PENAMBAHAN ASAM OLEAT SEBAGAI *PLASTICIZER* PADA PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABEL BERBASIS *NATA DE SOYA* DARI LIMBAH INDUSTRI TAHU

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Sains

OLEH :

MERI MARYATI
12866/2009

PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2014

Abstrak

Meri Maryati (2014) : **Penambahan Asam Oleat Sebagai *Plasticizer* Pada Pembuatan Plastik Biodegradabel Berbasis *Nata De Soya* Dari Limbah Industri Tahu.**

Plastik konvensional yang banyak dipakai pada saat sekarang ini menimbulkan banyak masalah. Di lingkungan, plastik tersebut tidak bisa terurai dengan cepat oleh mikroba pengurai. Sedangkan bagi kesehatan, plastik yang digunakan sebagai pembungkus makanan bersifat karsinogenik. Untuk itu, salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah membuat plastik yang mudah terurai (biodegradabel) berbasis *Nata de Soya*. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis morfologis, kristalinitas, daya degradasi dan kuat tarik dari plastik biodegradabel yang dihasilkan. Sampel yang digunakan adalah limbah cair dari pabrik tahu di Lubuk Buaya, Padang.Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi waktu perendaman plastik dengan *plasticizer* asam oleat yaitu 2, 4 dan 6 hari serta volume asam oleat yaitu 30, 40 dan 50 mL. Sedangkan variabel terikat adalah analisa morfologi, kristalinitas, daya degradasi serta kuat tarik plastik. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap, yang terdiri dari 2 variasi yaitu : variasi waktu perendaman dan volume asam oleat sebagai *plasticizer*. Pembanding yang digunakan adalah plastik *nata de soya* dengan *plasticize*r gliserol dan tanpa perendaman *plasicizer. Plasticizer* gliserol yang digunakan dengan konsentrasi 3 %, dan volume 30 mL. Masing-masing lembaran *nata de soya* yang sudah dipres kemudian direndam dalam asam oleat dan gliserol. Hasil *scanning* SEM menunjukkan morfologi permukaan plastik cukup rata setelah ditambah *plasticizer* dengan lama perendaman 6 hari. Sedangkan hasil uji daya degradasi menunjukkan plastik memiliki daya degradasi cukup bagus. Pada hari ke-10 rata-rata daya degradasi sudah diatas 50 %. Untuk uji kuat tarik menunjukkan bahwa semakin lama plastik direndam maka nilai kuat tariknya semakin menurun. Selanjutnya, uji kristalinitas menunjukkan plastik memiliki sruktur kristalin.

Kata kunci : *Asam oleat, plasticizer, plastik biodegradabel, nata de soya*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "**Penambahan Asam Oleat Sebagai *Plasticizer* Pada Pembuatan Plastik Biodegradabel Berbasis *Nata De Soya* Dari Limbah Industri Tahu"**.

Skripsi ini ditulis sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada jurusan kimia, FMIPA Universitas Negeri Padang. Dalam penulisan proposal ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Iryani, MS sebagai pembimbing I
2. Ibu Fitri Amelia, S.Si, M.Si sebagai pembimbing II
3. Bapak Dr. rer. nat. Jon Efendi, M.Si sebagai Penasehat Akademik
4. Bapak Drs. Iswendi, M.S, Ibu Dra. Sri Benti Etika, M.Si , Bapak Deski Beri, S.Si, M.Si sebagai penguji skripsi
5. Ibu Dra. Andromeda, M.Si. sebagai ketua Jurusan Kimia
6. Bapak Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D sebagai ketua Program Studi Kimia
7. Dosen-dosen jurusan kimia yang telah berpatisipasi
8. Rekan-rekan dan pihak lain yang juga telah berpatisipasi

Semoga semua bantuan yang telah Bapak / Ibu serta rekan-rekan berikan bernilai ibadah dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SAW. Amin. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Padang, Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK i

KATA PENGANTAR ii

DAFTAR ISI iii

DAFTAR GAMBAR v

DAFTAR LAMPIRAN vii

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang 1

B. Batasan Masalah 3

C. Perumusan Masalah 3

D. Pertanyaan Penelitian. 3

E. Tujuan Penelitian. 4

F. Manfaat Penelitian. 4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Bakteri *Acetobacter xylinum* 5

B. *Nata de soya* 5

C. Pemplastis 8

D. Asam Oleat 10

E. Karakteristik plastik 11

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian 16

B. Alat Penelitian 16

C. Bahan Penelitian 16

D. Objek Penelitian. 17

E. Variabel Penelitian. 17

F. Desain Penelitian. 17

G. Prosedur Kerja Penelitian. 18

H. Analisis Data. 20

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN. 22

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan 38

B. Saran. 39

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Struktur Molekul Selulosa 6
2. Reaksi pembentukan selulosa nata 7
3. Struktur Molekul Asam Oleat 10
4. SEM (*Scanning Electron Microscope*) 13
5. Bentuk puncak kristalin dan amorf 14
6. Proses pemutusan spesimen 15
7. Morfologi lembaran plastik nata direndam dengan asam oleat 30 mL, selama 2 hari 22
8. Morfologi lembaran plastik nata direndam dengan asam oleat 40 mL, selama 2 hari 23
9. Morfologi lembaran plastik nata direndam dengan asam oleat 50 mL, selama 2 hari 23
10. Morfologi lembaran plastik nata direndam dengan gliserol 3 %, 30 mL, selama 2 hari 24
11. Morfologi lembaran plastik nata direndam dengan asam oleat 30 mL, selama 4 hari 24
12. Morfologi lembaran plastik nata direndam dengan asam oleat 40 mL, selama 4 hari 25
13. Morfologi lembaran plastik nata direndam dengan asam oleat 50 mL, selama 4 hari 25

14. Morfologi lembaran plastik nata direndam dengan gliserol 3 % 30 mL, selama 4 hari 26
15. Morfologi lembaran plastik nata direndam dengan asam oleat 30 mL, selama 6 hari 26
16. Morfologi lembaran plastik nata direndam dengan asam oleat 40 mL, selama 6 hari 27
17. Morfologi lembaran plastik nata direndam dengan asam oleat 50 mL, selama 6 hari 27
18. Morfologi lembaran plastik nata direndam dengan gliserol 3 %, 30 mL, selama 6 hari 28
19. Morfologi lembaran plastik nata tanpa perendaman *plasticizer* 28
20. Grafik hubungan lama perendaman *plasticizer* dengan nilai kuat tarik plastik 30
21. Grafik hubungan waktu penguburan dengan berat plastik yang direndam dengan asam oleat 30 mL 31
22. Grafik hubungan waktu penguburan dengan berat plastik yang direndam dengan asam oleat 40 mL 32
23. Grafik hubungan waktu penguburan dengan berat plastik yang direndam dengan asam oleat 50 mL 33
24. Grafik hubungan waktu penguburan dengan berat plastik yang direndam dengan gliserol 3 % 30 mL 33
25. Grafik hubungan hubungan kristalinitas dengan lama perendaman plastik 36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1. Skema kerja preparasi sampel *nata de soya*. 43

2. Skema kerja pembuatan lembar plastik *nata de soya*. 44

3. Pengujian plastik *nata de soya* 45

4. Data volume penyerapan *plasticizer nata de soya* berbentuk bulat 46

5. Data volume *plasticizer* yang mampu diserap oleh nata berbentuk persegi panjang (mL) 47

6. Nilai kuat tarik plastik *nata de soya* (MPa) 48

7. Nilai derajat kristalinitas plastik *nata de soya* (%) 49

8. Gambar plastik *nata de soya* yang dihasilkan 50

9. Data daya degradasi plastik *nata de soya* 54

10. Data kristalinitas plastik menggunakan XRD 57

11. Contoh perhitungan menghitung derajat kristalinitas plastik 64

12. Contoh perhitungan menghitung daya degradasi plastik. 65

13. Foto 66

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Plastik merupakan bahan dasar yang banyak digunakan seperti pembungkus makanan, alas makan dan minum, untuk keperluan sekolah, kantor, otomotif dan berbagai sektor lainnya. Hal ini dikarenakan plastik memiliki banyak keunggulan antara lain: elastis, ekonomis, transparan, kuat, tidak mudah pecah, dan sebagian ada yang tahan panas. Salah satu bahan yang dapat membuat plastik tahan panas adalah *plasticizer.*

Penggunaan bahan alam sebagai *plasicizer* lebih menguntungkan dibandingkan menggunakan *plasticizer* sintetis seperti dioctylphthalate. Hal ini dikarenakan senyawa tersebut dapat diperbarui dan tidak beracun. Salah satu bahan alam yang dapat digunakan sebagai *plasticizer* adalah asam oleat (Masykuri *dkk*, 2007 : hal 1). Secara umum, *plasticizer* sintetis dapat merusak kesehatan dikarenakan kemampuan migrasinya ke dalam bahan makanan. Laju migrasi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, salah satunya adalah suhu. Semakin tinggi suhu maka semakin banyak *plasticizer* plastik yang bermigrasi ke dalam bahan yang dikemas. *Plasticizer* dibutil phtalat bermigrasi cukup banyak yaitu 55-189 mg kedalam minyak jagung pada suhu 30°C selama 60 hari kontak (Julianti dan Nurminah, 2006 : hal 16).

Plastik juga mempunyai kelemahan yaitu tidak dapat dihancurkan dengan cepat oleh mikroba penghancur di dalam tanah. Hal ini menyebabkan terjadi penumpukan limbah plastik yang akan mengakibatkan pencemaran dan kerusakan

lingkungan hidup. Untuk mengatasi penumpukan limbah plastik maka pada saat ini banyak peneliti yang berusaha menemukan formulasi plastik ramah lingkungan.

Plastik *biodegradable* adalah jenis plastik yang pada kondisi dan waktu tertentu mengalami perubahan struktur kimia karena dipengaruhi oleh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur (Griffin dalam Firdaus dan Anwar, 2004 : hal 1). Beberapa penelitian tentang pembuatan plastik *biodegradable* sudah pernah dilakukan. Salah satunya adalah pembuatan plastik berbahan dasar *nata de coco* yang diteliti oleh Pratomo. Menurut Pratomo (2011) "Plastik berbahan dasar *nata de coco* dapat mengalami penguraian di dalam tanah. Hal ini ditunjukkan dengan terjadinya pengurangan massa di atas 90% setelah dikubur di dalam tanah selama 15 hari. Oktarina (2012) menyimpulkan bahwa plastik berbahan dasar *nata de manihot* dengan *plasticizer* gliserol mengalami pengurangan massa 45,7 % setelah dikubur selama 4 hari.

Niningsih (2003) telah menguji kristalinitas dan kuat tarik *nata de soya* dari limbah tahu. Lembaran nata tersebut direndam dengan NaOH untuk meningkatkan kuat tarik plastik. Hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa penambahan NaOH 40 % dapat meningkatkan kuat regang plastik dari 18,633 KPa menjadi 1,208 MPa.

Berdasarkan permasalahan di atas, penulis melakukan penelitian tentang **"Penambahan Asam Oleat Sebagai *Plasticizer* Pada Pembuatan Plastik Biodegradabel Berbasis *Nata De Soya* Dari Limbah Cair Industri Tahu"**

B. BATASAN MASALAH

Untuk lebih terarahnya penelitian ini, maka penelitian ini dibatasi dengan:

1. Analisis karakteristik plastik meliputi morfologi, kristalinitas, daya degradasi dan kuat tarik.
2. Uji daya degradasi plastik nata diamati selama 10 hari.

C. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah "Bagaimanakah karakteristik dari plastik *nata de soya* dengan *plasticizer* asam oleat pada variasi volume dan lama perendaman *?* "

D. PERTANYAAN PENELITIAN

Adapun pertanyaan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah morfologi permukaan plastik biodegradabel berbasis *nata de soya* dengan *plasticizer* asam oleat ?
2. Berapakah nilai kuat tarik plastik biodegradabel berbasis *nata de soya* dengan *plasticizer* asam oleat ?
3. Berapakah presentase plastik yang terdegradasi dalam jangka waktu 10 hari penguburan?
4. Berapakah persentase kristalinitas plastik biodegradabel berbasis *nata de soya* dengan *plasticizer* asam oleat ?

E. TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis bentuk morfologis plastik biodegradabel berbasis *nata de soya* dengan penambahan *plasticizer* asam oleat.
2. Menentukan kuat tarik plastik biodegradabel berbasis *nata de soya* dengan penambahan *plasticizer* asam oleat.
3. Menentukan persentase plastik biodegradabel berbasis *nata de soya* yang terdegradasi selama 10 hari.
4. Menentukan derajat kristalinitas plastik biodegradabel berbasis *nata de soya* dengan penambahan *plasticizer* asam oleat.

F. MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi tentang serat nata yang memiliki karakteristik yang baik untuk dijadikan plastik.
2. Studi pendahuluan plastik berbahan organik yang lebih cepat terdegradasi sehingga memberikan alternatif plastik ramah lingkungan sekaligus baik untuk kesehatan.
3. Sebagai acuan atau titik tolak bagi penelitian selanjutnya dengan modifikasi lain.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Bakteri *Acetobacter xylinum*

Dalam pembuatan nata, bakteri *Acetobacter xylinum* berfungsi mengubah glukosa menjadi selulosa. *Acetobacter xylinum* bersifat aerob serta dapat tumbuh pada kondisi optimum yaitu suhu 28° - 31°C, pH 4 - 5 dan medium pertumbuhannya mengandung sumber karbon dan nitrogen yang cukup (Sulistyo *dkk*, 2007 : hal 2).

Pada proses metabolisme, *Acetobacter xylinum* mampu memecah gula (sukrosa) menjadi glukosa dan fruktosa. Kemudian, *Acetobacter xylinum* menghasilkan enzim polimerase yang dapat mengubah glukosa menjadi polisakarida atau selulosa berupa serat-serat putih dan selaput tebal, yang terbentuk secara bertahap. Mulai dari lapisan tipis pada awal fermentasi hingga mencapai ketebalan sekitar 12 mm pada akhir fermentasi. Hasil fermentasi ini disebut sebagai nata (Aditiwati dan Kusnadi, 2003 : hal 5).

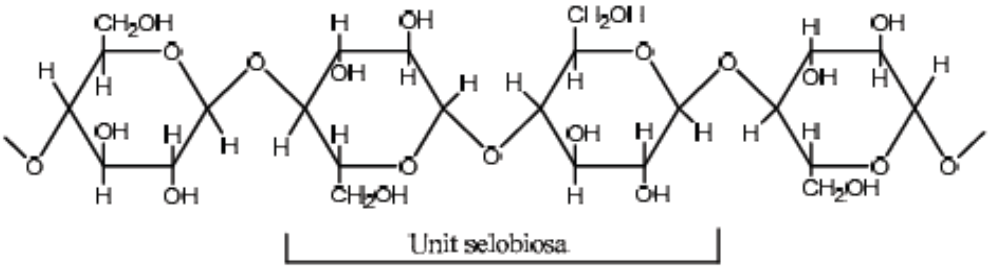
Serat nata ini memiliki karakteristik tertentu antara lain memiliki kemurnian, kristalinitas, kekuatan mekanik, porositas yang tinggi, memiliki kapasitas dalam menyerap air yang cukup besar dan mudah terurai. Sifat tersebut diatas menjadikan serat *nata de soya* dapat dijadikan sebagai bahan plastik biodegradable.

B. *Nata de soya*

Nata adalah hasil fermentasi glukosa menjadi selulosa oleh bakteri pembentuk nata yaitu *Acetobacter xylinum*. Beberapa faktor penentu yang

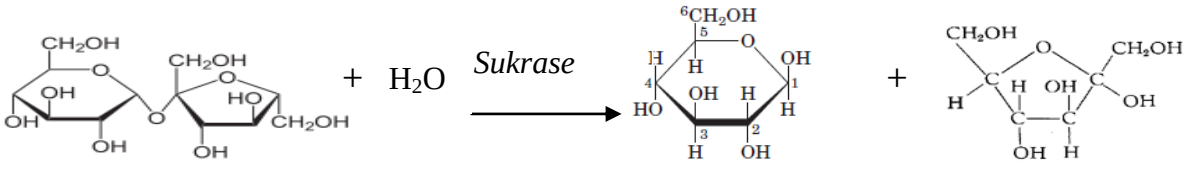
berpengaruh pada pembentukan nata adalah sumber karbon, nitrogen, suhu inkubasi, tingkat keasaman medium, lama inkubasi dan aktifitas bakteri (A.Darmajana, 2004 : hal 1).

Selulosa merupakan polimer yang memiliki struktur kristalin. Monomer dari selulosa nata ini adalah glukosa. Struktur molekul selulosa dapat dilihat pada Gambar 1.

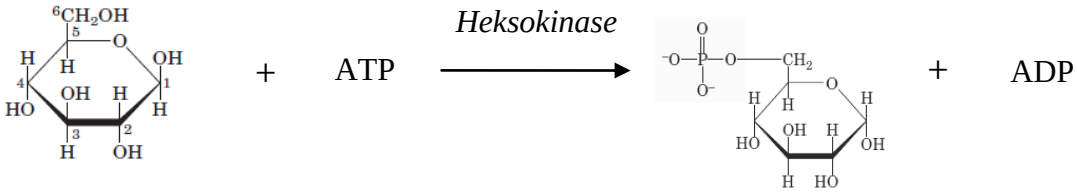


Gambar 1. Struktur Molekul Selulosa
(Sumber : www.easychem.com)

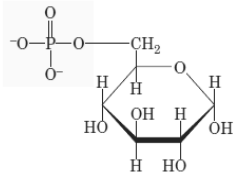
Proses biokimia pembuatan nata adalah sebagai berikut :



Sukrosa Glukosa Fruktosa

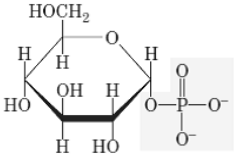


Glukosa Glukosa-6-fosfat

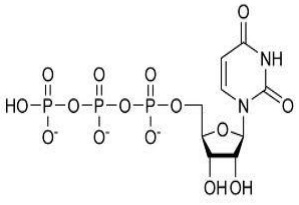


Glukosa-6-fosfat

fosfoglukomutase

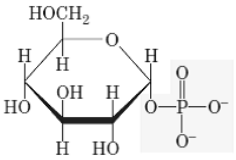


Glukosa-1-fosfat



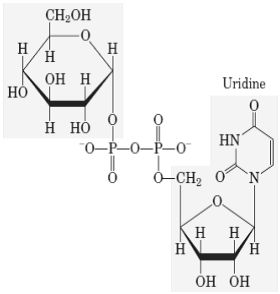
UTP

+



Glukosa-1-fosfat

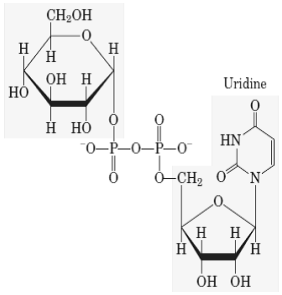
Glukosa-1-fosfaturidiltranferase



+ PPi

4

UDP-glukosa



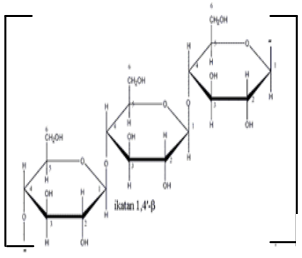
UDP-glukosa

+ $(glukosa)_n$

rantai selulosa

Selulose sintase

UDP +



n

rantai selulosa yang diperpanjang

Gambar 2. Reaksi pembentukan selulosa nata
(Sumber : Murray, 1997 : hal 190)

Bahan pembuat nata bermacam-macam, ada dari air kelapa untuk membuat *nata de coco*, air singkong untuk membuat *nata de manihot* , air nenas untuk membuat *nata de pina* dan limbah cair tahu untuk membuat *nata de soya*.

Selain kelapa, limbah cair (*whey*) industri tahu bisa turut dijadikan sebagai bahan baku nata dikarenakan kandungan karbohidratnya cukup tinggi. Di dalam limbah cair tahu terdapat 40-60 % protein, 10 % lemak dan 25-50 % karbohidrat. Polutan organik yang cukup tinggi tersebut apabila terbuang ke perairan dapat mengakibatkan terganggunya kualitas air dan menurunkan daya dukung lingkungan perairan di sekitar industri tahu. Penurunan kualitas air tersebut dapat menyebabkan kematian organisme air (Soedarmo dan Sediaoetama dalam Husni dan Esmiralda, 2010 : hal 1).

C. Pemplastis (*Plasticizer*)

Plasticizer adalah senyawa organik dengan berat molekul rendah. *Plasticizer* berikatan secara fisika dengan polimer membentuk *adhesive layer* (Habenict, 2008 : hal 118). *Plasticizer* yang ditambahkan bertujuan untuk memberikan sifak elastis pada plastik yang dihasilkan. *Plasticizer* mampu mereduksi interaksi intermolekul rantai protein sehingga kekompakan patinya terganggu dan meningkatkan mobilitas polimer (Gracia *dkk* dalam Rodriguez, 2005 : hal 2). Selama plastisisasi, pengrusakan ikatan hidrogen intermolekul pati sejalan dengan pembentukan ikatan hidrogen antara *plasticizer* dengan molekul pati. Dalam prosesnya, molekul pati akan menjadi suatu lapisan yang homogen. (Yang, 2005 : hal 3).

Plasticizer tidak hanya mempengaruhi morfologi plastik tapi juga mampu mempengaruhi kuat tarik plastik, sesuai dengan penelitian Purwanti pada plastik kitosan terplastisasi sorbitol. Molekul-molekul *plasticizer* terletak antara rantai ikatan biopolimer dan dapat berinteraksi membentuk ikatan hidrogen dalam rantai ikatan antar polimer. Hal ini menyebabkan interaksi antar molekul polimer menjadi berkurang dan kuat tarik plastik menjadi melemah dengan penambahan *plasticizer* (Butler dalam Purwanti, 2010 : hal 5). Ikatan hidrogen juga mempengaruhi struktur kristal polimer. Sheltami dalam Wicaksono, *dkk* (2013) mengatakan bahwa struktur kristal terbentuk akibat adanya interaksi ikatan hidrogen melalui gugus hidroksil intramolekuler dan ekstramolekuler pada selulosa yang berdekatan.

Selain itu, *plasticizer* juga mampu mempengaruhi daya degradasi plastik. Baskoro (2011) yang melakukan penelitian pada *nata de coco* mengatakan ketika nata mengalami penyerapan *plasticizer* optimum maka dinding selulosa akan semakin menipis dan rapuh. Hal ini dikarenakan volume serat selulosa tidak bertambah seiring peningkatan volume penyerapan *plasticizer*. Lembaran nata yang rapuh akan mempercepat proses degradasi (Baskoro, 2011: hal 71).

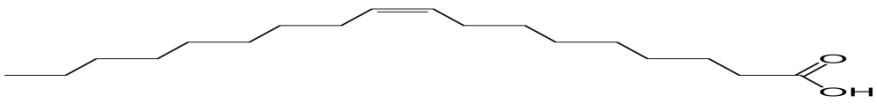
Plasticizer yang biasa digunakan pada plastik kemasan berasal dari senyawa phatalate seperti dioctylphtalate yang bersifat toksik. Bahan-bahan tersebut bersifat toksik jika kontak dengan makanan. Apalagi dalam kondisi makanan saat panas dan berminyak. Untuk itu, dicari alternatif *plasticizer* yang aman dan sehat untuk digunakan seperti asam oleat, gliserol sorbitol dan sebagainya.

Keuntungan *plasticizer* dari minyak nabati sebagai pengganti *plasticizer* sintetis adalah selain dapat diperbaharui, juga tidak bersifat racun dan lebih bersahabat dengan lingkungan. Tak hanya itu, penggunaan asam oleat sebagai *plasticizer* menghasilkan plastik yang memiliki struktur polimer lebih rapat, fasa kristalin dan kuat tarik lebih besar jika dibandingkan dengan *plasticizer* gliserol. (Masykuri *dkk*, 2007 : hal 1).

D. Asam Oleat

Asam oleat merupakan asam lemak tidak jenuh yang memiliki jumlah atom C sebanyak 18 dengan satu ikatan rangkap pada atom C nomor 9 dan gugus karboksilat (-COOH) pada atom C nomor 1 paling ujung dari rantai karbon molekulnya (Rohaeti, 2010 : hal 1). Asam oleat memiliki (gugus –COOH) yang bersifat polar serta hidrofilik dan (gugus –CH) yang bersifat non polar serta hidropobik. Akibatnya, asam oleat disebut juga senyawa ampiphatik ketika dilarutkan di dalam air. Di dalam air, asam oleat akan membentuk lapisan monolayer dengan gugus karboksil berikatan dengan air sedangkan rantai hidrokarbonnya tidak berikatan dengan air.

Asam oleat memiliki ikatan rangkap sehingga membuatnya berikatan secara *trans* dan *cis.* Namun, asam oleat berstruktur *cis* lebih stabil daripada *trans.* Selain Asam oleat merupakan asam lemah dengan pH ± 4,5.(Mathews, *dkk* , 2000 : hal 316). Struktur molekul asam oleat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur molekul asam oleat
(Sumber : Mathews, *dkk* , 2000 : hal 316)

Asam oleat memiliki sifat fisik diantaranya warnanya kekuningan, titik leleh 13˚ C dan titik didih 360˚ C. Sedangkan sifat kimianya yaitu asam oleat termasuk agen pengoksidasi yang kuat dan tidak bersifat toksik (A.Young, 2002 : hal 1).

E. Karakteristik Plastik

1. Daya degradasi

Daya degradasi adalah kemampuan suatu plastik untuk terurai di dalam tanah. Plastik yang memiliki daya degradasi biasa dikenal dengan plastik biodegradabel. Plastik biodegradabel adalah jenis plastik yang pada kondisi dan waktu tertentu mengalami perubahan dalam struktur kimianya, akibat pengaruh dari mikroorganisme (Griffin dalam Firdaus dan Anwar, 2004 : hal 1). Mikroorganisme tanah ini akan memutus ikatan polimer plastik. Huda dan Firdaus (2007) dalam penelitiannya mengatakan bahwa plastik *biodegradable* didegradasi oleh bakteri dengan memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya.

Plastik yang juga dikenal dengan nama plastik ramah lingkungan atau biopolimer ini selain mudah terdegradasi yang mengakibatkan ia ramah lingkungan juga aman bagi kesehatan. Hal ini dikarenakan bahan dasar serta *plasticizer* yang digunakan bersifat alami (Masykuri *dkk*, 2007 : hal 1).

Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat biodegradabilitas kemasan setelah kontak dengan mikroorganisme, yakni : sifat hidrofobik, bahan aditif, struktur polimer dan berat molekul bahan kemasan. Selain itu, daya degradasi juga dipengaruhi oleh kandungan selulosa dalam nata. Behjat (2009) yang melakukan penelitian pada plastik biodegradabel dari selulosa Kenaf menunjukkan bahwa semakin banyak selulosa yang dikandung oleh suatu plastik maka semakin cepat

plastik tersebut untuk terdegradasi. Selanjutnya, Al Ummah (2013) yang melakukan penelitian pada plastik biodegradabel dari tepung biji durian mengatakan gugus aktif yang terdapat pada plastik seperti hidroksil (-OH), karbonil (-CO) dan karboksil (-COOH) turut mempengaruhi daya degradasi plastik.

Proses terjadinya biodegradasi plastik pada lingkungan alam dimulai dengan tahap degradasi kimia yaitu dengan proses oksidasi molekul, menghasilkan polimer dengan berat molekul yang rendah. Proses berikutnya adalah serangan mikroorganisme (bakteri, jamur dan alga) dan aktivitas enzim (Griffin dalam Firdaus dan Anwar, 2004 : hal 7).

2. Morfologi

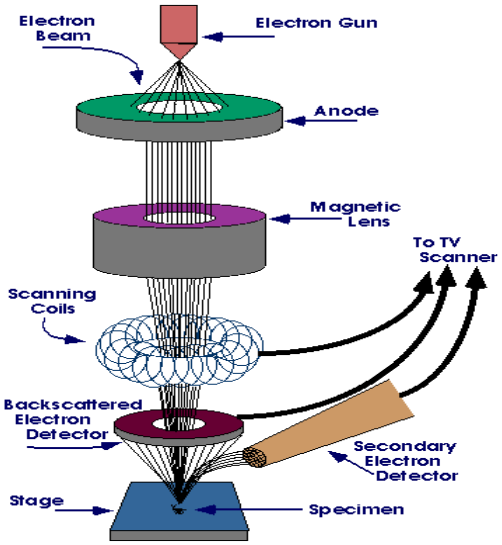
Morfologi adalah salah satu uji untuk mengetahui homogenitas dan komposisi suatu bahan. Morfologi suatu bahan biasa diuji menggunakan alat SEM (*Scanning Electron Microscope*). Prinsip kerja SEM adalah penembakkan permukaan suatu material dengan berkas elektron berenergi tinggi. Elektron ini disebut dengan elektron primer. Akibatnya, elektron pada atom di permukaan material terpental yang kemudian dikenal dengan elektron sekunder. Elektron sekunder yang berenergi rendah ini yang akan menentukan permukaan dari material tersebut.

Jika permukaan spesimen tidak rata, misalnya ada lekukan, lipatan, retakan, atau lubang-lubang, maka tiap-tiap bagian di permukaan itu akan memantulkan elektron dengan jumlah dan arah yang berbeda. Jika elektron-elektron yang dipantulkan oleh masing-masing bagian permukaan itu ditangkap oleh detektor

dan diteruskan ke sistem layar maka akan diperoleh gambar yang sesuai dengan keadaan permukaan spesimen. Jadi gambar yang diperoleh merupakan bayangan dari pantulan elektron.

Sampel yang akan diukur dengan menggunakan SEM merupakan zat yang dapat menghantarkan arus listrik atau dilapisi dengan logam yang dapat menghantarkan arus listrik. Logam yang biasa digunakan untuk melapisi sampel yang isolator adalah emas dengan tebal sekitar 100-500 Angstrom. Hal ini dikarenakan emas bersifat inert sehingga tidak turut bereaksi.

Pelapisan bahan dapat dilakukan dengan menempatkan spesimen dalam *evaporator* dengan kevakuman yang tinggi. Bahan pelapis dipanaskan sehingga menguap dan selanjutnya uap akan melapisi permukaan spesimen (Rohaeti, 2009 : hal 8). Instrument SEM dapat dilihat pada Gambar 4.

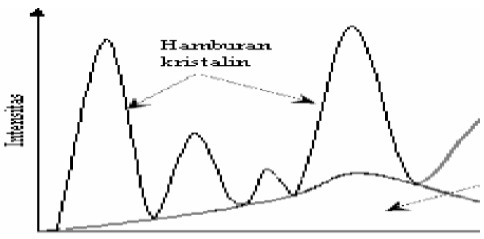


Gambar 4. SEM (*Scanning Electron Microscope*)
(Sumber : www.purdue.edu)

3. Kristalinitas

Polimer yang menyusun suatu plastik memiliki struktur kristalin dan amorf atau biasa disebut dengan semikristalin. Uji kristalinitas polimer biasa menggunakan alat XRD (*X-Ray Diffraction*). XRD adalah alat yang digunakan untuk mempelajari keteraturan atom atau molekul dalam suatu struktur tertentu. Prinsip kerja XRD adalah penyinaran suatu material dengan sinar-X. Jika seberkas sinar-X di jatuhkan pada sampel kristal maka bidang kristal itu akan memantulkan sinar-X yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut.

Sinar yang dipantulkan akan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai sebuah puncak difraksi. Makin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel, makin kuat intensitas pemantulan yang dihasilkannya. Tiap puncak yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. Jika polimer bersifat kristalin maka akan menghasilkan puncak tajam sedangkan jika bersifat amorf akan menghasilkan puncak lebar. Namun polimer biasanya bersifat semikristalin yang berarti memiliki bagian amorf maupun bagian kristalin. Bentuk puncak ditunjukkan pada Gambar 5.

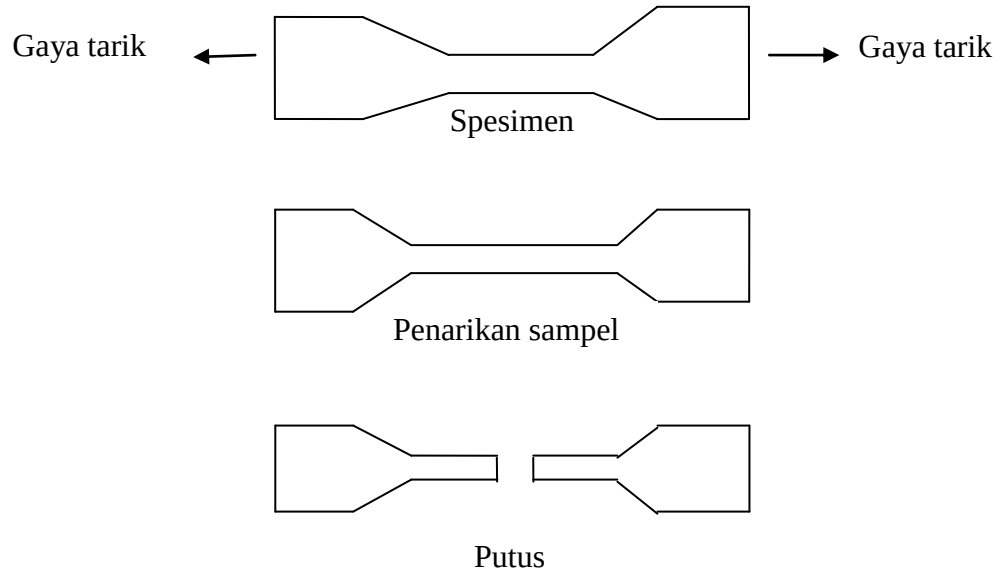


Gambar 5. Bentuk puncak kristalin dan amorf
(Sumber : Rohaeti, 2009 : hal 7)

Puncak-puncak yang didapatkan dari data pengukuran ini kemudian dicocokkan dengan standar difraksi sinar-X untuk hampir semua jenis material. Standar ini disebut JCPDS (*Joint Committee of Powder Difraction Standart*) (Rohaeti, 2009 : hal 6).

4. Sifat mekanik (*tensile strength*)

Kuat tarik adalah salah satu sifat mekanik plastik. Kuat tarik menunjukkan kekuatan dari suatu sampel. Secara teknis kuat tarik dapat diartikan sebagai tarikan maksimum yang mampu dicapai plastik sebelum putus. Jadi yang menjadi fokusnya adalah kemampuan sampel untuk menahan beban yang diberikan. (Baskoro Prabowo, 2011 : hal 38). Proses pemutusan sampel bisa dilihat pada Gambar 5.



Gambar 6. Proses pemutusan spesimen
(Sumber : Baskoro Prabowo, 2011 : 38)

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Hasil *scanning* alat SEM menunjukkan plastik *nata de soya* memiliki morfologi permukaan yang rata setelah ditambahkan *plasticizer*. Hasil maksimal ditunjukkan pada plastik yang direndam selama 6 hari dengan *plasticizer* asam oleat dan gliserol.
2. Hasil uji kuat tarik menunjukkan plastik *nata de soya* memiliki kuat tarik yang cukup baik setelah ditambah *plasticizer.* Semakin lama plastik direndam dengan *plasticizer* maka nilai kuat tariknya semakin menurun. Nilai kuat tarik tertinggi ditunjukkan pada plastik direndam dengan asam oleat sebanyak 30 mL selama 2 hari yaitu 33,89 MPa.
3. Semakin lama masa penguburan plastik di dalam tanah maka semakin banyak plastik yang mampu didegradasi. Daya degradasi terbesar terdapat pada plastik tanpa perendaman *plasticizer* yaitu 72,8 %.
4. Hasil uji kristalinitas dengan XRD menunjukkan bahwa plastik bersifat kuat karena adanya struktur kristalin pada plastik yang diuji. Derajat kristalinitas terbesar terdapat pada plastik yang direndam asam oleat 50 mL selama 6 hari yaitu 39,96 %.

B. Saran

1. Fermentasi seharusnya dilakukan pada ruangan yang suhunya dapat diatur yaitu pada suhu 28℃.
2. Pengujian daya degradasi perlu dikontrol seperti pH, kelembaban tanah serta jenis dan jumlah mikroorganisme perlu diketahui
3. Kekuatan tekan ketika mempress nata perlu diatur agar ketebalan nata sesudah dipress sama sehingga data yang dihasilkan nantinya bisa lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

A.Darmajana, D. (2004). "Pengaruh Ketinggian Media dan Waktu Inkubasi Terhadap Beberapa Karakteristik Fisik Nata De Soya." Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses. ISSN : 1411-4216.

Adi Pingkan dan Kusnaidi. (2003). "Kultur Campuran dan Faktor Lingkungan Mikroorganisme yang Berperan dalam Fermentasi 'Tea-Cider." PROC. ITB Sains & Tek 35 A: 147-162.

Al Ummah, N. (2013). Uji Ketahanan Biodegradable Plastic Berbasis Tepung Biji Durian (durio zibethinus murr) Terhadap Air dan Pengukuran Densitasnya. Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Negeri Semarang.

A. Young, J. (2002). "Chemical Laboratory Information Profile." Journal of Chemical Education 79.

Baskoro Prabowo, A. (2011). Evaluasi Sifat Mekanik Material Komposit Serat Nata De Coco / Resin Dengan Pemasukan Filler Nanosilika Menggunakan Metode Post Modification, Universitas Indonesia.

Behjat, T. *dkk.* (2009). "Effect of PEG on the biodegrability studies of Kennaf cellulose-polyethylene composites." International Foods Research Journal: 243-247.

Djajati, S. Pembuatan Nata De Manggo (Kajian : Konsentrasi Sukrosa dan Lama Fermentasi). Jawa Timur, Universitas Pembangunan Nasional Veteran.

Firdaus, F. dan Chairil Anwar. (2004). "Potensi Limbah Padat-cair Industri Tepung Tapioka sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradabel." Logika 2: 1.

Habenicht, G. (2008). Applied Adhesive Bonding : A Practical Guide for Flawless Results.

Huda, T dan Firdaus Ferris. (2007). "Karakteristik Fisiko Kimiawi Film Plastik Biodegradabel dari Pati Singkong-Ubi Jalar." 1.

Husni, H dan. Esmiralda, MT. Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri TahuTerhadap Ikan Mas (Cyprinus carpio lin) (Studi Kasus: Limbah Cair Industri Tahu "Super", Padang. Padang, Universitas Andalas.

Julianti, E dan. Mimi Nurminah. (2006). Teknologi Pengemasan. Medan, Universitas Sumatera Utara.