

SKRIPSI

**POTENSI PATI KETELA POHON *Manihot utilisima* Pohl
SEBAGAI BAHAN BAKU FILM PLASTIK BIODEGRADABEL**

SARI NURHALIDAH

H411 07 005



JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2013

**POTENSI PATI KETELA POHON *Manihot utilissima* Pohl SEBAGAI
BAHAN BAKU FILM PLASTIK BIODEGRADABEL**

SARI NURHALIDAH

H 411 07 005

*Skripsi ini disusun untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat untuk memperoleh
gelar sarjana Biologi*

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2013

LEMBAR PENGESAHAN

**POTENSI PATI KETELA POHON *Manihot utilissima* Pohl SEBAGAI
BAHAN BAKU FILM PLASTIK BIODEGRADABEL**

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama

Dr. Fahrudin, M.Si
NIP.19650915 199103 1 002

Dr. Nur Haedar A. Nawir, S.Si, M.Si
NIP. 19680129 199702 2 001

Abstrak

Pati ketela pohon *Manihot utilissima* Pohl memiliki potensi sebagai bahan baku film plastik biodegradabel untuk dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan film plastik dari pati ketela pohon *Manihot utilissima* Pohl sebagai bahan baku pembuatan film plastik biodegradabel. Pembuatan film plastik menggunakan bahan utama pati ketela pohon *Manihot utilissima* Pohl dicampur dengan aquades 10 ml, asam asetat encer sebanyak 50 ml, gliserol 75 % sebanyak 50 ml, kitosan 2 gram, HCl 1, 25 N sebanyak 25 ml, dan NaOH 3,5 % sebanyak 20 tetes. Uji biodegradabel dengan menggunakan media tanah dan dilakukan perbandingan dengan kontrol positif berupa plastik oxium dan kontrol negatif dengan plastik konvensional. Hasilnya diperoleh film plastik biodegradabel, mempunyai karakteristik yaitu berwarna bening, teksturnya halus, dan memiliki ketebalan 0,68 mm, kemudian hasil uji biodegradabel pada film plastik menunjukkan pada hari ke-12 mampu terdegradasi sedangkan kontrol positif dan kontrol negatif tidak dapat terdegradasi.

Kata kunci : pati ketela pohon, film plastik, biodegradasi

Abstract

Cassava starch *Manihot utilissima* Pohl had potential raw material of plastic biodegradable films to be developed. This research aimed to produce plastic films of cassava starch *Manihot utilissima* Pohl as a raw material plastic biodegradable films. The manufacture of plastic films used cassava starch *Manihot utilissima* Pohl as the main ingredient and be mixed with 10 ml of distilled water, 50 ml of dilute acetic acid, 50 ml of 75 % gliserol, 2 grams of chitosan, 25 ml of HCl 1, 25 N, and 20 drops of 3,5 % NaOH. The test of biodegradable used soil media and it has done the comparison which positive control was oxium plastic and negative control was conventional plastic. The result was obtained that plastic biodegradable films had the characteristics, that were coloured transparent, smooth texture, and thickness of 0,68 mm. Then the result of biodegradable test of plastic films showed that on the twelfth day it was able to be degrade while in positive control and negative control were not able to degrade.

Keywords : cassava starch, plastic films, biodegradable

KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji hanyalah milik Allah Subhanahu Wata'ala, Pemilik alam semesta dan segala isinya. Shalawat dan salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Sallallahu 'Alaihi Wasallam beserta keluarga beliau dan segenap pengikutnya hingga akhir zaman. Atas kasih sayang, rahmat dan izin Allah *Subhanahu Wata'ala*, penulis dapat menyelesaikan skripsi ” Potensi Pati Ketela Pohon *Manihot utilissima* Pohl sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradabel ”.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Abi H. M. Tahir Wahab dan Ummi tercinta Hj. Sutria S.E., serta saudara-saudariku kak Mizwar, Maya, Indah dan Ainun yang tak henti-hentinya memberikan doa, perhatian, serta dorongan moril selama penulis menjalankan pendidikan.

Ucapan terima kasih pula kami haturkan kepada Bapak Dr. Fahrudin, M.Si selaku Pembimbing Utama, Ibu Dr. Nur Haedar A. Nawir, S.Si, M.Si yang telah memberi waktu, tenaga, pikiran dan dorongan moril, sehingga rangkaian penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya juga tidak lupa penulis haturkan kepada :

- Bapak Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta staf yang telah memberikan bantuan dan kemudahan selama mengikuti pendidikan.
- Ketua dan Sekretaris Jurusan serta Staf Pegawai Jurusan Biologi F MIPA Universitas Hasanuddin atas ilmu dan petunjuknya selama ini.
- Hj. Dra. Risco B. Gobel, M.S selaku Penasihat Akademik yang senantiasa memberikan dorongan dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini.
- Dr. Juhriah, M.Si, Drs. Muh. Ruslan Umar, M.Si, Drs. Ambeng, M.Si, dan Dr. A. Masniawati, S.Si, M. Si, selaku Penguji Sidang Sarjana.
- Buat Murabbiahku Hasriani, S.Hut, Nurdianti S.Si, Salma S.Si, Nur Beti S.P., Muhdaniar Darwis S.Si, Farida Aprianti S.P., dan Lili Kartika Sari S.P. penulis ucapkan jazakumullahu khair atas ilmu agama yang telah diberikan, mudah-mudahan ilmu yang diajarkan bisa menjadi amal jariyah. Aamiin..
- Buat Mudarrisahku Zahratun Nadira S.Si, Ramlah S.Si, Kurniati S.P., Muspidayana S.Pd, dan Muliyani Idris S.Pd penulis ucapkan jazakumullahu khair atas pengajaran ilmu tajwid yang telah diberikan. Mudah-mudahan Al-Qur'an dapat menjadi syafaat kita di akhirat kelak. Aamiin..
- Buat keluarga kecil FSUA (Forum Studi Ulul Albaab), UKM LDK MPM (Unit Kegiatan Mahasiswa Lembaga Dakwah Kampus Mahasiswa Pencinta Mushalla), dan Mushalla Istiqamah FMIPA Unhas yang dengan ukhuwah diantara pengurus bisa saling menguatkan untuk berdakwah di jalan dienul Islam di Unhas dan

menjadi wasilah untuk bisa tetap istiqamah dengan diberikannya amanah di tempat tersebut.

- Buat Andini S.S., Asia Asnawi S. Si, Peni Hamidah, Ramdhani Purnamasari S.S., Muthmainnah, dan Nurhayati binti Hayub yang telah memberikan dukungan dan motivasinya untuk menyelesaikan skripsi ini.
- Buat Mutarabbiyah dan Darrisahku yang menjadi penyemangatku dalam menyelesaikan skripsi ini. Mudah-mudahan kalian dapat menjadi estafet perjuangan Rasulullah dalam menegakkan *Kalimatullah* di muka bumi. Aamiin..
- Buat Azrini Khaerah S.Si, Nur Aliyah, Aida, Rix Jayanti, Ardy Kusuma S.Si, Hasriani, Stendy S.T., Ningsih S. Si, dan yang tak dapat penulis sebutkan satu persatu atas persaudaraan, doa, kasih sayang, bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis. terima kasih atas segalanya.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan skripsi ini untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bertujuan positif demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bisa menjadi acuan yang bermanfaat dikemudian hari bagi siapapun yang membutuhkan.

Demikianlah skripsi ini dibuat, semoga aktivitas kita dinilai ibadah di sisi Allah *Subhanahu Wata'ala*.

Makassar, Juni 2013

(Penulis)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	5
I.3 Manfaat Penelitian	5
I.4 Waktu dan Tempat Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Plastik	6
II.2 Biopolimer	8
II.3 Klasifikasi Ketela Pohon	10
II.4 Pemanfaatan Ketela Pohon	11

II.5 Kandungan Ketela Pohon	12
II.6 Film Ketela Pohon	13
II.7 Khitosan	15
BAB III. METODE PENELITIAN	
III.1 Alat dan Bahan	17
III.1.1 Alat	17
III.1.2 Bahan	17
III.2 Metode Kerja	17
III.2.1 Sterilisasi Alat	17
III.2.2 Pembuatan Film	18
III.2.3 Uji Biodegradasi	18
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	29
DAFTAR PUSTAKA	30
DAFTAR LAMPIRAN	33

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Produksi beberapa hasil pertanian sekunder di Indonesia	12
2. Kandungan ketela pohon per 100 gram bahan	12
3. Hasil uji biodegradabel pada 3 jenis plastik dengan media tanah	22
4. Hasil pengukuran pada 3 jenis plastik	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ketela Pohon <i>Manihot utilissima</i> Pohl	11
2. Hasil Pembuatan Film Plastik Biodegradabel dari Pati Ketela Pohon <i>Manihot utilissima</i> Pohl	20
3. A. Perlakuan film plastik pada media tanah	22
B. Hasil uji biodegradabel film plastik setelah diperlakukan pada media tanah	22
4. A. Hasil uji kontrol positif setelah diperlakukan pada media tanah	26
B. Hasil uji kontrol negatif setelah diperlakukan pada media tanah	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pengukuran Ketebalan Film Plastik	33
A. - Film Plastik Biodegradabel	33
- Standar Deviasi	33
B. - Plastik Oxium	34
- Standar Deviasi	35
C. - Plastik Konvensional	35
- Standar Deviasi	36
2. A. Pembuatan Film Plastik Biodegradabel	37
B. Uji Biodegradabel	38
C. Pengukuran Ketebalan Plastik	38

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Hampir setiap hari kita membutuhkan plastik untuk berbagai hal, yakni sebagai pembungkus makanan, alas makan dan minum, untuk keperluan sekolah, kantor, dan sebagainya. Hal ini dikarenakan plastik memiliki sifat unggul seperti ringan tetapi kuat, transparan, tahan air serta harganya relatif murah dan terjangkau oleh semua kalangan masyarakat. Namun, plastik yang beredar di pasaran saat ini merupakan polimer sintetik yang sulit untuk terurai di alam. Akibatnya semakin banyak yang menggunakan plastik, akan semakin meningkat pula pencemaran lingkungan seperti penurunan kualitas air dan tanah menjadi tidak subur.

Permasalahan yang berkembang akibat pencemaran plastik ini sangat beragam. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi alat yang solutif sehingga dapat diterapkan oleh masyarakat dalam mengurangi masalah pencemaran plastik akibat penggunaan plastik sintesis yang tidak dapat didegradasi. Ada beberapa cara yang digunakan untuk menghilangkan limbah plastik baik secara fisik, biologis, dan kimia, atau kombinasi dari ketiganya serta juga dengan daur ulang. Cara-cara itu cenderung kurang efektif karena jumlah limbah plastik yang sangat banyak dan tidak semua limbah plastik ditangani seperti itu. Sebagian besar orang akan membuang kantong plastik begitu sudah sekali pakai. Sehingga lama-kelamaan akan menimbulkan tumpukan limbah plastik tanpa dapat didegradasi.

Selama berabad-abad plastik konvensional tersebut dituding sebagai biang pencemar lingkungan karena tidak dapat teruraikan dalam tanah. Untuk menyelamatkan lingkungan dari bahaya plastik, saat ini telah dikembangkan plastik biodegradabel, artinya plastik ini dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Biasanya plastik konvensional berbahan dasar petroleum, gas alam, atau batu bara. Sementara plastik biodegradabel terbuat dari material yang dapat diperbaharui, yaitu dari senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanaman misalnya selulosa, kolagen, kasein, protein atau lipid yang terdapat dalam hewan.

Menurut Roach (2003), konsumsi dunia terhadap plastik pada tahun 2001 menunjukkan angka sebesar 500 M - 1 Triliun kantong plastik. Pada dekade 50-an, konsumsi plastik dunia mencapai 5 juta ton per tahun dan pada tahun 2006 mencapai 100 juta ton per tahun. Peningkatan konsumsi sebesar $\pm 20\%$ per tahun mengakibatkan penumpukan sampah yang tidak dapat didegradasi sehingga merusak keseimbangan lingkungan. Keseimbangan lingkungan akan tetap terjaga diantaranya dengan mengurangi sampah yang tidak dapat didegradasi.

Secara umum kemasan plastik biodegradabel diartikan sebagai film kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami. Plastik biodegradabel adalah suatu bahan dalam kondisi tertentu, waktu tertentu mengalami perubahan dalam struktur kimianya yang mempengaruhi sifat-sifat yang dimilikinya oleh pengaruh mikroorganisme seperti bakteri, jamur, algae. Sedangkan, kemasan plastik biodegradabel adalah suatu material polimer yang berubah ke dalam senyawa berat

molekul rendah dimana paling sedikit satu tahap pada proses degradasinya melalui metabolisme organisme secara alami (Firdaus dan Anwar, 2004).

Plastik biodegradabel berbahan dasar pati atau amilum dapat didegradasi bakteri *Pseudomonas* dan *Bacillus* memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Senyawa-senyawa hasil degradasi polimer selain menghasilkan karbon dioksida dan air, juga menghasilkan senyawa organik lain yaitu asam organik dan *aldehyd* yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Plastik berbahan dasar pati atau amilum aman bagi lingkungan. Sebagai perbandingan, plastik tradisional membutuhkan waktu sekitar 50 tahun agar dapat terdekomposisi secara alami, sementara plastik biodegradabel dapat terdekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat. Hasil degradasi plastik ini dapat digunakan sebagai makanan hewan ternak atau sebagai pupuk kompos.

Plastik biodegradabel yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia berbahaya. Kualitas tanah akan meningkat dengan adanya plastik biodegradabel, karena hasil penguraian mikroorganisme meningkatkan unsur hara dalam tanah. Proyeksi kebutuhan plastik biodegradabel hingga tahun 2010 yang dikeluarkan oleh *Japan Biodegradable Plastik Society*. Di tahun 1999, produksi plastik biodegradabel hanya sebesar 2500 ton, yang merupakan 1/ 10.000 dari total produksi bahan plastik sintetis. Pada tahun 2010, produksi plastik biodegradabel mencapai 1.200.000 ton atau menjadi 1/ 10 dari total produksi bahan plastik. Industri plastik biodegradabel akan berkembang menjadi industri besar di masa yang akan datang karena potensi alam Indonesia yang demikian besar (Pranamuda, 2003).

Jerman, India, Australia, Jepang, dan Amerika adalah negara yang paling intensif mengembangkan riset plastik biodegradabel dan mempromosikan penggunaannya menggantikan plastik konvensional. Komunitas internasional sepakat, penggunaan bahan polimer sintetis yang ramah lingkungan harus terus ditingkatkan. Penggunaan skala besar plastik berbahan biodegradabel ini akan membantu mengurangi penggunaan minyak bumi, gas alam dan sumber mineral lain serta turut berkontribusi menyelamatkan lingkungan. Sementara itu, penggunaan di Indonesia masih jauh panggang dari api. Padahal sudah jelas potensi bahan baku pembuatan plastik biodegradabel sangat besar di Indonesia (Huda dan Firdaus, 2007).

Salah satu bahan baku yang dapat digunakan dalam pembuatan film plastik biodegradabel yaitu ketela pohon. Ketela pohon merupakan tanaman yang paling mudah ditanam di Indonesia. Hanya dengan menancapkan batangnya saja, ketela pohon bisa tumbuh. Indonesia yang memiliki banyak lahan yang belum dimanfaatkan, dengan produksi plastik biodegradabel ini diharapkan dapat semakin memberdayakan masyarakat. Ketela pohon yang digunakan untuk bahan plastik, tidak terbatas pada ketela pohon jenis tertentu. Semua jenis ketela pohon, baik yang dapat dimakan maupun tidak, bisa menjadi bahan baku pembuatan plastik biodegradabel. Ketela pohon tersebut harus dibuat tepung terlebih dulu atau yang biasa disebut tepung tapioka. Ketela pohon mengandung zat tertentu yang dapat disatukan dan diolah menjadi plastik biodegradabel (Anonim, 2010).

Indonesia dengan kekayaan sumber daya alamnya sangat potensial untuk dikembangkan produksi plastik biodegradabel. Salah satu komoditi yang dapat diproduksi untuk membuat plastik biodegradabel adalah jenis tanaman umbi-umbian. Umbi-umbian yang dimanfaatkan pada penelitian ini berupa ketela pohon karena ketela pohon masih digolongkan sebagai hasil pertanian sekunder yang kurang dimanfaatkan selain sebagai makanan pokok. Selain sebagai makanan pokok, ketela pohon memiliki potensi yang besar untuk dijadikan bahan baku plastik biodegradabel. Sehingga penelitian ini memanfaatkan ketela pohon *Manihot utilissima* Pohl sebagai bahan penghasil plastik biodegradabel.

I.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan film plastik dari pati ketela pohon *Manihot utilissima* Pohl yang biodegradabel.

I.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi pada pemanfaatan pati ketela pohon *Manihot utilissima* Pohl sebagai sumber bahan baku dalam pembuatan plastik biodegradabel.

I.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2012 sampai dengan bulan April 2013 bertempat di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Plastik

Plastik merupakan salah satu bahan yang telah memberikan banyak kemudahan bagi kehidupan manusia sehari-hari. Plastik sudah digunakan sejak 50 tahun lalu, namun penggunaannya meningkat tajam sejak 25 tahun terakhir seiring dengan perubahan gaya hidup masyarakat menjadi semakin konsumtif. Sifatnya yang ringan, transparan, murah, isolator yang baik, mudah dibentuk, dan dapat dimodifikasi sesuai dengan keperluan telah menjadikan plastik sebagai bahan yang paling banyak digunakan oleh manusia (Khoiri, 2007).

Saat ini, produksi berbagai jenis polimer sintetik berbahan dasar minyak bumi di seluruh dunia telah mencapai 140 juta ton/tahun. Jumlah tersebut meningkat hingga dua kali lipat jika dibandingkan dengan produksi polimer sintetik berbahan dasar minyak bumi pada dekade 1950. Selain itu, pada tahun 2008 diperkirakan ada 500 juta sampai 1 milyar kantong plastik digunakan penduduk dunia dalam satu tahun. Ini berarti ada sekitar 1 juta kantong plastik per menit. Untuk membuat satu ton plastik, diperlukan 12 juta barel minyak per tahun, dan 14 juta pohon ditebang. Hal ini dapat memperburuk *global warming* karena berkurangnya pohon sebagai paru-paru bumi yang dapat menyerap emisi gas rumah kaca. Selain bahan dasarnya yang tidak terbarukan, plastik juga tidak hemat energi dalam proses pembuatannya (Lu *et al.* 2008).

Permasalahan lain yang ditimbulkan dari penggunaan plastik ialah pada saat produk-produk plastik tersebut sudah tidak dapat dipergunakan lagi dan dibuang ke lingkungan, akan sulit terurai secara alami oleh mikroorganisme dan dapat mencemari tanah dan air tanah (Rais, 2007).

Pada kasus lain, pembakaran plastik dapat melepaskan asap beracun seperti adipat dan ftalat yang bersifat karsinogen, dan proses produksinya juga menghasilkan polusi dalam jumlah yang besar seperti vinil klorida. Kasus lainnya adalah proses pembuangan sampah plastik sembarangan dapat mempengaruhi ekosistem laut, karena terdapat puluhan penyu, paus, dan mamalia laut mati karena memakan sampah plastik. Sampah plastik terutama kantong-kantong plastik dari pasar swalayan yang dibuang sembarangan juga dapat menyumbat saluran drainase dan sungai (Raberg, 2008).

Peningkatan penggunaan plastik yang signifikan ini karena sifat plastik yang memiliki banyak keunggulan, seperti : (1) mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan, (2) bobot yang lebih ringan jika dibandingkan dengan bahan-bahan lain, (3) daya tahan yang sangat baik, (4) ketahanan terhadap bahan kimia, air, dan benturan, serta (5) biaya produksi yang tidak besar. Akan tetapi, sebagian besar polimer yang diproduksi dan dikonsumsi pada akhirnya akan menjadi limbah industri di lingkungan. Hal tersebut karena mayoritas polimer sintetik yang diproduksi merupakan polimer dengan ketahanan yang baik terhadap penguraian secara biologi (Khoiri, 2007).

Rahayu (2007) mengemukakan bahwa penanganan sampah plastik antara lain dilakukan dengan cara daur ulang, pembakaran, dan penguburan. Pembakaran sampah plastik menghasilkan zat-zat beracun yang berbahaya bagi makhluk hidup, sementara cara penguburan tidak efektif karena plastik sangat sulit terdegradasi. Cara daur ulang merupakan alternatif terbaik untuk menangani sampah plastik, tetapi cara ini memerlukan biaya yang tinggi dan hanya dapat mengatasi sebagian kecil sampah plastik sehingga masih menimbulkan pencemaran. Kebutuhan plastik di Indonesia mencapai 1,35 juta ton per tahun. Setelah menjadi sampah, pemerintah hanya mampu mengelola 20-30 persennya. Selebihnya ditimbun ke area pembuangan sampah. Plastik dari BBM, banyak mengandung bahan-bahan karsinogen, sehingga mampu meracuni tubuh. Sementara itu, BBM juga terbatas dan lebih diprioritaskan untuk bidang energi karena sumbernya semakin turun.

Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi yang dapat menggantikan plastik yang tidak terbarukan dengan plastik yang terurai atau plastik degradabel. Salah satu inovasi plastik yang teruraikan ialah bioplastik. Bioplastik ternyata banyak dihasilkan oleh mikroorganisme, contohnya *Alcaligenes*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Nocardia*, *Pseudomonas*, *Ralstonia* dan *Rhizobium*. Sebenarnya pembuatan bioplastik telah lama dilakukan terutama oleh negara-negara maju. Bioplastik juga terbukti memiliki tingkat kekuatan yang sebanding dengan plastik sintetis (Matthyse *et al.* 2008).

II.2 Biopolimer

Biopolimer merupakan polimer yang terbentuk secara alami dengan berat molekul yang besar seperti protein, asam nukleat, dan polisakarida yang merupakan senyawa yang esensial dalam semua sistem kehidupan. Biopolimer terdiri dari tiga jenis makromolekul natural, yaitu protein, asam nukleat dan polisakarida yang semuanya terbentuk dari reaksi kondensasi dari unit monomernya (Kirk (1978) dalam Thalib (1999)).

Menurut Shofyan (2010) ada tiga kelompok biopolimer yang menjadi bahan dasar dalam pembuatan lapisan kemasan biodegradabel, yaitu :

1. Campuran biopolimer dengan polimer sintetis : film jenis ini dibuat dari campuran ganula pati 5 – 20 % dan polimer sintetis serta bahan tambahan (prooksidan dan autooksidan) . Bahan ini memiliki nilai biodegradabilitas yang rendah dan biofragmentasi sangat terbatas.
2. Polimer mikrobiologi (poliester) : biopolimer ini dihasilkan secara bioteknologis atau fermentasi dengan mikroorganisme genus *Alcaligenes*. Biopolimer jenis ini diantaranya polihidroksi butirat (PHB), polihidroksi valerat (PHV), asam polilaktat dan asam poliglikolat. Bahan ini dapat terdegradasi secara penuh oleh bakteri, jamur dan alga. Namun oleh karena proses produksi bahan dasarnya yang rumit mengakibatkan harga kemasan biodegradabel ini relatif mahal.
3. Polimer pertanian : biopolimer ini tidak dicampur dengan bahan sintetis dan diperoleh secara murni dari hasil pertanian. Polimer pertanian ini diantaranya cellulose yang merupakan bagian dari dinding sel tanaman, cellophan, celluloseacetat, chitin pada kulit *Crustaceae*, pullulan yang merupakan hasil

fermentasi pati oleh *Pullularia pullulans*. Polimer hasil pertanian mempunyai sifat termoplastik, sehingga mempunyai potensi untuk dibentuk atau dicetak menjadi film kemasan. Keunggulan polimer jenis ini adalah tersedia sepanjang tahun dan mudah hancur secara alami. Beberapa polimer pertanian yang potensial untuk dikembangkan adalah pati ketela pohon, pati gandum, pati jagung, kentang, casein, zein, konsentrat whey dan soy protein.

Biodegradable polimer adalah polimer yang mempunyai sifat dapat terurai di tanah oleh adanya aktivitas organisme. Polimer ini dapat diproses lebih lanjut menjadi plastik. Terdapat tiga jenis *biodegradable* polimer, yaitu polimer berbahan dasar pati, polimer yang berbahan dasar pati yang dimodifikasi, dan polimer berbahan dasar poliester. Jenis yang banyak dijumpai ialah polimer yang berasal dari pencampuran antara polimer basis minyak bumi dengan pati. Polimer berbasis poliester adalah poliester yang mempunyai sifat yang mudah terurai di tanah (Thalib, 1999). Penelitian ini akan menggunakan pati ketela pohon *Manihot utilisima* Pohl sebagai bahan dasar pembuatan plastik biodegradabel.

II.3 Klasifikasi Ketela Pohon

Menurut Cereda and Mattos (1996) ketela pohon dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kerajaan : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Euphorbiales

Famili : Euphorbiaceae
Subfamili : Crotonoideae
Genus : *Manihot*
Spesies : *Manihot utilissima* Pohl

II.4 Pemanfaatan Ketela Pohon

Tapioka adalah tepung dengan bahan baku ketela pohon *Manihot utilisima* Pohl sebagaimana terlihat pada Gambar 1. Produk yang dihasilkan dari tepung ketela pohon ini merupakan salah satu bahan untuk keperluan industri makanan, industri farmasi, industri tekstil, industri perekat, dan lain sebagainya.



Gambar 1. Ketela Pohon *Manihot utilisima* Pohl.

Namun disisi lain produksi tepung tapioka menghasilkan limbah dalam jumlah besar terutama berupa limbah cair karena proses pembuatan tepung tapioka memang memerlukan air dalam jumlah besar, dimana 1 ton produk tepung tapioka akan menghasilkan limbah cair sebesar 30-50 m³ (Amatya,1996).

Bahan dasar dalam pembuatan plastik biodegradabel adalah ketela pohon, oleh karena itu pengembangan plastik biodegradabel di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar. Ketela pohon di Indonesia masih digolongkan sebagai hasil pertanian sekunder, karena sebagai makanan pokok, Indonesia masih sebagian besar mengutamakan beras. Walaupun sebagai hasil pertanian sekunder, tetapi produksi ketela

pohon lebih tinggi apabila dibandingkan dengan jagung, dan ubi jalar. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Produksi beberapa hasil pertanian sekunder di Indonesia

Tabel 1. Produksi beberapa hasil pertanian sekunder di Indonesia

Tahun	Produksi (Ton)		
	Ubi kayu	Jagung	Ubi Jalar
2001	17.054.648	9.347.192	1.749.070
2002	16.913.104	9.347.192	1.771.642
2003	18.523.810	10.886.442	1.991.478
2004	19.424.707	11.225.243	1.901.802
2005	19.196.849	11.736.977	1.799.775

Sumber: Deptan (2005)

Sejauh ini di Indonesia pemanfaatan ketela pohon hampir 62 % digunakan untuk konsumsi sedangkan 35% digunakan untuk bahan baku industri, sedangkan sisanya untuk keperluan lain. Selama ini proses pengolahan ubi kayu menjadi produk turunan belum optimal (Setiawan, 2006). Salah satu pemanfaatan ketela pohon yang belum banyak dilakukan adalah dengan memprosesnya menjadi bahan baku plastik biodegradabel.

II.5 Kandungan Ketela Pohon

Menurut Retnowati dan Sutanti (2009) kandungan ketela pohon per 100 gram bahan yaitu seperti terlihat pada Tabel 2. Kandungan ketela pohon per 100 gram bahan.

Tabel 2. Kandungan ketela pohon per 100 gram bahan

Komponen	Kadar
Kalori	146,00 kal
Air	63,00 gr
Phosphor	40,00 mg
Karbohidrat	34,70 gr

Kalsium	33,00 mg
Vitamin C	30,00 mg
Protein	1,20 gram
Besi	0,70 mg
Lemak	0,30 gram
Vitamin B1	0,06 mg
Berat dapat dimakan	75,00

Peranan ketela pohon dalam pembuatan plastik biodegradabel adalah sebagai sumber glukosa yang merupakan bahan utama fermentasi asam laktat yang akan digunakan untuk dipolimerisasi menjadi *Poly Lactic Acid*. Ketela pohon memiliki kandungan pati dan serat pangan lainnya yang dapat dihidrolisis baik dengan asam, enzim maupun fermentasi menjadi glukosa, Kemudian dilakukan proses lanjutan untuk menghasilkan plastik biodegradabel (Setiawan, 2006).

II.6 Film Ketela Pohon

Kemampuan suatu bahan dasar dalam pembentukan film dapat diterangkan melalui fenomena fase transisi gelas. Pada fase tertentu diantara fase cair dengan padat, massa dapat dicetak atau dibentuk menjadi suatu bentuk tertentu pada suhu dan kondisi lingkungan yang tertentu. Fase transisi gelas biasanya terjadi pada bahan berupa polimer. Sedangkan suhu dimana fase transisi gelas terjadi disebut sebagai titik fase gelas. Pada suhu tersebut bahan padat dapat dicetak menjadi suatu bentuk yang dikehendaki, misalnya bentuk lembaran tipis kemasan.

Menurut Madeka dan Kokini (1996), suhu transisi pada keadaan antara *glassy* ke *rubbery* dari bahan dasar murni dengan kadar air 15 – 35 % dan menunjukkan terjadinya jalinan reaksi transisi pada suhu antara 65 – 160°C untuk tepung bahan dasar dengan kadar air di atas 25 %. Di bawah suhu 65°C bahan dasar terlihat seperti

cairan polimer yang kusut (*entangled fluid polymer*), sedang di atas suhu 160°C ikatan silang agregat bahan dasar menjadi lemah. Kaitan dengan gejala ini, polimer bahan dasar dari jagung yang dilarutkan dalam pelarut organik dapat dicetak menjadi film kemasan plastik.

Secara kimia kemampuan membentuk film dijelaskan oleh Argos, *et al.*, (1982), sebagai akibat terjadinya interaksi glutamin pada batang-batang molekul bahan dasar yang bertumpuk. Selanjutnya menurut Gennadios, *et. al.*, (1994), bahwa film terbentuk melalui ikatan hidrofobik, hidrogen dan sedikit ikatan disulfid diantara cabang-cabang molekul bahan dasar.

Metode pembuatan kemasan plastik biodegradabel telah berkembang sangat pesat. Beberapa metode yang dapat diterapkan diantaranya yang dikembangkan oleh Yamada, *et. al.* (1995), Frinault, *et. al.* (1997), dan Isobe (1999). Namun demikian, pemilihan metode atau teknologi produksi didasarkan pada evaluasi terhadap karakteristik fisik dan mekanik film yang dihasilkan. Selain karakteristik tersebut, juga didasarkan pada nilai biodegradabilitas film pada berbagai kondisi. Metode pembuatan film yang dikembangkan oleh Isobe (1999), yaitu bahan dasar dilarutkan dalam aceton dengan air 30 % (v/v) atau etanol dengan air 20 % (v/v). Kemudian ditambahkan bahan pemlastik berupa lipida atau gliserin, dipanaskan pada 50°C selama 10 menit. Selanjutnya dilakukan pencetakan pada casting dengan menuangkan 10 ml campuran ke permukaan plat polyethylene yang licin. Dibiarkan selama 5 jam pada suhu 30 sampai 45° C dengan *room humidity* atau RH ruangan terkendali. Film

yang terbentuk dilepas dari permukaan cetakan, dikeringkan dan disimpan pada suhu ruang selama 24 jam.

Metode lain yang dikembangkan oleh Frinault, *et al.*, (1997) dengan bahan dasar berupa casein menggunakan pencetak ekstruder dengan tahap proses terdiri dari : pencampuran bahan dasar dengan aceton atau etanol- air, penambahan plasticiser, pencetakan dengan ekstruder kemudian pengeringan film.

Metode yang dikembangkan Yamada, *et al.*, (1995), bahan dasar dilarutkan dalam etanol 80 %. Ditambahkan pemlastis, dipanaskan pada suhu 60-70°C selama 15 menit. Campuran kemudian dicetak pada auto-casting machine. Selanjutnya dibiarkan selama 3 – 6 jam pada suhu 35° C dengan RH ruangan 50 %. Film kemudian dikeringkan selama 12 – 18 jam pada suhu 30° C pada RH 50 %. Dilanjutkan dengan pengkondisian pada suhu ruang selama 24 jam.

II. 7 Khitosan

Pati merupakan biopolimer karbohidrat yang dapat terdegradasi secara mudah di alam dan bersifat dapat diperbaharui. Pati sendiri memiliki batasan bervariasi terkait dengan kelarutan dalam air. Lapisan tipis dari pati dapat dengan mudah rusak. Untuk meningkatkan karakteristik, biasanya pati dicampur biopolimer yang bersifat hidrofobik atau bahan tahan air. Salah satu biopolimer hidrofobik yang direkomendasikan adalah khitosan yang dapat disintesis dari limbah cangkang udang dan crustacean lainnya.

Khitosan direkomendasikan sebagai biomaterial berpotensi tinggi untuk dikompositkan dengan pati atau amilum sebagai bahan utama pembuatan komposit

pati-khitosan. Khitosan merupakan senyawa yang tidak larut dalam air, larutan basa kuat, sedikit larut dalam HCl, HNO₃, dan H₃PO₄, serta tidak larut dalam H₂SO₄. Selain itu, khitosan tidak beracun, mudah mengalami biodegradasi, dan bersifat polielektrolitik. Karakteristik lain khitosan adalah dapat dengan mudah berinteraksi dengan zat-zat organik lain, seperti protein dan lemak. Karena itu, khitosan relatif lebih banyak digunakan pada berbagai bidang industri terapan dan industri farmasi dan kesehatan (Setiawan, 2006).