PEMANFAATAN PATI BIJI SALAK DAN SINGKONG SEBAGAI BAHAN BAKU BIOPLASTIK RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PENAMBAHAN *PLASTICIZER* SORBITOL DAN GLISEROL

SKRIPSI

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

Disusun Oleh:

BENIDA YESIKA RPP
NIM: H71216022

PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,
Nama : BENIDA YESIKA RPP
NIM : H71216022
Program Studi : Biologi
Angkatan : 2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PEMANFAATAN PATI BIJI SALAK DAN SINGKONG SEBAGAI BAHAN BAKU BIOPLASTIK RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PENAMBAHAN *PLASTICIZER* SORBITOL DAN GLISEROL". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah di tetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 06 Agustus 2020
Yang menyatakan,

METERAI TEMPEL
54C64AHF495636285
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Benida Yesika RPP
H71216022

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : BENIDA YESIKA RPP

NIM : H71216022

JUDUL : PEMANFAATAN PATI BIJI SALAK DAN SINGKONG SEBAGAI BAHAN BAKU BIOPLASTIK RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PENAMBAHAN *PLASTICIZER* SORBITOL DAN GLISEROL

Telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 6 Agustus 2020

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Nirmala Fitria Firdhausi, M. Si	Atiqoh Zummah, M. Sc
NIP. 19850625201012010	NIP. 199111112019032026

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Benida Yesika RPP ini telah dipertahankan
di depan tim penguji Skripsi
di Surabaya, 6 Agustus 2020

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I

Nirmala Fitria Firdhausi, M. Si
NIP. 198506252010120 10

Penguji II

Atiqoh Zummah, M. Sc
NIP. 199111112019032026

Penguji III

Saiful Bahri, M. Si
NIP. 198804202018011002

Penguji IV

Misbakhul Munir S.Si, M.Kes
NIP. 198107252014031002

Mengetahui,
Plt. Dekan, Fakultas Sains Dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Hj. Evi Fatimatur Rusydiyah, M.Ag.
NIP. 197312272005012003

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : BENIDA YESIKA RPP
NIM : H71216022
Fakultas/Jurusan : SAINTEK/BIOLOGI
E-mail address : jesicapratama9@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
▬ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :
PEMANFAATAN PATI BIJI SALAK DAN SINGKONG SEBAGAI BAHAN BAKU BIOPLASTIK RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PENAMBAHAN PLASTICIZER SORBITOL DAN GLISEROL

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 18 Agustus 2020

Penulis

(Benida Yesika RPP)

ABSTRAK

PEMANFAATAN PATI BIJI SALAK DAN SINGKONG SEBAGAI BAHAN BAKU BIOPLASTIK RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PENAMBAHAN *PLASTICIZER* SORBITOL DAN GLISEROL

Pati biji salak dan singkong dapat digunakan sebagai bahan dasar bioplastik melalui proses gelatinisasi membentuk film yang stabil. Proses pembuatan bioplastik juga memerlukan bahan-bahan tambahan *plasticizer* yang dapat menghasilkan produk berkualitas. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan sorbitol dan gliserol terhadap kualitas bioplastik, serta mengetahui formulasi yang tepat pembuatan pati bioplastik dari biji salak dan singkong. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor, yaitu penambahan faktor pertama sorbitol (1, 2, dan 3 mL) dan faktor kedua penambahan gliserol (1, 2, dan 3 mL), setiap percobaan diulangi sebanyak tiga kali. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji sidik ragam pada jenjang nyata 0,05. Hasil yang diperoleh adalah variasi penambahan sorbitol dan gliserol sangat mempengaruhi karakteristik bioplastik. Hal ini ditunjukkan oleh hasil uji *One-Way*-ANOVA dengan nilai sig <0,05, yang berarti ada perbedaan hasil karakteristik bioplastik dari penggunaan sorbitol dan gliserol. Beberapa formulasi yang sesuai untuk menguji pembuatan biji salak dan singkong pati bioplastik adalah tahan air terbaik 96,19% menggunakan sorbitol *plasticizer* 2 mL, ketebalan terbaik 0,33 mm menggunakan sorbitol *plasticizer* 1 mL, kekuatan tarik terbaik 68,93 kg/cm^2 menggunakan *plasticizer* gliserol 2 mL, pemanjangan terbaik 5,88% menggunakan *plasticizer* gliserol 3 mL.

Kata kunci: *plasticizer*, sorbitol, gliserol, bioplastik

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

THE UTILIZATION OF SALAK AND CASSAVA SEEDS AS ENVIRONMENTALLY FRIENDLY BIOPLASTIC RAW MATERIALS WITH THE ADDITION OF SORBITOL AND GLYCEROL PLASTICIZERS

Salak and cassava seed starch can be used as a base for bioplastics through a gelatinization process to form a stable film. The process of making bioplastics also requires additional plasticizer materials that can produce quality products. The purpose of this study was to determine the effect of adding sorbitol and glycerol on the quality of bioplastics, as well as knowing the proper formulation for making bioplastic starch from zalacca and cassava seeds. The method used was a Completely Randomized Design (CRD) with two factors, namely the addition of the first factor sorbitol (1, 2, and 3 mL) and the second factor of the addition of glycerol (1, 2, and 3 mL), each experiment was repeated three times. The data obtained were analyzed using the variance test at the 0.05 real level. The results obtained were that the variation in the addition of sorbitol and glycerol greatly affected the characteristics of bioplastics. This is indicated by the results of the One-Way-ANOVA test with a sig value <0.05, which means that there are differences in the results of the bioplastic characteristics from the use of sorbitol and glycerol. Some formulations that are suitable for testing the manufacture of bioplastic zalacca and cassava starch are the best water resistance 96.19% using 2 mL sorbitol plasticizer, the best thickness is 0.33 mm using 1 mL sorbitol plasticizer, the best tensile strength is 68.93 kg / cm2 using a plasticizer glycerol 2 mL, the best lengthening of 5.88% using a glycerol 3 mL plasticizer.

Key words: plasticizer, sorbitol, glycerol, bioplastic

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING.....ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI iii
PERNYATAAN KEASLIAN iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI.....v
MOTTO vi
HALAMAN PERSEMBAHAN vii
ABSTRAK.....viii
ABSTRACT ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR.....xiii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
BAB I PENDAHULUAN.....1
1.1 Latar Belakang.....1
1.2 Rumusan Masalah 7
1.3 Tujuan Penelitian.....8
1.4 Manfaat Penelitian.....8
1.5 Batasan Penelitian 8
BAB II KAJIAN PUSTAKA 10
2.1 Tanaman Salak 10
2.1.1 Buah Salak 10
2.1.2 Klasifikasi Taksonomi 13
2.1.3 Kandungan Kimia 13
2.2 Singkong.....14
2.2.1 Tanaman Singkong 14
2.2.2 Klasifikasi Taksonomi 15
2.2.3 Kandungan Kimia 16
2.3 Pati.....17
2.3.1 Definisi 17

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.3.2 Sumber 17
2.3.3 Sifat 18
2.3.4 Pembuatan 18
2.3.5 Pemanfaatan 20
2.4 *Plasticizer* 20
2.5 Sorbitol 22
2.6 Gliserol 22
2.7 Bioplastik 23
2.8 Penelitian Terdahulu 25
BAB III METODE PENELITIAN 30
3.1 Rancangan Penelitian 30
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian 30
3.3 Alat dan Bahan 30
3.4 Variabel Penelitian 31
3.5 Prosedur Penelitian 32
3.6 Analisis Data 39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 41
4.1 Hasil Pengujian 41
4.1.1 Pengujian Terhadap Ketahanan Air 41
4.1.2 Pengaruh Campuran *Plasticizer* Terhadap Ketebalan 44
4.1.3 Pengaruh Campuran *Plasticizer* Terhadap Kuat Tarik 45
4.1.4 Pengaruh Campuran *Plasticizer* Terhadap Pemanjangan 48
4.1.5 Pengaruh Campuran *Plasticizer* Terhadap Kehilangan Berat 50
4.2 Pembahasan 53
BAB V PENUTUP 57
5.1 Simpulan 57
5.2 Saran 57
DAFTAR PUSTAKA 59
LAMPIRAN 65

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Gizi 100 Gram Buah Salak 10
Tabel 2.2 Kandungan Gizi Tiap 100 Gram Singkong 16
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu 26
Tabel 3.1 Perhitungan Ketahanan Terhadap Air (%)..... 34
Tabel 3.2 Rancangan Percobaan Ketahanan Terhadap Air (%)..... 34
Tabel 3.3 Pengukuran Ketebalan (mm) 35
Tabel 3.4 Rancangan Percobaan Ketebalan (mm) 35
Tabel 3.5 Perhitungan Kekuatan Tarik (kg/cm^2) 36
Tabel 3.6 Rancangan Percobaan Kuat Tarik (kg/cm^2)..... 37
Tabel 3.7 Perhitungan pemanjangan (%) 38
Tabel 3.8 Rancangan Percobaan Pemanjangan (%)..... 38
Tabel 3.9 Perhitungan Kehilangan Berat (gr/hari) 39
Tabel 3.10 Rancangan Percobaan Kehilangan Berat (gr/hari)..... 39
Tabel 4.1 Hasil Percobaan Ketahanan Terhadap Air (%) 41
Tabel 4.2 Hasil Percobaan Ketebalan (mm) 43
Tabel 4.3 Hasil Percobaan Kuat Tarik (kg/cm^2) 45
Tabel 4.4 Hasil Percobaan Pemanjangan (%) 48
Tabel 4.5 Hasil Percobaan Kehilangan Berat (gr/hari) 50
Tabel 4.6 Hasil Uji Anova Terhadap Karakteristik Bioplastik 54

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Hasil Uji Ketahanan Terhadap Air 42
Gambar 4.2 Hasil Uji Ketebalan 44
Gambar 4.3 Hasil Uji Kuat Tarik 46
Gambar 4.4 Hasil Uji Pemanjangan 48
Gambar 4.5 Hasil Uji Kehilangan Berat 51

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Contoh Perhitungan Ketahanan Air Bioplastik I-1
Lampiran 2 Contoh Perhitungan Ketebalan Bioplastik II-1
Lampiran 3 Contoh Perhitungan Kuat Tarik dan Elongasi Bioplastik III-1
Lampiran 4 Contoh Perhitungan Pemanjangan Bioplastik IV-1
Lampiran 5 Contoh Perhitungan Nilai Kehilangan Berat Bioplastik.....V-1
Lampiran 6 Dokumentasi Kegiatan Pembuatan Pati VI-1
Lampiran 7 Bioplastik dengan Konsentrasi *Plasticizer* yang Berbeda.....VII-1
Lampiran 8 Bioplastik Sebelum dan Setelah Terdegradasi VIII-1
Lampiran 9 Pengujian Bioplastik.....IX-1

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Plastik sangat diminati masyarakat Indonesia sebagai bahan yang praktis, ringan, tidak mudah pecah dan murah. Hampir semua kebutuhan barang mulai dari barang elektronik, peralatan di rumah, perlengkapan kantor hingga makanan dan minuman kemasannya terbuat dari plastik. Kemasan yang terbuat dari plastik sering dipakai oleh penjual di pasar tradisional, rumah tangga dan retail (Mahalik and Nambiar, 2010). Berdasarkan data Asosiasi Industri Olefin Aromatik dan Plastik Indonesia (INAPLAS) pada tahun 2015 di Indonesia saja penggunaan plastik menghasilkan angka 17 kg/kapita/tahun. Apabila penduduk Indonesia di semester pertama pada tahun 2017 berjumlah kurang lebih 261 juta jiwa, maka berat plastik yang digunakan satu negara adalah 4,44 juta ton (Kamiati et al, 2017).

Jumlah plastik yang dipakai yang sangat banyak serta karakter plastik yang tidak mudah didaur ulang dapat mengganggu lingkungan (Tokiwa et al, 2009). Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2016) menyatakan bahwa di Indonesia sampah plastik sudah menjadi masalah internasional. Indonesia merupakan salah satu dari negara-negara pencemar limbah plastik tertinggi di laut. Pembuangan limbah plastik yang mengabaikan kebersihan lingkungan mengakibatkan sumbatan saluran air, menumpuk di pintu maupun muara sungai, serta dapat memicu banjir.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sampah plastik yang tertimbun dalam tanah sangat lama didaur ulang, polimer sintetisnya baru dapat didaur ulang setelah puluhan bahkan ratusan tahun tertimbun. Demikian juga bila limbah plastik dibakar, hasil pembakaran yang berupa emisi karbon dapat menjadi pencemaran lingkungan (Gironi and Piemonte, 2011).

Berdasarkan persoalan lain yaitu kerusakan lingkungan (di bumi) akibat perilaku manusia sendiri dicantumkan pada Al-qur’an Surat Al-araf ayat 56:

(الْاَعْرَاف :٥٦)وَلاَتُفْسِدُوْا فِي الْاَرْضِ بَعْدَ اِصْلاَ حِهَا وَادْ عُوْهُ خَوْفًا وَّ طَمَعًاۗاِنَّ رَحْمَتَ اللّٰهِ قَرِيْبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِيْنَ

Artinya: “dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepadanya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada Al-muhsinin” (Kementrian Agama RI, 2013).

Dalam sebuah hadist dijelaskan bahwa hukuman yang sangat tepat bagi seorang yang telah berbuat kerusakan adalah dengan memotong tangan mereka, bunyi hadist tersebut seperti berikut.

Sunan Nasa'i 3974: Telah mengabarkan kepada kami Ahmad bin 'Amr bin As Sarh, ia berkata: telah memberitakan kepada kami Ibnu Wahb, ia berkata: telah memberitakan kepadaku Al Laits dari Ibnu 'Ajlan dari Abu Az Zinad bahwa Rasulullah shallallahu 'alaihi wa sallam ketika memotong tangan orang yang mencuri unta beliau dan mencongkel mata mereka

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dengan api, Allah mencela hal tersebut dan menurunkan ayat Sesungguhnya pembalasan terhadap orang-orang yang memerangi Allah dan Rasul-Nya dan membuat kerusakan di muka bumi, hanyalah mereka dibunuh atau disalib, atau dipotong tangan dan kaki mereka dengan bertimbal balik, atau dibuang dari negeri (tempat kediamannya). Yang demikian itu (sebagai) suatu penghinaan untuk mereka didunia, dan di akhirat mereka beroleh siksaan yang besar.

أَخْبَرَنَا أَحْمَدُ بْنُ عَمْرِو بْنِ السَّرْحِ قَالَ أَنْبَأَنَا ابْنُ وَهْبٍ قَالَ أَخْبَرَنِي اللَّيْثُ عَنْ ابْنِ عَجْلَانَ عَنْ أَبِي الزِّنَادِ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ لَمَّا قَطَّعَ الَّذِينَ سَرَقُوا لِقَاحَهُ وَسَمَلَ أَعْيُنَهُمْ بِالنَّارِ عَاتَبَهُ اللَّهُ فِي ذَلِكَ فَأَنْزَلَ اللَّهُ تَعَالَى { إِنَّمَا جَزَاءُ الَّذِينَ يُحَارِبُونَ اللَّهَ وَرَسُولَهُ } الْآيَةَ كُلَّهَا

Dari hadist di atas sangat jelas bahwa menurut hukum islam tidak ada hukuman yang pantas kepada perusak di bumi kecuali dengan dibunuh atau disalib, atau dipotong tangan dan kaki mereka dengan bertimbal balik, atau dibuang dari negeri (tempat kediamannya). Hukuman tersebut tentu akan sangat membuat para pelaku kerusakan akan jera. Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya bahwasanya menurut fikih lingkungan Menjaga kelestarian lingkungan hidup merupakan tuntutan untuk melindungi kelima tujuan syari'at yaitu: hifzu al-nafs (melindungi jiwa), hifzual-aql (melindungi akal), hifzu al-māl (melindungi kekayaan/property), hifzu al-nasb (melindungi keturunan), hifzu al-dīn (melindungi agama). Dengan demikian, segala prilaku yang mengarah kepada pengrusakan lingkungan hidup semakna dengan perbuatan mengancam jiwa, akal, harta, nasab, dan agama. Oleh karena itu hukuman yang pantas bagi perusak lingkungan adalah dengan memberi hukuman mati.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Integrasi keilmuan hadits tersebut ialah pada penelitian ini yang memakai biji dari tumbuhan salak. Kemudian diolah menjadi plastik *biodegradable* dengan memanfaatkan biji salak yang kerap kali tidak dimanfaatkan dengan baik untuk dibuat plastik yang ramah lingkungan. Penelitian terus dilakukan oleh peneliti maupun ilmuwan hingga saat ini untuk menemukan formula kemasan plastik yang mudah didaur ulang. Hasil dari beberapa penelitian adalah teknologi pembuatan plastik dari bahan alami yang mudah didaur ulang yang disebut sebagai bioplastik. Bioplastik berasal dari bahan-bahan polimer alami (pati, selulosa dan lemak). Bioplastik sendiri berbahan dasar yaitu *Poly Lactic Acid* (PLA) dan pati (Coniwanti et al, 2014; Yuniarti dkk, 2014; Susanti dkk, 2015).

Pati adalah salah satu nabati sebagai bahan utama pembuatan bioplastik yang banyak tersedia di Indonesia. Pati didapatkan melalui proses ekstrak, seperti bermacam-macam umbi-umbian dan serealia. Tumbuhan yang memiliki kandungan pati di dalamnya yaitu sagu, jagung, singkong, beras, ubi jalar, sorgum, talas, dan garut. (Koswara, 2009). Swamy dan Singh (2010) menyatakan bahwa, bioplastik dengan bahan dasar pati menjadi permintaan tertinggi, industri bioplastik yang ada di Eropa dan Australia menggunakan pati jagung dan pati kentang sebagai bahan utama. Di Thailand, industri bioplastik menggunakan bahan baku pati singkong.

Anindita dkk (2016) menyatakan bahwa biji salak juga dapat digunakan sebagai bahan pati. Proses ekstraksi pati dari biji salak menggunakan pelarut *aquadest* di suhu 95ºC, kecepatan pengocokan 700 rpm selama 2 jam, rendemen pati 21,47% serta perbandingan tepung biji

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

salak: anti-*solvent isoprophyl alcohol* sebesar 1:17 (b/v) menggunakan rendemen pati 40,19%. Nilai pati biji salak yang terbentuk yaitu kadar air sebesar 11,18%, kadar abu sebesar 1,2% serta berat molekulnya 2,057 × 104 g/mol.

Singkong memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi yaitu 34,7 – 37,9%. Dalam industri, singkong akan diolah menjadi tapioka. Pati yang ada di dalam tapioka berasal dari singkong. Pemanfaatan tapioka digunakan sebagai bahan pangan dan non pangan. Tapioka yang digunakan sebagai bahan pangan telah diproses dengan modifikasi hingga menjadi bahan baku makanan (Herawati 2008; Herawati et al. 2010, Herawati, 2012). Manfaat lain dari tapioka yaitu untuk bahan pembuat plastik *biodegradable*. Limbah lain yang dapat digunakan untuk bahan plastik *biodegradable* ini adalah kulit singkong. Rendemen yang berasal dari tapioka singkong berkisar 15 – 25%. Umumnya, tapioka kerap dijadikan pengganti tepung sagu. Hal ini dikarenakan sifat kedua bahan tersebut mirip. Sifat kental dan tidak berwarna saat dimasak dimanfaatkan sebagai pengental masakan. Tapioka mempunyai kandungan utama yaitu amilopektin yang sedikit lebih tinggi dari kadungan amilosa. Kandungan amilopektin dan amilosa berdampak pada tingkat kristalinitas dan kekuatan mekanis bioplastik. Amilopektin yang tinggi ditambah dengan *plasticizer* mampu menambah kekuatan mekanis pati yang dihasilkan. Saat ini di Indonesia telah dikembangkan teknologi pembuatan bioplastik berbahan dasar pati. Susunan senyawa pati yaitu Dmannosa ± 67% dan D-glukosa ± 33% serta mempunyai sifat antara galaktomanan dan selulosa yang mampu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

membentuk pengkristalan dan serat halus. Pati sebagai bahan baku untuk pembuatan bioplastik yaitu berasal dari pati tapioka yang dicampur pemlastis gliserol dan sorbitol (Lazuardi dan Cahyaningrum 2013), pati sagu yang dicampur pemlastis gliserol (Yuniarti dkk, 2014), pati sorgum dengan sorbitol (Darni dan Utami, 2014), pati kulit singkong (Anita et al, 2013) dan pati jagung (Coniwati et al, 2014). Selain untuk teknologi pembuatan bioplastik, pati juga digunakan dalam industri perekat, makanan, isolasi, payung, cat, farmasi, kosmetik dan lain sebagainya (Koswara, 2009). Sedangkan di sektor kesehatan, pati dimanfaatkan untuk menurunkan kadar kolestrol untuk mencegah penyakit jantung dan menurunkan respon glutemik (Singh dan Shekket, 2007).

Bioplastik dibuat dengan bahan utama pati yang ditambahkan bahan pemlatis guna meningkatkan sifat mekanisnya. Selain itu, ditambahkan pula sorbitol, gliserol, selulosa dan gelatin yang digunakan untuk memperkuat sifat mekanisnya. Pati juga dapat dimodifikasi agar sifat mekanis pati alaminya berubah. Bahan bioplastik yang bermacam-macam akan menghasilkan karakteristik tersendiri (Coniwanti et al, 2014; Yuliasih dan Sunarti, 2014; Radhiyatullah dkk, 2015). Kualitas kekerasan bioplastik ditentukan oleh penambahan konsentrasi pati. Selain itu kualitas kekerasan bioplastik juga ditentukan oleh penambahan gliserol (Suryanto dkk, 2016).

Alasan bahan pembuatan bioplastik dari singkong, karena kandungan pati yang tinggi. Pati berperan dalam proses gelatinisasi sehingga gel yang dihasilkan dapat membentuk film yang stabil. Diperlukan bahan tambahan berupa *plasticizer* untuk mengatur kekakuan produk. Pada penelitian ini

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

akan membandingkan kualitas produk yang dihasilkan berdasarkan *plasticizer* yang digunakan, yaitu sorbitol dan gliserol. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 033 Tahun 2012, sorbitol dan gliserol termasuk bahan tambahan pangan yang diperbolehkan untuk digunakan. Batas penggunaan maksimal sorbitol ialah tidak lebih dari 50 gr/hari. Sedangkan batas penggunaan maksimal gliserol kurang dari 100 ml (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2012).

Pada penelitian ini dilakukan untuk menguji efek penambahan gliserol dan sorbitol terhadap pati biji salak dan singkong sebagai bahan baku bioplastik ramah lingkungan, dengan judul "PEMANFAATAN PATI BIJI SALAK dan SINGKONG SEBAGAI BAHAN BAKU BIOPLASTIK RAMAH LINGKUNGAN DENGAN PENAMBAHAN *PLASTICIZER* SORBITOL DAN GLISEROL".

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang tersebut maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian antara lain:

a. Bagaimana pengaruh penambahan sorbitol dan gliserol terhadap kualitas bioplastik pati biji salak dan singkong?

b. Bagaimana formulasi yang tepat dalam pembuatan bioplastik pati biji salak dan singkong?

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah:

a. Mengetahui pengaruh penambahan sorbitol dan gliserol terhadap kualitas bioplastik pati biji salak dan singkong
b. Mengetahui formulasi yang tepat dalam pembuatan bioplastik pati biji salak dan singkong

1.4 MANFAAT PENILITIAN

Manfaat dari penelitian ini yaitu, sebagai berikut:

a. Dapat ikut serta membantu pengembangan ilmu pengetahuan tentang pembuatan bioplastik dengan bahan dasar pati biji salak dan singkong.
b. Diharapkan hasil bioplastik dari pati biji salak dan singkong dapat dijadikan alternatif plastik dengan keunggulan mudah terdegradasi, sehingga dapat mengurangi limbah plastik sintesis yang sulit terurai.

1.5 BATASAN PENELITIAN

Batasan penelitian ini adalah:

a. Penggunaan pati biji salak dan singkong sebagai bahan baku bioplastik.
b. *Plasticizer* yang digunakan adalah sorbitol dan gliserol
c. Pengujian dan karakterisasi bioplastik pada penelitian ini meliputi ketahanan terhadap air, ketebalan, kuat tarik, pemanjangan dan biodegradabilitas

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

d. Komposisi bioplastik yang digunakan sebagai sampel yang diuji terdiri dari pati biji salak 5 gr, pati singkong 10 gr, *aquadest* 40 mL, asam cuka 2 mL, suhu 50°C

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

2.1 TANAMAN SALAK

Tanaman *Salacca* (*Salacca zalacca*) berasal dari Asia Tenggara, berbentuk seperti telur dan kulit buahnya berwarna coklat. Buah ini adalah salah satu jenis buah terpenting di Indonesia, dengan berat hingga 70 g pada tahap pemasakan. *Zalacca* memiliki 3 bagian, bagian luarnya adalah kulit, bagian dalamnya termasuk biji dan daging putih (Turmuzi dan Syaputra, 2015).

Buah salak mengandung gizi yang tinggi. Dalam setiap 100 gram nilai gizinya terdiri dari:

Tabel 2.1 Gizi 100 Gram Buah Salak

Kandungan Zat	Nilai Rata-Rata Buah Salak
Kalori	77 kal
Protein	0,4 g
Lemak	0 g
Karbohidrat	20,9 g
Kalsium	28
Fosfor	18 mg
Besi	4,2 mg
Air	78,0 mg
Berat bahan yang dimakan	50%

Sumber: Soetomo, 2001

2.1.1 BUAH SALAK

Tumbuhan salak tergolong pohon palem rendah yang memiliki rumpun. Tanaman salak memiliki batang yang hampir tidak terlihat dari luar karena tertutup dengan daun-daun yang rapat. Tanaman ini memiliki pasta

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

berduri pada batan, pangkal pelepah, tepid an permukaan buahnya. Pada usia 1 – 2 tahun batangnya tumbuh menyamping hingga membentuk kuncup bunga. *Zalacca* dapat memiliki usia hingga bertahun-tahun dan mampu memcapai ketinggian 7 meter.

Daunnya terdiri dari batang, bersirip, panjangnya 2,5 – 7 meter. Susunan anak ayam terdiri atas senyawa, helai daun lanceolatus dengan jorong memanjang dan pangkal sempit. Pada bagian bawah dan tepi tangkainya sangat tajam. Warna dan ukuran tanaman ini bervariasi. *Zalacca* termasuk dua tanaman sumpah yang memiliki bunga-bunga berukuran kecil di ketiak pertengahan dan mekar dalam waktu 1 – 3 hari. Saat berusia muda dia diselimuti sarung bentuk perahu. Bentuknya simetri radial yang tidak memiliki kelopak dan daun mahkotanya sulit dibedakan. Tanaman ini memiliki kuncup bunga yang kecil dan besar. Keduanya disatukan dalam satu putik dan satu ovula di dasar bunga. Bunga jantan memiliki benang sari tanpa putik, banyak, padat, panjang, tersusun mirip ubin, serta bentuknya simetri radial. Bunganya memiliki mahkota serta kuncup yang padat berukuran kecil berjumlah satu kelopak yang terdiri dari 4 – 14 malai. Terdapat ribuan serbuk sari hanya pada 1 malai. Panjang semua bunganya sekitar 15 – 35 cm. sedangkan malainya memiliki panjang 7 – 5 cm. Putik pada tanaman ini hanya dihasilkan dari bunga betina yang bentuknya hamper bulat. Bunga betina memiliki mahkotan dan kuncup yang hanya ada satu putik serta ovula disusun dalam kuntum. Satu kelopak tersusun atas 1 – 3 malai dengan panjang malai berkisar 7 – 10 cm. Warnanya hijau

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kekuningan kemudian merah dan ketika akan mekar berwarna hitam. Bunga lain yang terdapat pada tanaman ini yaitu bunga hermafrodit.

Akar-akar serat menyebar di bawah tanah secara merata. Area akar cukup dalam dan mudah rusak apabila mengalami kelebihan atau kekeringan air. Akar akan berkembang karena terpengaruh oleh cara tanah diproses, mulai dari sifat fisik dan kimianya, pemupukan, air dan lainnya. Hal ini bertujuan agar menjaga akarnya bertumbuh. Jadi penimbunan penting dilakukan dan setelah akar baru muncul, maka akar lamanya dipotong.

Buah salak sering dijumpai dengan bentuk segitiga terbalik, bulat atau oval yang memiliki ujung runcing serta tersusun padat di seikat buah pada pelepah-pelepah daun. Permukaan buah ini bersisik berwarna cokelat sedikit kuning hingga hitam. Pada satu buah terdapat 1 – 3 biji yang keras, rata dua sisi dan bagian luar cembung serta dagingnya tidak memiliki serat.

Tumbuhan ini baik ditanam dengan curah hujan per bulan rata-rata 200 – 400 mm. Selain itu juga tumbuhan ini tidak cocok dengan radiasi penuh dan hanya membutuhkan intensitas cahaya 50 – 70%, maka membutuhkan tanaman pelindung. *Zalacca* tumbuh dengan baik di daerah dengan iklim basah pada pH ± 6,5 dalam bentuk pasir atau tanah liat yang kaya akan bahan organik, mampu menyimpan air dan tidak tergenang karena sistem akar yang dangkal. Suhu optimal adalah 20 – 30ºC, jika kurang dari 20ºC berbunga akan lambat, jika terlalu tinggi menyebabkan buah membusuk. Salak dapat berbuah sepanjang tahun terutama bulan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Januari dan Oktober serta tumbuh dengan baik antara ketinggian 0 – 700 meter di atas permukaan laut.

2.1.2 KLASIFIKASI TAKSONOMI

Tanaman salak memiliki klasifikasi yaitu:

Divisi : *Spermatophyta*

Sub divisi : *Angiospermae*

Kelas : *Monocotyledoneae*

Ordo : *Principes*

Familia : *Palmae*

Genus : *Salacca*

Spesies : *Salacca zalacca*

2.1.3 KANDUNGAN KIMIA

Zalacca adalah tanaman jenis pohon palem yang berasal dari Indonesia dan termasuk dalam angiospermae, yang merupakan tanaman benih tertutup. Tanaman benih tertutup merupakan tanaman dengan struktur dinding sel kaku yang terdiri atas selulosa. Selulosa merupakan komponen utama dari dinding sel tanaman dan elemen berlimpah. Biji *zalacca* juga banyak dipelajari memiliki antioksidan. Hasil tes pada *phytochemical* menunjukkan bahwa biji *zalacca* menyimpan tanin dan flavonoid serta beberapa alkaloid. Aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol biji salak dengan nilai IC50 sebesar 229,27 ± 6,35 (μg/ml) antioksidan merupakan senyawa yang menjadikan reaksi oksidasi melambat. Senyawa antioksidan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

bemanfaat untuk tubuh melawan efek buruk radikal bebas. Efek ini muncul karena adanya kerusakan jaringan akibat proses oksidasi (Fitri et al, 2016).

2.2 SINGKONG

Singkong telah lama dikenal dan dikonsumsi oleh penduduk dunia, terkhusus Indonesia. Penelusuran para pakar botani dan pertanian menunjukkan bahwa tanaman singkong berasal dari kawasan Amerika yang memiliki iklim tropis.

2.2.1 TANAMAN SINGKONG

Tanaman singkong masuk ke Indonesia pada tahun 1852, didatangkan plasma nutfah singkong dari Suriname untuk dikoleksikan di Kebun Raya Bogor. Di Indonesia, singkong merupakan produksi hasil pertanian pangan ke dua terbesar setelah padi, sehingga singkong mempunyai potensi sebagai bahan baku yang penting bagi berbagai produk pangan dan industri (Rukmana, 2002).

Singkong merupakan tanaman tropis yang tumbuh pada 30º lintang utara sampai 30º lintang selatan dan sebagian besar berkembang di 20º lintang utara sampai 20° lintang selatan serta membutuhkan iklim yang lembab. Singkong akan berhenti tumbuh ketika berada di di bawah temperatur 10º C. Singkong paling banyak ditemukan pada dataran rendah tropis ketinggian 150 meter dari permukaan laut dengan temperatur rata-rata 25 – 27°C, tetapi ada beberapa varietas singkong yang tumbuh sampai pada ketinggian 1500 meter dari permukaan laut. Singkong juga dapat tumbuh dengan baik ketika curah hujan cukup melimpah. Curah hujan tiap tahunnya untuk pertumbuhan singkong sebesar 500 – 5000 mm. Singkong dapat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tumbuh pada tanah liat berpasir atau tanah liat berpasir yang lembab dan subur ataupun jenis tanah yang lain dengan tekstur tanah cukup gembur untuk memungkinkan perkembangan umbi (Grace, 1997).

2.2.2 KLASIFIKASI TAKSONOMI

Herbarium Medanense (2016) dan literatur pengantar dari Rukmana (2002), mengidentifikasi taksonomi singkong yang diuraikan sebagai berikut:

Divisio : *Spermatophyta*

Sub Divisi : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotyledoneae*

Ordo : *Euphorbiales*

Familia : *Euphorbiaceae*

Genus : *Manihot*

Spesies : *Manihot utilissima Pohl.*

Singkong terdiri atas umbi, batang, daun dan bunga. Batang singkong berkayu dan beruas-ruas dengan warna batang yang bercariasi. Ketika masih muda umumnya berwarna hijau dan setelah tua menjadi keputihan, kelabu, atau hijau kelabu. Batang berlubang, berisi empulur berwarna putih, lunak, dengan struktur seperti gabus (Purwono, 2007).

Singkong memiliki daun tunggal yang bertulang daun dan berbentuk menjari. Tangkai dayn singkong panjang dengan helaian daunnya menyerupai telapak tangan. Setiap tangkai mempunyai daun sekitar 3-8 lembar. Daun singkong berwarna hijau muda ketika masih muda dan dapat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dimanfaatkan untuk sayuran serta dapat digunakan untuk menetralisir rasa pahit sayuran lainnya, namun ketika sudah tua daunnya berwarna hijau tua (Djaafar, 2003).

Bunga tanaman singkong berumah satu dengan penyerbukan silang sehingga jarang berbuah. Bunga singkong berada dalam tandan yang tidak rapat dan terkumpul pada ujung batang. Umbi singkong yang terbentuk merupakan akar yang menggelembung dan berfungsi sebagai tempat penampung makanan cadangan. Umumnya umbi singkong berbentuk bulat memanjang yang terdiri atas kulit luar tipis (ari) berwarna kecokelat-coklatan (kering), kulit dalam agak tebal berwarna keputih-putihan (basah) dan daging berwarna putih atau kuning (tergantung varietasnya) yang mengandung sianida dengan kadar berbeda (Suprapti, 2005).

2.2.3 KANDUNGAN KIMIA

Umbi singkong merupakan sumber energi yang kaya karbohidrat dan glukosa namun sedikit protein. Sumber protein singkong terdapat pada daunnya karena mengandung asam amino metionin. Adapun unsur gizi yang terdapat dalam tiap 100 gram singkong segar dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kandungan Gizi Tiap 100 Gram Singkong

No.	Unsur Gizi	Banyaknya dalam (per 100 g)	
		Singkong Putih	Singkong Kuning
1	Kalori (kal)	146,00	157,00
2	Protein (g)	1,20	0,80
3	Lemak (g)	0,30	0,30
4	Karbohidrat (g)	34,70	37,90

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5	Kalsium (mg)	33,00	33,00
6	Fosfor (mg)	40,00	40,00
7	Zat Besi (mg)	0,70	0,70
8	Vitamin A (SI)	0	385,00
9	Vitamin B (mg)	0,06	0,06
10	Vitamin C (mg)	30,00	30,00
11	Air (g)	62,50	60,00
12	Bagian dapat dimakan (%)	75,00	75,00

Sumber: Direktorat Gizi, Depkes RI, 1981

2.3 PATI

2.3.1 DEFINISI

Pati adalah polisakarida yang ada pada beberapa mikroorganisme dan sel tumbuhan. Pati yang ada pada sel tumbuhan memiliki bentuk butiran (granula) dengan diameternya beberapa mikron. Kandungan granula pati terdiri atas polisakarida yang berbeda yaitu amilopektin dan amilosa. Ketika pati direaksikan dengan iodim, maka akan tampak warna biru muda akibat adanya ikatan koordinasi antara ion iodida dan pati. Kandungan amilosa di dalam pati mempengaruhi warna reaksi biru yang berbeda-beda (Sunarya, 2012).

2.3.2 SUMBER

Pati diambil dari berbagai sumber alami seperti biji, umbi, sayuran dan buah. Contohnya pati banyak ditemukan pada jagung, kentang, labu, gandum, ubi jalar, ubi kayu, barley, pisang, sagu, beras, ganyong, dan sorgum. Manfaat pati asli yang dapat diambil tidak banyak,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

hal ini disebabkan sifat kimia dan fisiknya yang kurang sesuai dimaanfatkan secara meluas. Pati dapat menjadi nilai tambah ekonomi apabila divariasikan sifatnya dengan proses kimia, fisik atau gabungan keduanya (Herawati, 2011). Coniwanti, dkk (2014) menggunakan sumber pati yang berasal dari aren dan gliserol sebagai *plasticizer* untuk merubah karakteristik *edible* film yang diperoleh.

2.3.3 SIFAT

Pati mengandung sumber karbohidrat kompleks utama yang berasal dari tumbuhan atau buah yang tidak dapat tercampur dalam air, tawar dan tidak memiliki bau. Di dalam pati terdapat produk fotosisntesi berupa glukosa yang disimpan dalam waktu lama. Pati digunakan manusia dan binatang sebagai energi untuk beraktifitas (Wibowo, dkk, 2008).

Sifat yang dimiliki pati salah satunya yaitu sebagai granula yang tidak dapat larut di air serta tersusun atas daerah kristal dan amorf. Kandungan amilosa pati akan bercampur dengan lipid struktur kristal yang lemah dan memperkuat granula. Pada kandungan amilopektin dapat larut dengan air, sedangkan granula dan amilosa tidak dapat larut di air dingin. Sifat ini mempermudah pengekstrakkan granula pati yang berasal dari tumbuhan. Proses gelatinisasi terjadi saat suspensi pati dalam air diberi panas, maka butiran pertama akan mengembang hingga mencapai pembengkakan ireversibel (Kristiani, 2015).

2.3.4 PEMBUATAN

Pati dapat dihasilkan melalui beberapa metode yaitu:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

a. Ekstraksi

Ekstraksi pati berasal dari ekstraksi karbohidrat setelah adanya pengecilan ukuran dengan pemarutan lalu diekstrak menggunakan pelarut (umumnya air) guna mengeluarkan sedimentasi kandungan pati yang kemudian dikeringkan dengan jangka waktu dan suhu tertentu supaya menghasilkan pati yang dapat langsung digunakan (Martunis, 2012).

b. Hidrolisis

Hidrolisis pati merupakan proses pemisahan rantai polisakarida menggunkan air untuk diubah menjadi monomer-monomernya. Namun, reaksi pati dengan air akan berlangsung lama sehingga untuk memperbesar keaktifan airnya maka digunakan katalisator. Katalisator yang kerap digunakan ialah asam sulfat, asam nitrat dan asam klorida. Apabila proses ini menggunakan tambahan katalisator asam, maka reaksi harus dinetralkan dengan basa terlebih dahulu supaya sifat asam yang ada di dalamnya menghilang (Kristiani, 2015).

c. Isolasi pati

Isolasi pati memiliki beberapa metode untuk dilakukan. Metode yang paling sederhana dan menggunakan pelarut yang mudah diperoleh adalah metode alkalin. Metode alkalin menggunakan beras yang cara kerjanya direndam dengan pelarut tertentu (larutan NaOH 0,1%) di suhu 25ºC selama 18 jam. Metode lainnya yaitu metode kombinasi antara metode ultrasound intensitas tinggi dengan metode protease netral. Kombinasi kedua metode ini dilakukan menggunakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

beras dengan cara merendam pelarut protase netral 0,03% dan alat ultrasound intensitas tinggi pada amplitude 25, 50, dan 75% selama 15 menit, 30 menit, dan 1 jam. Metode selanjutnya yaitu metode tuber specific gravity dengan bahan dasar kentang. Metode *tuber specific gravity* dilakukan dengan cara bahan dasar direndam ke dalam pelarut Na_2SO_3 1,7% di suhu ruangan 25ºC selama 0,5 menit dan dihancurkan. Metode terakhir dinamakan *chrastil and enzymatic method* yang menggunakan rendaman tepung gandum dengan bantuan enzim protease di suhu 45ºC selama satu hari penuh (Wibowo, dkk, 2008).

2.3.5 PEMANFAATAN

Saat ini pati banyak dimanfaatkan di berbagai sektor seperti industri makanan, farmasi dan industri yang menghasilkan produk non pangan sebagai bahan baku (Martunis, 2012). Manfaat lain yang digunakan oleh Putri dan Dede (2008) yakni pati ganyong yang dimanfaatkan sebagai bioethanol dengan cara hidrolisis asam dan fermentasi. Pemanfaatan lainnya adalah menjadikan pati singkong dengan menambahkan gliserol dan sorbitol sebagai bahan pembuat dan karakterisasi bioplastik (Lazuardi dan Cahyaningrum, 2013).

2.4 *PLASTICIZER*

Bahan baku bioplastik dengan menggunakan pati alami mempunyai stabilitas termal rendah dan membutuhkan modifikasi kimia agar sifat mekanisnya meningkat. Berdasarkan hal tersebut perlunya bahan dasar

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

tambahan untuk membuat bioplastik untuk meningkatkan sifat mekanis dengan menggunakan bahan pemlastis (*plasticizer*). Bahan-bahan lainya yang juga digunakan untuk memperkuat sifat mekanis antara lain gelatin, selulosa dan kitosan. Modifikasi pati untuk mengubah sifat mekanisnya dari pati alami juga dapat dilakukan. Karakteristik bioplastik yang dihasilkan bergantung pada jenis bahan yang digunakan (Coniwanti et al. 2014; Yuliasih dan Sunarti et al. 2014; Radhiyatullah dkk, 2015).

Bahan pemlastis atau *plasticizer* digunakan untuk menambah elastisitas polimer bioplastik. Menurut Anita et al. (2013), bahan pemlastis adalah bahan organik yang memiliki berat molekul ringan dan mampu menguangi kekakuan serta menambah fleksibilitas polimer. Penggunaan *plasticizer* berbanding lurus dengan fleksibilitas polimer, semakin banyak semakin baik. Akan tetapi, Kumoro dan Purbasari (2014) menyatakan penambahan platicizer yang berlebihan akan menurunkan mobilitas molekuler antara *plasticizer* dengan molekul pati. Hal tersebut didukung dengan penelitian Saputro et al. (2014) menyatakan bahwa bioplastik akan bersifat *soft* dan *weak* apabila ditambahkan *plasticizer* berlebihan.

Gliserin, sorbitol dan gliserol merupakan bahan-bahan yang sering dipakau untuk *plasticizer*. Menurut Kumoro dan Purbasari (2014), keuntungan bahan pemlastis menggunakan gliserol mampu menambah fleksibilitas struktur pati sehingga dapat dibentuk. Gliserol yang ditambahkan juga akan menambah tingkat elastisitas polimer yang akan dihasilkan. Hal ini diperkuat oleh Dani dan Utami (2010) yang menyatakan bahwa penambahan sorbitol akan meningkatkan tingkat elastisitas. Hidayati

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

et al. (2015) menyatakan *plasticizer* yang ditambahkan juga mampu menambah fleksibilitas dan menurunkan tingkat kerapuhan dari *biodegradable* film. Bahan lain yang dapat digunakan sebagai *plasticizer* yaitu asam laurat (Wafiroh dkk, 2010).

2.5 SORBITOL

Sorbitol merupakan padatan amorf putih tak larut dengan alkali dan asam mineral selain saat kondisi khusus. Sorbitol akan larut dengan optimal dalam larutan asam format 10%, asam sitrat 10% dan asam asetat 1%. Bahan yang tidak dapat larut dengan sorbitol yaitu asam laktat, asam piruvat dan asam-asam organik pada pH khusus, meskipun diaduk dan dipanaskan dengan waktu yang cukup lama (Meriatna, 2008). Manfaat sorbitol juga berpotensi digunakan pada bermacam-macam industri dan sektor kesehatan. Pengaplikasian sorbitol dapat ditemukan sabagai pengikat bahan pembentuk alat-alat gelas, karet dan plastik (Swapna et al, 2011). Fungsi sorbitol untuk perbaikan kekuatan lembar bioplastik yang dihasilkan. Penggunaan sorbitol yang banyak membuat produk bioplastik memiliki ketahanan air dan sifat mekanis yang baik (Sanjaya dan Puspita, 2011).

2.6 GLISEROL

Plasticizer merupakan bahan pemlastis yang ditambahkan pada polimer alami untuk menghasilkan sifat getas sehingga meningkatkan fleksibilitas serta untuk menghindari retakan polimer. Gliserol merupakan istilah dalam bahasa yunani *glykys* yang bermakna “manis”. Penemu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

gliserol pertama kali yaitu Scheele tahun 1779. Gliserol didapatkan dari pemanasan campuran minyak zaitun dan timbal monoksida yang selanjutnya diekstraksi dengan air. Pada tumbuhan dan binatang gliserol dapat dijumpai dalam bentuk gliserida berupa lemak dan minyak. Gliserol dapat mucul sebagai produk sampingan saat lemak atau minyak terpisah dalam produksi asam lemak, ketika minyak mengalami saponifikasi saat proses produksi sabun, ataupun saat lemak atau minyak teresterifikasi dengan metanol (alkohol) dalam produksi metik (alkil) ester. Bentuk gliserol berupa cairan bening, pekat, manis namun beracun dan bening saat titik didih 290ºC. Gliserol mempunyai berat molekul 92,09 gram/mol ini memiliki titik didih tinggi dikarenakan ikatan hidrogen kuat antar molekulnya (Yurida, dkk, 2013).

Gliserol terbuat dari bahan utama berupa minyak seperti minyak biji kapuk, minyak biji karet dan minyak sawit. Bahan lain yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat gliserol yaitu limbah minyak goreng bekas pakai (Aziz, dkk, 2013). Umumnya gliserol digunakan sebagai *plasticizer* untuk mencegah lembar plastik menjadi kaku dan keras. Sifat gliserol mampu larut dengan baik dalam air dan alkohol tetapi tidak tercampur dalam minyak (Pradipta dan Mawarani, 2012).

2.7 BIOPLASTIK

Pada kehidupan manusia plastik menjadi bahan yang diperlukan dan perkembangannya pesat dalam dunia industri. Kemasan berbahan plastik dari polimer petrokimia diminati karena kelebihannya yaitu transparan,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

fleksibel (dapat mengikuti bentuk benda), mampu dikombinasikan dengan bahan lain, tidak korosif dan tidak mudah pecah. Kekurangannya adalah sulit hancur secara alami (non-*biodegradable*) akibatnya terjadi pencemaran lingkungan. Sehingga, penggunaan plastik terbatas sebab akan menimbulkan permasalahan dan kesehatan di masa depan (Coniwati dkk, 2014).

Saat ini telah dikembangkan produk bioplastik yang digunakan sebagai upaya penyelamatan lingkungan dari efek buruk plastik. Bioplastik yang dikembangkan akan mampu mengurai kembali secara alami dengan bantuan mikroorganisme menjadi senyawa yang aman bagi lingkungan. Umumnya plastik konvensional yang ada terbuat dari petroleum, batu bara atau gas alam. Sedangkan bioplastik berbahan dasar material yang mudah diperbaharui yakni senyawa-senyawa dari tumbuhan sperti pati, kolagen, selulosa, kasein dan lipid yang ada pada binatang (Ummah, 2013).

Bioplastik merupakan inovasi plastik ramah lingkungan yang dapat membusuk dan berubah menjadi karbondiosida, air, metana, senyawa anorganik atau biomassa dimana mekanismenya berasal dari aktivitas enzimatik mikroorganisme yang mampu diukur melalui pengujian dalam jangka waktu tertentu. Pembuatan bioplastik akan membantu mengurangi krisis energi dan menurunkan ketergantungan manusia pada bahan bakar fosil (Reddy et al, 2013).

Pati yang ada di Indonesia banyak dipilih sebagai bahan baku bioplastik sebab jumlahnya yang kaya. Macam-macam pati yang dipakai untuk bioplastik antara lain pati singkong, tepung jagung dan tepung sagu.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sumber pati lainnya berasal dari karbohidrat lain dan sisa pertanian seperti pati biji durian, pati umbi porang dan pati kulit singkong (Pradipta dan Mawarni, 2012; Akbar et al, 2013; Anita et al, 2013; Lazuardi dan Cahyaningrum, 2013; Wicaksono dkk, 2013; Yuniarti et al, 2014; Coniwati et al, 2014; Radhiyatullah et al, 2015). Sumber pati yang cukup banyak jumlahnya di Indonesia yakni singkong dan sagu.

2.8 PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian terdahulu tentang pati yang sudah dilakukan adalah sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Kesimpulan
1.	Farham HM. Saleh, Arni Yuli Nugroho dan M. Ridho Juliantama (2017)	Pembuatan *edible film* Dari Pati Singkong Sebagai Pengemas Makanan	Membuat pati singkong menjadi edible film yang kemudian dibandingkan sifat mekanik *edible fil*m yang berasal dari dua macam *plasticizer*, yakni sorbitol dan gliserol.	(1) semakin banyak pati singkong, maka ketebalan dan kekuatan *edible film* tariknya akan semakin besar. (2) semakin banyak pati singkong berpengaruh pada ketebalan dan kekuatan *edible film* yang semakin besar. (3) Saat terbaik yang dihasilkan pada variasi berat pati singkong 3,5 gr dan volume gliserol 1,75 ml disertai kuat tarik sebesar 1035 cN, mulur 33,9% dan tebal 0,245 cm serta pada variasi berat pati 2 gr dan berat sorbitol 1,75 gr disertai kuat tarik 1013,7 cN, mulur 20,7% dan tebal 0,197 cm.
2.	Febriyanti Ratnaningtyas (2019)	Pengaruh *Plasticizer* Sorbitol dan Gliserol Terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* dari Singkong Sebagai	Mengkaji kuat tarik dan elongasi terbaik pelapis kertas pembungkus makanan yang terbuat dari plastik *biodegradable*	Pada penampilan fisik warna dan tekstur permukaan plastik biodegradable dengan plasticizer sorbitol dan gliserol sama, yaitu bening dan halus. Namun, pada variabel gliserol lebih lembab daripada sorbitol. Pada uji kuat tarik diperoleh hasil terbaik pada variabel sorbitol 12 ml sebesar 32 g/cm2. Sedangkan pada uji elongasi diperoleh nilai terbaik sebesar 13% pada variabel sorbitol 14 mL

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Kesimpulan
		Pelapis Kertas Pembungkus Makanan	singkong	
3.	Ismah Nafilah (2018)	Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Gliserol Terhadap Degradasi Bioplastik Pati Singkong dalam Media Tanah dan Kompos	Mengetahui hubungan antara penambahan gliserol dan sorbitol terhadap lama degadrasi bioplastik dari pati singkong di media kompos dan tanah	pengujian degadrasi bioplastik di tanah terdegradasi setelah 2 hari, sementara plastik dengan penambahan gliserol dan sorbitol masing-masing habis terdegradasi sesudah 2 minggu dan 9 hari. Pengujian degadrasi bioplastik media kompos telah terdegradasi sesudah 8 hari, sementara bioplastik dengan tambahan gliserol dan sorbitol masing-masing terdegradasi selama 18 hari. Penambahan gliserol memperlambat degradasi bioplastik media kompos sesudah 10 hari dan tanah 12 hari. Sementara, penambahan sorbitol memperlambat degadrasi bioplastik media kompos sesudah 10 hari dan tanah sesudah 1 minggu.
4.	Gusfi Firmansyah, Fahry Purnama, Lia Mairiza, Wahyu Rinaldi (2018)	Pengaruh Penambahan Gliserol dan Sorbitol Terhadap Sifat Ketahanan	Memperbaiki sifat kekuatan tarik dari bioplastik, hal ini dilakukan untuk mencari formula	1) Bioplastik dengan *plasticizer* sorbitol mempunyai nilai ketahanan air lebih besar yaitu 90,7% dibandingkan dengan *plasticizer* gliserol dengan nilai ketahanan air tertinggi 88%. 2) Komposisi *plasticizer* gliserol dan sorbitol 40% merupakan komposisi terbaik dalam pembuatan bioplastik dengan pati biji

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Kesimpulan
		Air dan Biodegradablilitas Bioplastik Berbahan Pati Biji Durian	terbaik dari Bioplastik yang mampu menyerupai sifat fisik dan kimia plastik konvensional.	durian. 3) Bioplastik pada *plasticizer* gliserol 20% terdegradasi sempurna pada hari ke 16, lebih cepat dibandingkan *plasticizer* gliserol 40% yaitu 22 hari dan 60% sekian hari. Ketiga rasio terurai di tanah sesuai standar plastik *biodegradable* yang harus terurai kurang dari 180 hari.
5.	Faradisa Anindita, Syaiful Bahri, Jaya Hardi (2016)	Ekstraksi dan Karakterisasi Glukomanan dari Tepung Biji Salak (*Salacca edulis Reinw*)	Mengetahui waktu pengocokkan dan perbandingan tepung biji salak anti-*solvent isopropyl alcohol* optimal dalam menghasilkan ekstrak glukomanan dengan rendemen dan mutu tinggi.	Hasil endapannya didapatkan dari penggunaan anti-*solvent isopropyl alcohol* 95% menggunakan rasio tepung biji salak anti-solvent 1:9, 1:11, 1:13, 1:15 dan 1:17 b/v. Waktu pengocokkan optimal selama 2 jam dengan rendemen glukomanan 21,47% dan perbandingan tepung biji salak:anti-*solvent isopropyl alcohol* optimal yakni 1:17 b/v dengan rendemen glukomanan 40,19%. Hasil terhadap glukomanan yaitu kadar abu 1,2%, kadar air 11,18% dan berat molekul 2,057 × 104 gram/mol
6.	Nira Wati, Pricilia	Pemanfaatan	mengetahui	Biji salak dapat digunakan sebagai alternatif dalam membuat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Peneliti	Judul	Tujuan	Kesimpulan
	Ayu Elvira dan Yuli Hardiyanti (2014)	Limbah Biji Salak (*Salacca Sumatrana*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) di Kawasan Padang Sidempuan Sumatera Utara"	penyebab biji salak dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan CMC, mengetahui proses pembuatan biji Salak menjadi serbuk selulosa dan mengetahui cara membuat serbuk selulosa menjadi CMC	CMC pengganti selulosa kayu, mengetahui cara membuat serbuk biji salak dengan melakukan proses pengovenan supaya terpisah dari selulosanya, pembuatan CMC dari biji salak dengan menggunakan proses alkalisasi dan eterifikasi.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu:

a. Pemanfaatan pati biji salak dan singkong sebagai bahan baku bioplastik

b. Komposisi bioplastik yang digunakan sebagai sampel yang diuji terdiri dari pati biji salak 5 gr, pati singkong 10 gr, *aquadest* 40 mL, asam cuka 2 mL, suhu 50°C

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 RANCANGAN PENELITIAN

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu: faktor pertama penambahan sorbitol (1, 2, dan 3 ml) dan faktor kedua penambahan gliserol (1, 2, dan 3 ml), sehingga diperoleh 18 kombinasi perlakuan yang masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji sidik ragam pada jenjang nyata 0,05 (Supranto, 2000).

3.2 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini di Laboratorium Biokimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya pada bulan November 2019 hingga Januari 2020.

3.3 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

a. Alat

1) Peralatan yang digunakan untuk pembuatan pati biji salak yaitu: *blender*, mortar dan ayakan.
2) Peralatan yang digunakan untuk pembuatan larutan yaitu: *magnetic strirrer*, *oven*, timbangan analitik, kain kasa, lampu bunsen, *thermometer*, gelas ukur 50 mL, labu takar 50 mL, labu takar 100 mL, pipet 5 mL, pipet 2 mL, cetakan, spatula, pengaduk, gelas kimia 100 ml dan gelas kimia 500 mL.
3) Peralatan yang digunakan untuk pengujian plastik yaitu: mesin kuat tarik tipe AND MCT-2150, *oven* digital *mereck memmert*,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

magnetic stirrer hotplate merek *cimare* 687 VS-5.1-07, neraca analitik merek KERN ABJ, mikrometer sekrup, cetakan *flexi glass* berukuran 20 × 20 cm, *blender*, gelas kimia 250 ml, gelas ukur 100 ml, gelas kimia 500 ml, *thermometer* 100ºC, batang pengaduk, pipet skala 1 mL, labu takar 1000 mL, pipet skala 10 mL, gunting dan spatula.

b. Bahan

1) Pati singkong
2) Pati biji salak
3) Sorbitol
4) Gliserol
5) *Aquadest*
6) Asam asetat

3.4 VARIABEL PENELITIAN

Variabel yang digunakan adalah:

a. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu faktor pertama penambahan sorbitol (1, 2, dan 3 ml) dan faktor kedua penambahan gliserol (1, 2, dan 3 ml).

b. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu bahan baku bioplastik.

c. Variabel kontrol pada penelitian ini yaitu 5 gram pati salak, 10 gram pati singkong, aquades 40ml, asam cuka 2ml, suhu 50°C

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.5 PROSEDUR PENELITIAN

Prosedur kerja dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Pembuatan Pati Biji salak (Karta et al, 2017)

1) Disiapkan 1 kg biji salak, lalu dicuci hingga bersih.
2) Biji salak dipecah dengan menggunakan alat pemecah.
3) Ditambahkan 445gram biji salak bahan: 2 liter air.
4) Disaring menggunakan penyaringan (kain saring) sampai diperoleh ampas dan cairan (suspensi pati).
5) Ampas yang diperoleh diekstraksi kembali dari proses penyaringan dengan menambahkan air (445 gram biji salak bahan: 2 liter air).
6) Disaring kembali untuk memperoleh pati.
7) Cairan pati yang diperoleh dicampurkan dari penyaringan pertama dan kedua kemudian diendapkan selama 60 menit.
8) Air hasil endapan dibuang sehingga diperoleh pati.
9) Pati dikeringkan dibawah terik matahari

Dengan cara yang sama juga dilakukan pembuatan pati singkong

b. Pembuatan sampel larutan pati (Ratnaningtyas, 2019).

1) Pati ditimbang sebanyak 5 gr.
2) *Aquadest* diambil menggunakan gelas ukur sebanyak 40 ml.
3) Asam cuka diambil menggunakan gelas ukur sebanyak 10 ml
4) 5 gr pati dicampurkan ke dalam 40 ml *aquadest* dan asam cuka 10 ml.
5) Diulang langkah 1) sampai 4) untuk setiap larutan

c. Pembuatan sampel bioplastik (Ratnaningtyas, 2019)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1) Dicampurkan *plasticizer* ke dalam larutan pati.
2) Larutan campuran pati, asam cuka, dan *plasticizer* yang telah homogen dipanaskan di atas kompor listrik.
3) Selama pemanasan harus selalu diaduk agar tidak terjadi penggumpalan.
4) Pemanasan dilakukan hingga homogen dan terbentuk pasta bening.
5) Pasta bioplastik harus diaduk agar uap air berkurang.
6) Pasta dituang ke dalam cetakan kaca.
7) Dilakukan langkah 1) sampai 6) untuk setiap bioplastik

d. Pengujian dan Karakterisasi Bioplastik

Pengujian dan Karakterisasi Bioplastik pada penelitian ini meliputi ketahanan terhadap air, ketebalan, kuat tarik, pemanjangan dan biodegradabilitas (Jabbar, 2017).

1) Uji Ketahanan terhadap air

Sifat Ketahanan Terhadap Air

a) Dipotong menjadi 7 sampel dengan ukuran 1,1 cm^2.
b) Gelas diisi dengan *aquadest*.
c) Sampel ditimbang sebagai massa awal (W_0).
d) Sampel diletakkan di dalam gelas berisi air *aquadest*.
e) Sampel diangkat menggunakan penjepit setelah 10 detik.
f) Plastik diletakkan di atas *tissue*.
g) Ditimbang massa sampel (W).
h) Diletakkan sampai massa konstan.
i) Dilakukan langkah 1 sampai 7 untuk sampel selanjutnya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Ketahanan terhadap air plastik *biodegradable* dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$\text{Penyerapan air (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Ketahanan air (%) = 100% – Penyerapan air (%)

Keterangan:

W_0 = berat sampel kering (gr)

W = berat sampel sesudah direndam air (gr)

Tabel 3.1 Perhitungan Ketahanan Terhadap Air (%)

Plasticizer	Ulangan	Perlakuan (ml)			
		W (gr)	W_o (gr)	Penyerapan air (%)	Ketahanan air (%)
Sorbitol	1				
	2				
	3				
Gliserol	1				
	2				
	3				

Tabel 3.2 Rancangan Percobaan Ketahanan Terhadap Air (%)

Uraian	*Plasticizer*	Volume (ml)		
		1	2	3
Ketahanan air Bioplastik dari pati biji salak 5 gr, pati singkong 10 gr, *aquadest* 40 mL, asam cuka 2 mL, suhu 50°C	Sorbitol			
	Gliserol			

2) Uji ketebalan

Ketebalan berpengaruh pada ketahanan film terhadap laju perpindahan uap air, gas dan senyawa volatile lainnya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pengujian ketebalan menggunakan metode microcal messmer standar ASTM D638-02a-2002. Pengukuran ketebalan bioplastik menggunakan mikrometer sekrup (ketelitian 0,01 mm). Ketebalan yang diukur di tempatkan pada 5 titik yang berbeda yakni bagian tengah dan sudut-sudut bioplastik. Nilai ketebalan yang dihasilkan diperoleh dari nilai rata-rata pengukuran. Uji ini dilaksanakan sebanyak tiga kali.

Tabel 3.3 Pengukuran Ketebalan (mm)

Plasticizer	Ulangan	Perlakuan (ml) Percobaan ke:					
		1	2	3	4	5	Rata-rata
Sorbitol	1						
	2						
	3						
Gliserol	1						
	2						
	3						

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai ketebalan bioplastik adalah sebagai berikut:

$$\text{Ketebalan rata - rata} = \frac{\text{titik } 1 + \text{titik } 2 + \text{titik } 3 + \text{titik } 4 + \text{titik } 5}{5}$$

Tabel 3.4 Rancangan Percobaan Ketebalan (mm)

Uraian	*Plasticizer*	Volume (ml)		
		1	2	3
Ketebalan Bioplastik dari pati biji salak 5 gr, pati singkong 10 gr, *aquadest* 40 mL, asam cuka 2 mL, suhu 50°C	Sorbitol			
	Gliserol			

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3) Uji kuat tarik

Kekuatan tarik merupakan gaya tarik maksimal yang mampu ditahan oleh lembar plastik selama pengukuran dilakukan. Kekuatan maksimal tersebut adalah tegangan maksimal yang mampu dicapai pada diagram tegangan suatu regangan. Tegangan tersebut terjadi akibat pengecilan benda uji hingga patah.

Pengujian kuat tarik bioplastik menggunakan standar ASTM D638-02a-2002. Sampel uji berukuran 2 × 10 cm, setelah itu diapit 1,5 cm di kedua panjang sisi. Pengujian ini menggunakan mesin kuat tarik tipe AND MCT-2150 dan dilaksanakan tiga kali. Nilai kekuatan tarik dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\tau = \frac{F_{maks}}{A_o}$$

Keterangan:

τ = kekuatan tarik (kg/cm^2)

A_0 = luas penampang awal (cm^2)

Fmaks = beban maksimum (kg)

Tabel 3.5 Perhitungan Kekuatan Tarik (kg/cm^2)

Plasticizer	Ulangan	Perlakuan (ml)				
		F_{maks} (Kg)	t (cm)	l (cm)	Ao (cm^2)	σ (kg/cm^2)
Sorbitol	1					
	2					
	3					
Gliserol	1					
	2					
	3					

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 3.6 Rancangan Percobaan Kuat Tarik (kg/cm^2)

Uraian	*Plasticizer*	Volume (ml)		
		1	2	3
Kuat tarik Bioplastik dari pati biji salak 5 gr, pati singkong 10 gr, *aquadest* 40 mL, asam cuka 2 mL, suhu 50ºC	Sorbitol			
	Gliserol			

4) Uji Pemanjangan

Panjang putus (*elongation at break*) merupakan proses pemanjangan dimana perubahan panjang maksimal saat terjadinya peregangan hingga sampel film putus. Penambahan *plasticizer* dalam jumlah banyak berdampak pada nilai persen pemanjangan film yang besar. Jika tidak ada *plasticizer* yang ditambahkan, maka amilopektin dan amilosa membentuk film dan struktur satu daerah kaya amilopektin dan amilosa. Interkasi-interaksi antar molekul amilopektin dan amilosa mendukung formasi film menjadi film pati yang kaku dan rapuh (Kristiani, 2015).

Uji pemanjangan dilakukan dengan menghitung pertambahan panjang lembar bioplastik ketika putus. Pengujian ini diulang sebanyak tiga kali. Nilai persentasi pemanjangan ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} x 100\%$$

Keterangan:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ε = pemanjangan (%)

Δl = pertambahan panjang (mm)

l_0 = panjang mula-mula material yang diukur (mm)

Tabel 3.7 Perhitungan pemanjangan (%)

Plasticizer	Ulangan	Perlakuan (ml)		
		l_0 (mm)	Δl (mm)	ε (%)
Sorbitol	1			
	2			
	3			
Gliserol	1			
	2			
	3			

Tabel 3.8 Rancangan Percobaan Pemanjangan (%)

Uraian	*Plasticizer*	Volume (ml)		
		1	2	3
Pemanjangan Bioplastik dari pati biji salak 5 gr, pati singkong 10 gr, *aquadest* 40 mL, asam cuka 2 mL, suhu 50ºC	Sorbitol			
	Gliserol			

5) Uji Kehilangan Berat (Biodegradabilitas)

Kehilangan berat (biodegradabilitas) merupakan hal yang sangat penting untuk melihat sebuah bioplastik benar-benar ramah terhadap lingkungan, yaitu dengan melihat waktu degradasi bioplastik tersebut.

Pengujian ini menggunakan metode yang dilakukan oleh Pimpan, dkk (2001). Plastik berukuran 5 cm × 1 cm dikeringkan dalam desikator dan ditimbang hingga mendapatkan berat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

konstan. Sampel kemudian ditanam dalam tanah selama ± 7 hari. Setelah itu sampel kembali dikeringkan menggunakan desikator dan ditimbang hingga memperoleh berat konstan.

Nilai kehilangan berat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Degradabilitas} = \frac{W_0 - W}{6 \text{ hari}}$$

Keterangan:

Degradabilitas = kehilangan berat (gr/hari)

W_0 = berat sampel sebelum penguburan (gr)

W = berat sampel setelah penguburan (gr)

Tabel 3.9 Perhitungan Kehilangan Berat (gr/hari)

Plasticizer	Ulangan	Perlakuan (ml)		
		W_0 (gr)	W (gr)	Kehilangan Berat (gr/hari)
Sorbitol	1			
	2			
	3			
Gliserol	1			
	2			
	3			

Tabel 3.10 Rancangan Percobaan Kehilangan Berat (gr/hari)

Uraian	*Plasticizer*	Volume (ml)		
		1	2	3
Ketahanan air Bioplastik dari pati biji salak 5 gr, pati singkong 10 gr, *aquadest* 40 mL, asam cuka 2 mL, suhu 50ºC	Sorbitol			
	Gliserol			

3.6 ANALISIS DATA

Analisis data tabel rancangan percobaan karakteristik bioplastik menggunakan SPSS (*Statistic Package for Social Sciene*) versi 22.0 dengan metode *One-Way*-ANOVA. Apabila p kurang dari 0,05 maka perlakuan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang dilakukan berpengaruh nyata. Jika p lebih dari 0,05 maka perlakuan yang dilakukan tidak berpengaruh nyata.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL PENGUJIAN

Hasil pengujian bioplastik pada penelitian ini meliputi ketahanan terhadap air, ketebalan, kuat tarik, pemanjangan dan kehilangan berat (biodegradabilitas).

4.1.1 PENGUJIAN TERHADAP KETAHANAN TERHADAP AIR

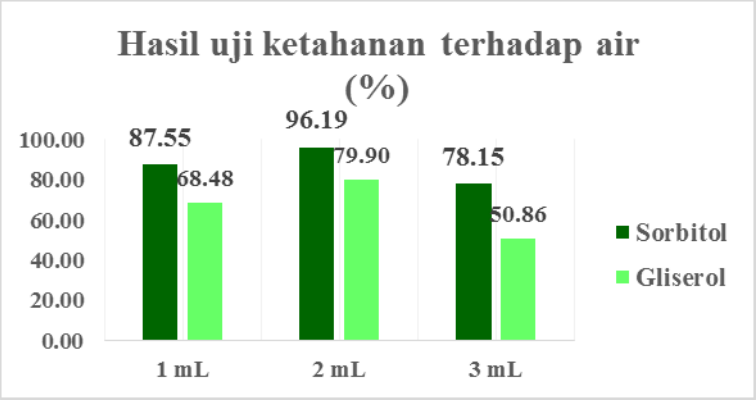
Hasil rancangan percobaan ketahanan terhadap air adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Percobaan Ketahanan Terhadap Air (%)

	Volume *Plasticizer* (ml)		
	1 mL	2 mL	3 mL
Plasticizer	Ketahanan Terhadap Air (%)	Ketahanan Terhadap Air (%)	Ketahanan Terhadap Air (%)
	94,32	98,45	84,75
Sorbitol	85,69	92,87	73,59
	82,63	97,26	76,13
Rata-rata	87,55	96,19	78,15
	62,22	79,57	50,89
Gliserol	73,08	79,14	40,62
	70,14	81,00	61,06
Rata-rata	68,48	79,90	50,86

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hasil rata-rata ketahanan terhadap air digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 4.1 Hasil Uji Ketahanan Terhadap Air

Gambar 4.1 menunjukan bahwa semakin banyak *plasticizer* yang ditambahkan maka semakin banyak pula penyerapan air yang dilakukan oleh bioplastik. Darni dan Herti (2010) menyatakan, bahwa sifat ketahanan air suatu molekul berhubungan dengan sifat dasar molekul penyusunnya. Bahan pati yang digunakan dalam penelitian ini bersifat hidrofilik juga ditambah dengan *plasticizer* gliserol dan sorbitol yang bersifat hidrofilik, sehingga semakin besar *plasticizer* yang ditambahkan maka semakin besar pula air yang diserap oleh plastik. Ketahanan terhadap air penggunaan *plasticizer* sorbitol, diperoleh ketahanan terhadap air terbaik pada volume 2 mL sebesar 96,19%. Ketahanan terhadap air pada penggunaan sorbitol dari volume 1 mL hingga 2 mL mengalami kenaikan dan mengalami penurunan ketahanan terhadap air pada volume 3 mL.

Plasticizer memang membuat bioplastik semakin lentur, akan tetapi ruang kosong (*free volume*) yang semakin bertambah juga meningkatkan celah untuk dapat ditempati oleh molekul – molekul air, sehingga pada

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

volume 3 mL ketahanan terhadap air mengalami penurunan (Anggraini dan Miswardi, 2013).

Hal tersebut juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Gusfi Firmansyah dkk (2018), yang menyatakan bahwa bioplastik dengan *plasticizer* sorbitol mempunyai nilai ketahanan air lebih besar dibandingkan dengan *plasticizer* gliserol dengan nilai ketahanan air tertinggi.

4.1.2 PENGARUH CAMPURAN *PLASTICIZER* TERHADAP KETEBALAN

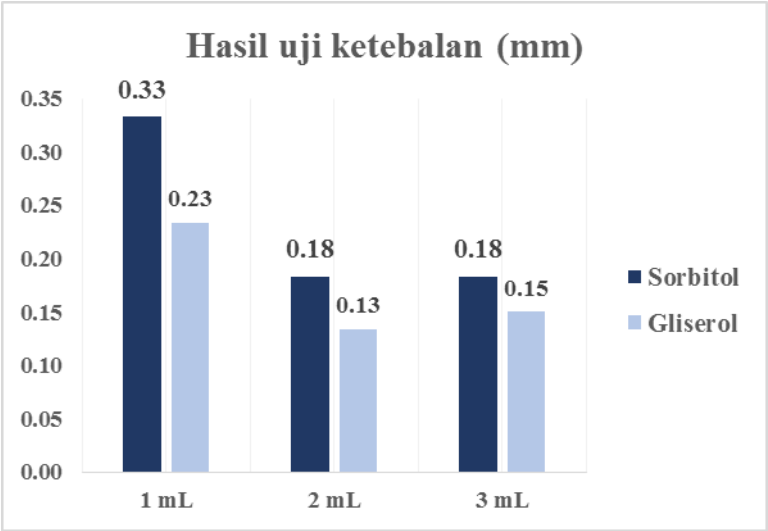
Hasil rancangan percobaan ketebalan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Percobaan Ketebalan (mm)

Plasticizer	Volume *Plasticizer* (ml)		
	1 mL	2 mL	3 mL
	Ketebalan (mm)	Ketebalan (mm)	Ketebalan (mm)
Sorbitol	0,30	0,25	0,15
	0,30	0,10	0,20
	0,40	0,20	0,20
Rata-rata	0,33	0,18	0,18
Gliserol	0,30	0,10	0,10
	0,20	0,20	0,20
	0,20	0,10	0,15
Rata-rata	0,23	0,13	0,15

Hasil rata-rata nilai ketebalan digambarkan dalam grafik sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.2 Hasil Uji Ketebalan

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa dengan penambahan konsentrasi campuran *plasticizer* dengan konsentrasi yang berbeda–beda menunjukkan ketebalan yang bervariasi. Pada konsentrasi *plasticizer* sorbitol 1 mL menghasilkan ketebalan sebesar 0,33 mm kemudian menurun yaitu pada konsentrasi 2 mL menjadi 0,18 mm, selanjutnya tetap 0,18 mm pada konsentrasi 3 mL. Pada konsentrasi *plasticizer* gliserol 1 mL menghasilkan ketebalan sebesar 0,23 mm kemudian menurun yaitu pada konsentrasi 2 mL menjadi 0,13 mm, selanjutnya meningkat menjadi 0,15 mm pada konsentrasi 3 mL. Dapat dilihat bahwa secara umum seiring dengan penambahan konsentrasi campuran *plasticizer* meningkat pula hasil ketebalan yang dihasilkan. *Plasticizer* sorbitol berpengaruh menghasilkan ketebalan bioplastik yang lebih tebal dibandingkan *plasticizer* gliserol.

Keadaan tersebut dikarenakan viskositas dari *plasticizer* sorbitol lebih tinggi dibandingkan dengan viskositas dari *plasticizer* gliserol, sehingga bioplastik dengan komposisi sorbitol yang lebih besar

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menghasilkan bioplastik yang lebih tebal. Selain itu, seiring meningkatnya konsentrasi *plasticizer* maka semakin besar pula ketebalan bioplastik yang dihasilkan (Anggraeni dkk, 2016). Hal tersebut juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Farham HM. Saleh, dkk (2017), yang menyatakan bahwa kondisi optimum dicapai pada variasi berat pati 2 gram dan berat sorbitol 1,75 gram dengan ketebalan 0,197 cm.

4.1.3 PENGARUH CAMPURAN *PLASTICIZER* TERHADAP KUAT TARIK

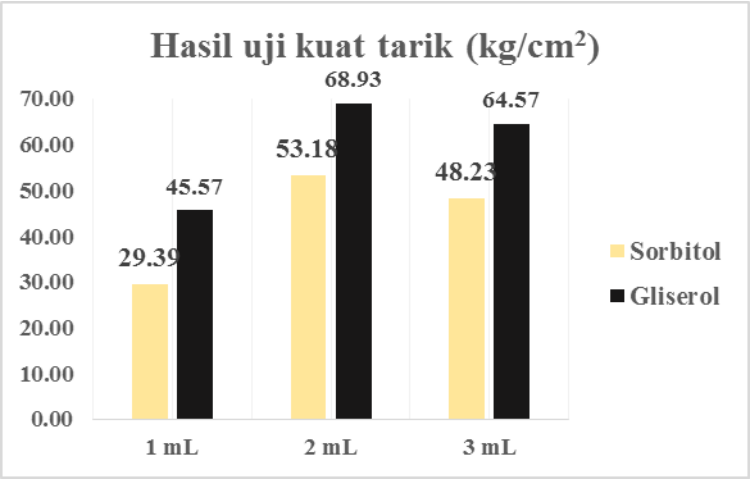
Hasil rancangan percobaan kuat tarik adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Percobaan Kuat Tarik (kg/cm^2)

Plasticizer	Volume *Plasticizer* (ml)		
	1 mL	2 mL	3 mL
	Kuat tarik (kg/cm^2)	Kuat tarik (kg/cm^2)	Kuat tarik (kg/cm^2)
Sorbitol	31,67	36,59	56,42
	30,87	79,59	44,39
	25,63	43,37	43,88
Rata-rata	29,39	53,18	48,23
Gliserol	34,97	81,00	78,13
	51,00	50,26	50,51
	50,75	75,52	65,07
Rata-rata	45,57	68,93	64,57

Hasil rata-rata nilai kuat tarik digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



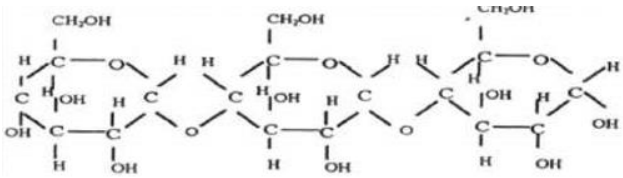
Gambar 4.3 Hasil Uji Kuat Tarik

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa tambahan konsentrasi campuran *plasticizer* dengan konsentrasi berbeda menghasilkan kuat tarik yang beragam. Saat konsentrasi *plasticizer* sorbitol 1 ml menghasilkan kuat tarik sebesar 29,39 kg/cm^2 kemudian meningkat pada konsentrasi 2 ml menjadi 53,18 kg/cm^2, selanjutnya menurun menjadi 48,23 kg/cm^2 pada konsentrasi 3 mL. Pada konsentrasi *plasticizer* gliserol 1 ml menghasilkan kuat tarik sebesar 45,57 kg/cm^2 kemudian naik pada konsentrasi 2 ml menjadi 68,93 kg/cm^2, selanjutnya menurun menjadi 68,93 kg/cm^2 pada konsentrasi 3 mL. Diketahui bahwa secara umum seiring dengan ditambahkan konsentrasi campuran *plasticizer* kekuatan tarik semakin menurun. Hal ini disebabkan *plasticizer* mampu menurunkan energi yang diperlukan molekul untuk bergerak, akibatnya kekakuannya berkurang dan nilai kuat tarik juga mengalami penurunan. Palticizer juga berdampak pada berkurangnya ikatan hidrogen molekul dan gaya tarik intermolekul rantai polimer yang berdekatan mengalami pelemahan sehingga daya regang putus berukurang

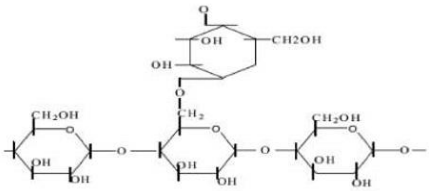
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(Putra dkk, 2017). *Plasticizer* gliserol berpengaruh menghasilkan kekuatan tarik bioplastik yang lebih kuat dibandingkan dengan *plasticizer* sorbitol.

Komponen utama pati adalah amilose dan amilopektin. Berat molekul antara amilose dan amilopektin berbeda tiap tiap tumbuhan sumber pati diperoleh. Kadar amilose dan amilopektin yang terdapat pada pati dapat mempengaruhi kekuatan bioplastik yang dihasilkan.



Struktur kimia Amilosa



Struktur Kimia Amilopektin

Sumber : Firmansyah dkk (2018)

Pada gambar tersebut amilose dan amilopektin tersusun dari gugus hidrokdsil dan gugus karbonil.

Sejalan dengan hal tersebut penelitian yang dilakukan oleh Farham HM. Saleh, dkk (2017) menyatakan kondisi terbaik diperoleh saat variasi berat pati singkong sebesar 3,5 gr dan volume gliserol 1,75 ml serta kuat tarik 1035cN.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

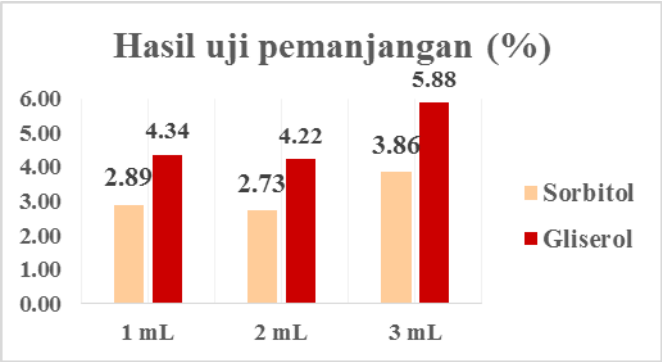
4.1.4 PENGARUH CAMPURAN *PLASTICIZER* TERHADAP PEMANJANGAN

Hasil rancangan percobaan pemanjangan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil Percobaan Pemanjangan (%)

Plasticizer	Volume *Plasticizer* (ml)		
	1 mL	2 mL	3 mL
	Pemanjangan (%)	Pemanjangan (%)	Pemanjangan (%)
Sorbitol	1,75	1,70	3,25
	3,72	3,48	3,67
	3,22	3,02	4,67
Rata-rata	2,89	2,73	3,86
Gliserol	3,55	3,33	5,00
	4,77	4,75	6,33
	4,72	4,58	6,30
Rata-rata	4,34	4,22	5,88

Hasil rata-rata nilai pemanjangan digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 4.4 Hasil Uji Pemanjangan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada gambar 4.4 diketahui pemanjangan memperoleh hasil yang bervariatif, hasil optimal terlihat pada tambahan konsentrasi campuran *plasticizer* 3 ml yaitu 5,8 % dan terkecil pada konsentrasi campuran *plasticizer* 2 ml yaitu 2,73 %. Semakin besar nilai konsentrasi *plasticizer* yang digunakan membuat pemanjangan dari bioplastik semakin besar pula. Apabila *plasticizer* dikombinasikan dengan polimer akan memperoleh sifat yang fleksibel dan lembut. (Arini dkk.,2017). Semakin besar *plasticizer* yang ditambahkan berbanding kurus dengan nilai persen pemanjangan, tetapi sesudah penambahan pada konsentrasi tertentu nilainya menurun. Semakin banyak *plasticizer* yang ditambahkan akan berdampak pada ikatan kohesi antar polimer yang semakin kecil dan film yang dihasilkan menjadi lunak akibatnya *edible* film yang terbentuk akan mudah putus (Harumarani, 2010). Hasil yang diperoleh juga terpengaruh oleh faktor pencampuran yang kurang homogen yang mengakibatkan penyisipan *plasticizer* ke dalam matriks film tidak berlangsung dengan baik (Wardah dan Hastutu, 2015). *Plasticizer* gliserol pada bioplastik berpengaruh menghasilkan persentase pemanjangan yang lebih besar dibandingkan dengan *plasticizer* sorbitol. Hal tersebut sesuai dengan penelitian oleh Farham HM. Saleh, dkk (2017), yang menyatakan saat terbaik dicapai ketika variasi berat pati singkong sebesar 3,5 gr dan volume gliserol 1,75 ml dengan kuat tarik sebesar 1035 cN, mulur 33,9% serta tebal 0,245 cm.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.1.5 PENGARUH CAMPURAN *PLASTICIZER* TERHADAP KEHILANGAN BERAT

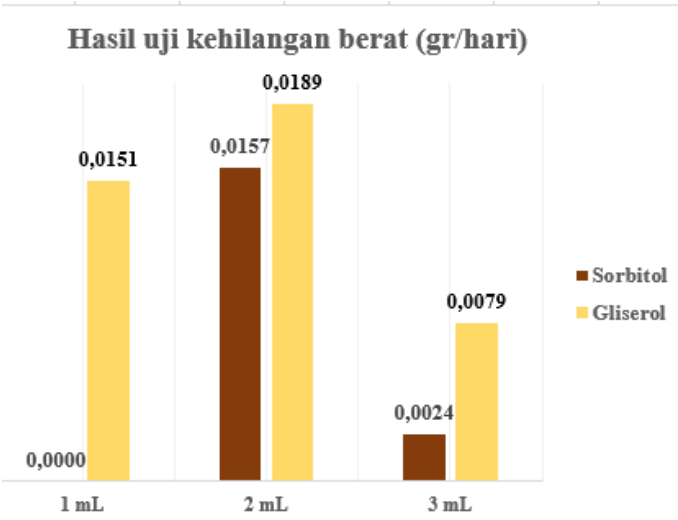
Hasil rancangan percobaan kehilangan berat adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil Percobaan Kehilangan Berat (gr/hari)

Plasticizer	Volume *Plasticizer* (ml)		
	1 mL	2 Ml	3 mL
	Kehilangan Berat (gr/hari)	Kehilangan Berat (gr/hari)	Kehilangan Berat (gr/hari)
	0,0000	0,0179	0,0046
Sorbitol	0,0000	0,0129	0,0026
	0,0000	0,0164	0,0000
Rata-rata	0,0000	0,0157	0,0024
	0,0176	0,0199	0,0102
Gliserol	0,0145	0,0190	0,0075
	0,0131	0,0178	0,0060
Rata-rata	0,0151	0,0189	0,0079

Hasil rata-rata nilai kehilangan berat digambarkan dalam grafik berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.5 Hasil Uji Kehilangan Berat

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa kehilangan berat penggunaan *plasticizer* gliserol, diperoleh kehilangan berat terbesar pada volume 2 mL sebesar 0,0189 gram/hari. kehilangan berat pada penggunaan gliserol dari volume 1 mL hingga 2 mL mengalami kenaikan dan mengalami penurunan kehilangan berat pada volume 3 mL. Kehilangan berat penggunaan *plasticizer* sorbitol, diperoleh kehilangan berat terbesar pada volume 2 mL sebesar 0,0157 gram/hari. Kehilangan berat pada penggunaan sorbitol dari volume 1 mL hingga 2 mL mengalami kenaikan dan mengalami penurunan kehilangan berat pada volume 3 mL.

Proses kehilangan berat bioplastik terjadi karena *plasticizer* dan pati memiliki gugus OH yang dapat menginisiasi reaksi hidrolisis setelah mengabsorbsi air dari tanah. Sehingga polimer pati akan terdekomposisi menjadi potongan-potongan kecil hingga menghilang dalam tanah. Polimer akan terdegradasi karena proses kerusakan atau penurunan mutu akibat putusnya ikatan rantai pada polimer (Anita dkk, 2013). Hal ini menunjukkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

bahwa kehilangan berat optimum untuk bioplastik dari pati biji salak dan singkong dengan *plasticizer* gliserol pada volume 2 mL. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Gusfi Firmansyah dkk (2018), yang menyatakan bahwa bioplastik pada *plasticizer* gliserol 20% terdegradasi sempurna pada hari ke 16, lebih cepat dibandingkan *plasticizer* sorbitol, yaitu 22 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai daya serap air yang tinggi. *Edible film* dapat terdegradasi secara alami sehingga berkontribusi nyata dalam mengatasi problematika permasalahan lingkungan yang selama ini diakibatkan oleh penggunaan sampah plastik berbahan sintesis. Umumnya, setelah sampah (plastik) dibuang ke tanah akan mengalami proses penghancuran secara alami, baik melalui proses fotodegradasi (cahaya matahari), degadrasi kimia (air, oksigen), maupun biodegradasi (bakteri, jamur, enzim). *Edible film* memiliki sifat hidrofilik yang mudah terdegradasi tanpa menimbulkan risiko kerusakan lingkungan yang berbeda dengan penggunaan plastik sintesis yang sukar terdegradasi. Seperti yang tercantum dalam QS. Ar – Rum (30): 41 Allah SWT berfirman:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya: “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagiaan dari akibat perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”.

Kata al-fasaad merujuk pada keluarnya sesuatu dari keseimbangan, baik sedikit maupun banyak. Makna al-fasaad pada ayat di atas bersifat ‘am

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(umum). Hal ini berarti segala kerusakan di bumi dalam berbagai bentuk termasuk pencemaran lingkungan.

4.2 PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa variasi penambahan sorbitol dan gliserol sangat berpengaruh terhadap karakteristik bioplastik. Hal tersebut ditunjukkan oleh hasil uji *One-Way*-ANOVA dengan nilai sig < 0,05, yang berarti terdapat perbedaan antara volume *plasticizer*. Hasil uji anova ketahanan air (%) adalah sebagai berikut:

a. Uji Homogenitas Varians

Ho : keenam varians sampel adalah identik

H1 : keenam varians sampel adalah tidak identik

Kriteria :

Jika Sig > 0,05, maka Ho diterima

Jika Sig < 0,05, maka Ho ditolak

Keputusan :

Terlihat bahwa Levene Test hitung adalah 1,505 dengan nilai probabilitas 0,260. Oleh karena probabilitas/Sig > 0,05 maka Ho diterima atau keenam varians sampel adalah identik. Sehingga analisis selanjutnya dapat dilakukan.

b. Uji Anova

Ho : Tidak terdapat perbedaan antara volume *plasticizer* Sorbitol 1 mL, Sorbitol 2 mL, Sorbitol 3 mL, Gliserol 1 mL, Gliserol 2 mL, Gliserol 3 mL

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

H1 : Terdapat perbedaan antara volume *plasticizer* Sorbitol 1 mL, Sorbitol 2 mL, Sorbitol 3 mL, Gliserol 1 mL, Gliserol 2 mL, Gliserol 3 mL

Kriteria :

Jika Sig > 0,05, maka Ho diterima

Jika Sig < 0,05, maka Ho ditolak

Keputusan :

Terlihat bahwa F hitung adalah 20,702 dengan nilai probabilitas 0,260. Oleh karena probabilitas/Sig sebesar 0,000 maka Ho ditolak atau terdapat perbedaan antara volume *plasticizer* Sorbitol 1 mL, Sorbitol 2 mL, Sorbitol 3 mL, Gliserol 1 mL, Gliserol 2 mL, Gliserol 3 mL

Dengan cara yang sama pengujian Anova Ketahanan air, Ketebalan, Kuat tarik, Pemanjangan dan Kehilangan Berat adalah sebagai berikut

Tabel 4.6 Hasil Uji Anova Terhadap Karakteristik Bioplastik

Probabilitas / Sig.	Hasil Uji					
	Ketahanan air	Ketebalan	Kuat tarik	Pemanjangan	Kehilangan Berat	Keterangan
Homogenitas	0,260	0,614	0,063	0,931	0,172	identik
Anova	0,000	0,011	0,036	0,006	0,000	ada perbedaan

Hasil ketahanan terhadap air penggunaan *plasticizer* sorbitol, diperoleh ketahanan terhadap air terbaik pada volume 2 mL sebesar 96,19%. Hal ini

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menunjukkan bahwa ketahanan terhadap air optimum untuk bioplastik dari pati biji salak dan singkong dengan *plasticizer* sorbitol pada volume 2 mL. *Plasticizer* sorbitol pada bioplastik menghasilkan ketahanan terhadap air yang lebih baik dibandingkan dengan campuran *plasticizer* gliserol.

Penambahan konsentrasi campuran *plasticizer* dengan konsentrasi yang berbeda–beda menunjukkan ketebalan yang bervariasi. Secara umum seiring dengan penambahan konsentrasi campuran *plasticizer* meningkat pula hasil ketebalan yang dihasilkan. *Plasticizer* sorbitol berpengaruh menghasilkan ketebalan bioplastikyang lebih tebal dibandingkan *plasticizer* gliserol.

Secara umum semakin tinggi penambahan konsentrasi campuran *plasticizer*, kekuatan tarik bioplastik semakin menurun. Hal tersebut disebabkan *plasticizer* dapat mengurangi energi yang dibutuhkan molekul untuk melakukan pergerakan, sehingga kekakuannya menurun dan menyebabkan menurunnya nilai kuat tarik. Penambahan *plasticizer* juga dapat mengurangi ikatan hidrogen internal molekul dan menyebabkan melemahnya gaya tarik intermolekul rantai polimer yang berdekatan sehingga mengurangi daya regang putus. *Plasticizer* gliserol berpengaruh menghasilkan kekuatan tarik bioplastik yang lebih kuat dibandingkan dengan campuran *plasticizer* sorbitol.

Semakin tinggi kadar konsentrasi *plasticizer* yang digunakan maka semakin tinggi pemanjangan dari bioplastik tersebut. *Plasticizer* jika dicampurkan dengan suatu polimer akan memberikan suatu sifat yang lembut dan fleksibel. Semakin besar penambahan *plasticizer* semakin besar nilai persen pemanjangan, namun berpengaruh terhadap ikatan kohesi antar polimer yang semakin kecil dan menjadi lebih lunak sehingga mudah terputus. *Plasticizer* gliserol pada bioplastik

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

berpengaruh menghasilkan persentase pemanjangan yang lebih besar dibandingkan dengan *plasticizer* sorbitol.

Kehilangan berat (biodegradabilitas) merupakan hal yang sangat penting untuk melihat sebuah bioplastik benar-benar ramah terhadap lingkungan, yaitu dengan melihat waktu degradasi bioplastik tersebut. Kehilangan berat penggunaan *plasticizer* gliserol, diperoleh kehilangan berat terbesar pada volume 2 mL sebesar 0,0189 gram/hari. kehilangan berat pada penggunaan gliserol dari volume 1 mL hingga 2 mL mengalami kenaikan dan mengalami penurunan kehilangan berat pada volume 3 mL.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V

PENUTUP

5.1 SIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian dan hasil hasil uji, simpulan yang didapatkan sebagai berikut:

a. Variasi penambahan sorbitol dan gliserol sangat berpengaruh terhadap karakteristik bioplastik. Hal tersebut ditunjukkan oleh hasil uji *One-Way*-ANOVA dengan nilai sig < 0,05, yang berarti terdapat perbedaan hasil karakteristik bioplastik penggunaan *plasticizer* sorbitol dan gliserol.

b. Formulasi yang tepat untuk pengujian pembuatan bioplastik pati biji salak dan singkong dengan ketahanan terhadap air terbaik sebesar 96,19% menggunakan *plasticizer* sorbitol 2 ml. Sedangkan, formulasi ketebalan terbaik sebesar 0,33 mm menggunakan *plasticizer* sorbitol 1 ml. Pada formulasi kuat tarik terbaik sebesar 68,93 kg/cm^2 menggunakan *plasticizer* gliserol 2 ml serta formulasi pemanjangan terbaik sebesar 5,88% menggunakan *plasticizer* gliserol 3 ml.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil simpulan, maka saran yang bisa diberikan sebagai berikut:

a. Sebaiknya waktu lama pengeringan sampel bioplastik disamakan. Contoh, lama pengeringan bioplastik 5 hari maka stelah itu semua sampel harus segera diuji sifat mekanisnya. Jika tidak maka berpengaruh terhadap nilai mekaniknya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Perlunya studi lebih lanjut tentang pengaruh media lain terhadap karakteristik bioplastik pati biji salak dan singkong.

c. Perlunya studi lebih lanjut tentang pengaruh kondisi lingkungan terhadap karakteristik bioplastik pati biji dalak dan singkong

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, F. A. Zulisma, H. Harahap. 2013. Pengaruh waktu simpan film plastik biodegradasi dari pati kulit singkong terhadap sifat mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia* USU. 2(2): 11-15.

Anggraeni, Yuni, Farida Sulistiawati, Dwi Nur Astria. 2016. Pengaruh *Plasticizer* Gliserol dan Sorbitol terhadap Karakteristik Film Penutup Luka Kitosan-Tripolifosfat yang Mengandung Asiatikosida. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, Vol. 14, No.2, September 2016, hlm. 128-134 ISSN 1693-1831

Anggraini, F. Latifah. Miswardi, S, S. 2013. Aplikasi Plastisizer Gliserol pada Pembuatan Plastik Biodegradabel dari Biji Nangka. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 2(3).

Anindita, Faradisa, Syaiful Bahri, Jaya Hardi. 2016. Ekstraksi Dan Karakterisasi Glukomanan Dari Tepung Biji Salak (Salacca edulis Reinw.). *KOVALEN*, 2(2):1-10, September 2016. ISSN: 2477-5398

Anita, Z., F. Akbar, H. Harahap. 2013. Pengaruh penambahan gliserol terhadap sifat mekanik film plastik biodegradasi dari pati kulit singkong. *Jurnal Teknik Kimia* USU 2(2): 37-41.

Arini Dewi, M. Syahrul U., Kasman. 2017. Pembuatan dan Pengujian Sifat Mekanik Plastik Biodegradable Berbasis Tepung Biji Durian. *Journal of science and Technology*, 6(3): 276-283

Aziz, Siti Nurbayti, Juwita Suwandari. 2013. Pembuatan Gliserol dengan Reaksi Hidrolisis Minyak Goreng Bekas. *Chem Prog*, Vol 6 (1), 2013

Coniwanti, P., L. Laila, M.R. Alfira. 2014. Pembuatan film plastik biodegradabel dari pati jagung dengan penambahan sorbitol dan pemlastis gliserol. *Jurnal Teknik Kimia* 20(4): 22-30

Darni, Y., dan H. Utami. 2010. Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik dan hidrofobisitas bioplastik dari pati sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* 7(4): 88-93.

Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2012. *Permenkes no. 033/Menkes/ Per/IV/2012 tentang Bahan Tambahan Makanan*, pp. 1–37.

Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2005. Kebijakan Perbenihan Tanaman Pangan. Seminar Nasional: Peran Perbenihan dalam Revitalisasi Pertanian. Kerjasama Departemen Pertanian dan Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Djaafar, T.F. dan Rahayu, S. 2003. *Ubi Kayu Dan Olahannya*. Yogyakarta: Kanisius.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Firmansyah, Gusfi, Fahry Purnama, Lia Mairiza, Wahyu Rinaldi. 2018. Pengaruh Penambahan Gliserol dan Sorbitol Terhadap Sifat Ketahanan Air dan Biodegradablilitas Bioplastik Berbahan Pati Biji Durian. *Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan (JIRL)*. Vol. 1, No. 3, Hlm. 17–20, 2018

Fitri A, Andriani M, Sudarman A, Toharmat T, Yonekura L. (2016). Screening of antioxidant activities and their bioavailabilityof tropical fruit byproducts from Indonesia. *International journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science 2016*; 8 (6). P.95-100

Grace, M.R. 1997. *Cassava Processing*. Roma : Food and Agriculture Organization of United Nations.

Gironi, F and V. Piemonte. 2011. *Bioplastics and Petroleum-based Plastics: Strenghs and Weaknesses.* Energy Source, Part A 33: 1949-1959

Harumarani, Shara, dan Widodo Farid Ma'ruf Romadhon. 2016. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Gliserol Pada Karakteristik Edible film Komposit Semirefined Karagenan Eucheuma Cottoni Dan Beeswax. *Jurnal Peng. & Biotek.* 5(1):101105

Herawati, H. 2008. Peluang pengembangan alternatif produk "modified starch" dari tapioka. Naskah disampaikan pada Seminar Nasional Pengembangan Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, 7 Agustus 2008, Surakarta.

Herawati, H., I.N. Widiasa, Kendriyanto. 2010. Modifikasi asam suksinat gelombang pendek untuk produksi tapioka suksinat. Agritech. 30(4): 223-230.

Herawati. 2011. "Potensi Pengembangan Produk Pati Tahan Cerna Sebagai Pangan Fungsional". *Jurnal Litbang Pertanian*, 30(1)

Herawati, H. 2012. Teknologi proses produksi food ingredient dari tapioka termodifikasi. Jurnal Litbang Pertanian. 31(2): 68-76.

Hidayati, S., A.S., Zuidar, A. Ardiani. 2015. Aplikasi sorbitol pada produksi biodegradable film dari nata de cassava. Reaktor 15 (3): 196-204

Koswara. 2009. *Modul Teknologi Pengolahan Umbi-Umbian, Bagian 2. Pengolahan Umbi Porang*. SEAFAST Center Research and Community Service Institution IPB, Bogor.

Kristiani, Maria. 2015. *Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Plasticizer Sorbitol Terhadap Sifat Fisiko-Kimia Bioplastik dari Pati Biji Durian (Durio Zibethinus).* Skripsi, 2015.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kumoro dan Purbasari. 2014. Sifat mekanik dan morfologi plastik biodegradable dari limbah tepung nasi aking dan tepung tapioka menggunakan gliserol sebagai *plasticizer*. *Teknik.* 35(1): 8-16

Lazuardi dan Cahyaningrum. 2013. Pembuatan dan karakterisasi bioplastik berbahan dasar sorbitol dan pati singkong dengan *plasticizer* gliserol. *Unesa Journal of Chemistry*. 2 (3).

Mahalik, N.P and A.N. Nambiar. 2010. Trends in food packaging and manufacturing systems and technology. *Trends in food science & technology*. 21: 117-128.

Martunis. 2012. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Kuantitas dan Kualitas Pati Kentang Varietas Granola. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, Vol. 4 No. 3, 2012.

Meriatna. 2008. *Penggunaan Membran Sorbitol untuk Menurunkan Kadar Logam Crom (Cr) dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam*. Tesis, 2008

Nafilah, Ismah. 2018. *Pengaruh Penambahan Sorbitol Dan Gliserol Terhadap Degradasi Bioplastik Pati Singkong Dalam Media Tanah Dan Kompos.* [Skripsi]. Program Studi Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Pradipta, IMD., L.J. Mawarni. 2012. Pembuatan dan karakterisasi polimer ramah lingkungan berbahan dasar Glukomanan Umbi Porang. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits* 1(1): 1-6.

Putra, Anugerah Dwi, Vonny S. J., Raswen E. 2017. Penambahan Sorbitol Sebagai *Plasticizer* Dalam Pembuatan Edible film Pati sukun. *Jurnal Pertanian*, 4(2).

Putri dan Dede. 2008. Konversi Pati Ganyong (Canna edulis Ker.) Menjadi Bioetanol Melalui Hidrolisis Asam dan Fermentasi. *Biodiversitas*, Vol (9) No 2, 2008

Purwono. dan Purnamawati, H. 2007. *Budidaya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul*. Depok: Penebar Swadaya

Radhiyatullah, A., N. Indriani, dan M.H.S. Ginting. 2015. Pengaruh berat pati dan volume *plasticizer* gliserol terhadap karakteristik film bioplastik dari pati kentang. *Jurnal Teknik Kimia* USU. 4(3): 35-39.

Ratnaningtyas, Febriyanti. 2019. *Pengaruh Plasticizer Sorbitol Dan Gliserol Terhadap Kualitas Plastik Biodegradable Dari Singkong Sebagai Pelapis Kertas Pembungkus Makanan.* [Skripsi]. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Reddy, R. Laxmana, V. Sanjeevani Reddy, G. Anusha Gupta. 2015. Study Of Bioplastic As Green & Sustainable Alternative To Plastic. *International of Emerging Tecnology and Advanced Enginering*, 3 (5), 2015.

Rukmana, R. 2002. *Ubi Kayu : Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta : Kanisius.

Saleh, Farham HM, Arni Yuli Nugroho, M. Ridho Juliantama. 2017. Pembuatan Edible Film Dari Pati Singkong Sebagai Pengemas Makanan. *Teknoin*, Vol. 23 No. 1 Maret 2017: 43-48

Saputro E., Lefiyanti O., Mastuti E. 2014. Pemurnian tepung glukomanan dari umbi porang (Amorphopallus muelleri Blume) menggunakan proses ekstraksi/leaching dengan larutan etanol. *Inovasi Keteknikan untuk Pembangunan Berkelanjutan.* Prosiding Simposium Nasional RAPI XIII; Surakarta, 4 Desember 2014. Fakultas Teknik UMS. hlm K-7 – K-13, Surakarta

Swapna, *et al*. 2011. Optimum Blend of Chitosan and Poly-e(caprolactone) for Fabrication of Films for Food Packaging Aplications. *Journal of Food Bioprocess Technology*, 4(7), 2011

Singh RB and Shelley. 2007. Polysaccharide structure of degraded glucomanan from Abrus precatorius Linn. Seeds. *Journal of Environmental Biology*. 28 (2): 461-464.

Sitompul, Alfredo Johan Wahyu Sagita dan Elok Zubaidah. 2017. Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi *Plasticizer* Terhadap Sifat Fisik Edible Film Kolang Kaling (Arenga Pinata). *Jurnal Pangan dan Agroindustr*i 5(1): 13-25

Sunarya, Yayan. 2012. *Kimia Dasar 2*. Yrama Widya, Bandung

Susjendriyati H, Wijayati A, Hidayah N, Cahyunindari D. 2000. Studi morfologi dan hubungan kekerabatan Varietas salak pondoh (salacca zalacca (Gaert.) Voss.) di dataran tinggi sleman. *Biodiversitas*, 2000; 1 (2). P.59-64

Supranto, J. 2000. *Teknik Sampling untuk Survei dan Eksperimen*. Jakarta: Penerbit PT Rineka Cipta.

Suprapti, L. 2005. *Tepung Tapioka Pembuatan dan Pemanfaatan*. Yogyakarta: Kanisius.

Suryanto, Heru, Nanang Eko Wahyuningtyas, Reza Wanjaya, Poppy Puspitasari, Sukarni Sukarni. 2016. *Struktur dan Kekerasan Bioplastik dari Pati Singkong*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Susanti, Jasruddin, dan Subaer. 2015. Sintesis komposit bioplastic berbahan dasar tepung tapioka dengan penguat serat bambu. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika.* 11(2): 179-184.

Swamy, J.N. and B. Singh. 2010. Bioplastics and global sustainability. *Plastics Research Online*. Society of Plastics Engineers. 10.1002/spepro.003219.

Tokiwa, Y., B.P. Calabia, C.U. Ugwu, and S. Aiba. 2009. *Biodegradability of plastics.* Int. J. Mol. Sci. 10: 3722-3742.

Turmuzi M dan Syaputra A. 2015. Pengaruh suhu dalam pembuatan karbon aktif dari kulit salak (salacca edulis) dengan ompregnasi asam fosfat (H3PO4). *Jurnal Teknik Kimia*, USU, 2015; 4 (1).P.42-5.

Ummah, Al. Nathiqoh. 2013. *Uji Ketahanan Biodegradable Plastic Berbasis Pati Tepung Biji Durian (Durio Zibethinus Murr) Terhadap Air dan Pengukuran Densitasnya*. Skripsi, 2013

Wafiroh, S. T. Adiarto, dan E.T. Agustin. 2010. *Pembuatan dan karakterisasi edible film dari komposit sorbitol-pati garut (Maranta Arundinaceae L) dengan pemlastis asam laurat.* J. Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. 13(1): 9-16.

Wardah Inayatul dan Erna Hastuti. 2015. Pengaruh Variasi Komposisi Gliserol Dengan Pati Dari Bonggol Pisang, Tongkol Jagung, Dan Enceng Gondok Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Plastik Biodegradable. *Jurnal Neutrino*, 7(2).

Wati, Nira, Pricilia Ayu Elvira, Yuli Hardiyanti. 2014. *Pemanfaatan Limbah Biji Salak (Salacca Sumatrana) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Cmc (Carboxy Methyl Cellulose) di Kawasan Padang Sidempuan Sumatera Utara.* [Skripsi]. Universitas Negeri Medan Medan

Wibowo, Philip, Julius Adi Saputra, Aning Ayucitra, Laurentia Eka Setiawan. 2008. Isolasi Pati dari Pisang Kepok dengan Menggunakan Metode Alkaline Steeping. *Teknik*, Vol 7 (2)

Wicaksono, R., K. Syamsu, I. Yuliasih, dan M. Masir. 2013. Karakteristik nanoserat selulosa dari ampas tapioka dan aplikasinya sebagai penguat film tapioka. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 23(1): 38-45.

Yuliasih, I dan T.C. Sunarti. 2014. Pati sagu termodifikasi sebagai bahan starch-based plastics. *Prosiding Seminar Kulit, Karet dan Plastik ke-3*, 29 Oktober 2014. Yogjakarta.

Yuniarti, L.I., G.S. Hutomo, dan A. Rahim. 2014. Sintesis dan karakteriasi bioplastik berbasis pati sagu (Metroxylon sp). *e-J. Agrotekbis* 2(1): 38-46.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Yurida, Mutia, Evi Afriani, Susila Arita R. 2013. Pengaruh Kandungan Cao dari Jenis Adsorben Semen Terhadap Kemurnian Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol 19, No. 2 April 2013.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id