,PhD.2007. *D-Limonene: Safety and Clinical Applications*.Alternative Medicine Review Volume 12
- [9]Juari, 2006, *Pembuatan Dan Karakterisasi dari Poly-3-Hidroksialkanoat (PHA) yang dihasilkan Ralstonia Eutropha Pada hidrolisat Pati Sagu dengan penambahan Dimetil Ftalat (DMF)*. Skripsi Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Uni versitas Institut Pertanian Bogor,Bogor.
- [10]Krystynowicz, 2001. *Biosynthesis of Bacterial Cellulose and its Potential Application In The Different Industries*, Biotechnology
- [11]Kurniawan.Deddy, Arifan.F, Izzah.N.2012. *Preparation Preliminary Study Of Biodegradable Plastics Based Of Cassava Compounds With Additives Limonene*.
- [12]Mulyati,Sri,dkk.2010. *Pembuatan Film Selulosa Dari Nata De Pina*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan.Vol. 7, No. 3, hal. 105-111, 2010.ISSN 1412-5064.
- [13]Munthoub et all, 2011. “ Tensile and Water Absorption Properties of Biodegradable Composites Derived from Cassava Skin/Polyvinyl Alcohol with Glycerol as Plasticizer”. Sains Malaysia. Vol. 40(2011) 713-718.
- [14] [7] Srimulyani, 2010. *Pembuatan Film Selulosa dari Nata de Pina*. Vol. 7, No 3 ISSN 1412-5064.
- [15]Syafarah, Nor,2010. *Production of polyhydroxybutyrate (phb) from bacillus cereus by usi g rice straw as substrate*. Universiti Malaysia Pahang. Malaysia.
- [16]Vlack, Lawrence H. Van .1995. Ilmu dan Teknologi Bahan Edisi Kelima. Jakarta: Erlangga.
- [17]Tamaela, Pieter., dan Lewerissa, Sherly., Karakteristik Edibel Film dari Karagen,Ichthyos Vol 7 no 1 Januari 2008 (27 – 30)