

**FORMULASI DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM*
DARI PATI BONGGOL PISANG KEPOK (*Musa
balbisiana Colla*) DENGAN POLIETILEN GLIKOL 400
SEBAGAI *PLASTICIZER***

SKRIPSI



Oleh :

MERILLA STEFANI GLENIA HADI

NIM : 16 04 064

**PROGRAM STUDI S1 FARMASI
FALKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA
PADANG
2020**

PERNYATAAN ORISINILITAS DAN PENYERAHAN HAK CIPTA

Saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Merilla Stefani Glenia Hadi

NIM : 1604064

Judul Skripsi : Formulasi Dan Karakterisasi *Edible Film* Dari Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla) Dengan Polietilen Glikol 400 Sebagai *Plasticizer*

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi yang saya tulis merupakan hasil karya saya sendiri, terhindar dari unsur plagiarisme, dan data beserta seluruh isi skripsi tersebut adalah benar adanya.
2. Saya menyerahkan hak cipta dari skripsi tersebut ke Falkutas Farmasi Universitas Perintis Indonesia untuk dapat dimanfaatkan dalam kepentingan akademis.

Padang, 11 September 2020

(Merilla Stefani Glenia Hadi)

Lembar Pengesahan Skripsi

Dengan ini dinyatakan bahwa :

Nama : Merilla Stefani Glenia Hadi

NIM : 1604064

Judul Skripsi : Formulasi Dan Karakterisasi *Edible Film* Dari Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa Balbisiana* Colla) Dengan Polietilen Glikol 400 Sebagai *Plasticizer*

Telah diuji dan disetujui skripsinya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi (S.Farm) melalui ujian sarjana yang diadakan pada tanggal 11 September 2020 berdasarkan ketentuan yang berlaku

Ketua Sidang

apt. Revi Yenti, M.Si

Pembimbing I

Anggota Penguji I

apt. Dedi Nofiandi, M.Farm

Dr. apt. Ifmaily, S.Si, M.Kes

Pembimbing II

Anggota Penguji II

apt. Farida Rahim, S.Si, M.Farm

apt. Elmitra, M.Farm

**Mengetahui :
Ketua Program Studi S1 Farmasi**

apt. Revi Yenti, M.Si

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan maka apabila telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanlah hendaknya kamu berharap
(Qs. Alam Nasyrah: 7,9)

Alhamdulillah Sebuah langkah usai sudah satu cita telah ku gapai Namun
Itu bukan akhir dari perjalanan Melainkan awal dari satu perjuangan,sepercik ilmu telah engkau karuniakan kepadaku hanya untuk mengetahui sebagian kecil dari engkau muliakan...

Syukur alhamdulillah ku ucapkan kepada Allah S.W.T
Sebuah perjalanan telah ku tempuh dengan izinmu ya Allah
Walau terkadang tersandung dan terjatuh.....

Ya Rabbi..... sujudku padamu
Sepercik ilmu telah aku dapat atas ridhaMu ya Allah
Semoga hari-hari yang cerah membentang di depanku
Bersama rahmat dan ridhaMu ya Allah

Ayah ... Ibu
Telah ku lalui hari-hari ini
Ini berkat do'a dan air mata disetiap sujudmu...
kini telah ku gapai sebuah cita-cita yang akan aku persembahkan
untukmu Ayah ku apt. Drs. Erhadi Adang Maria, Ibu ku Novrida
Hayati, S.H dan adik ku Ezra Aurelia Glenia Hadi, yang ku cintai
serta kepada nenek, tante, om, kakak dan abang Terima kasih atas
segala kasih sayang serta dukungan yang engkau berikan kepadaku...
Engkau menjadikan ku kuat disetiap langkah ku...

Teruntuk semua dosen dan staf Universitas Perintis Padang, terimakasih untuk ilmu yang sangat berarti semoga berguna dimasa depan. Teristimewa kepada Bapak apt. Dedi Nofiandi, M.Farm dan Ibu apt. Farida Rahim,S.Si, M.Farm sebagai pembimbingku serta Ibu Epi Supri Wardi, M.Si sebagai pembimbing akademik yang sudah sangat membantu, membimbing serta menasehati selama ini.

" For My Friend's"...

Bobot, Nana, Cating, kak tipah, Indah, Sildev, Nisut, Mbak yun, Adik-adik kos ku tersayang (Amisya, Jesti, dan Celi) terimakasih atas waktu yang selalu ada di segala kondisi... Untuk keluarga ku di DPM, rekan kerja komisi 2 ku (sitnir, diza, mikel, det, dev, ilin, mikel) serta tim edible film ku (kak Tia, Rannas, Yumel). Terima kasih untuk dukungan, semangat, cinta dan kasih sayang yang tak dapat diungkap...

Suka, duka kita lalui bersama, semua kenangan itu takkan kulupakan dan juga buat semua angkatan 16 Verenigen yang tak bisa disebutkan namanya satu persatu, perjalan panjang telah kita lalui bersama, semoga kita semua bisa dapatkan apa yang kita cita-citakan. Amin ya robbal'alamn.
Once again thanks for all who have helped and supported all this time...

By Merilla Stefani Glenia Hadi, S.Farm

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis telah dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul **“FORMULASI DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* DARI PATI BONGGOL PISANG KEPOK (*Musa balbisiana Colla*) DENGAN POLIETILEN GLIKOL 400 SEBAGAI *PLASTICIZER*”**. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program pendidikan sarjana strata satu pada Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia Yayasan Perintis Padang.

Dalam menyelesaikan pendidikan dan penulisan skripsi ini penulis tidak terlepas dari do'a dan bantuan oleh semua pihak, dan pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak apt. Dedi Nofiandi, M.Farm selaku pembimbing I dan Ibu apt. Farida Rahim, S.Si, M.Farm selaku pembimbing II, yang dengan penuh perhatian dan kesabaran telah berkenan meluangkan waktu, memberikan petunjuk, ilmu, nasehat, arahan serta bimbingan selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Epi Supri Wardi, M.Si. selaku Pembimbing akademik, yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam kegiatan akademis penulis di Fakultas Farmasi Universitas Perintis Indonesia.
3. Bapak Prof. Dr. apt. Elfi Sahlan Ben selaku Rektor Universitas Perintis Indonesia Padang.

4. Ibu Dr. apt. Eka Fitrianda, M.Farm selaku Dekan Universitas Perintis Indonesia Padang.
5. Ibu apt. Revi Yenti, M.Si selaku Ketua Program Studi S1 Farmasi Universitas Perintis Indonesia.
6. Bapak/Ibu Dosen yang telah mendidik dan mencurahkan ilmu selama ini kepada penulis dan Staf Karyawan/karyawati serta analis labor Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia (STIFI) Yayasan Perintis Padang.
7. Kerabat yang selalu mendampingi dan rekan – rekan yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu. Terimakasih untuk cinta dan cerita yang sangat teramat banyak.

Semoga Allah SWT membalas dan melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Penulis berharap semoga skripsi ini menjadi sumbangan yang bernilai ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi kita semua. Kritik dan saran yang mendukung sangat penulis harapkan demi perbaikan penyempurnaan skripsi ini. Akhirnya, hanya kepada Allah SWT penulis serahkan segalanya mudah-mudahan dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi kita semua.

Padang, 11 September 2020

Penulis

ABSTRAK

Penelitian ini tentang formulasi dan karakterisasi *edible film* dari pati bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) dengan Polietilen Glikol 400 (PEG 400) sebagai *plasticizer*. Pada penelitian ini *edible film* yang dibuat memiliki perbandingan *plasticizer* 30 %, 40%, dan 50% dari 5 gram pati dalam 100 mL air. Pengawet yang digunakan nipagin 0,05 % dan nipasol 0,1 %. Pembuatan *edible film* menggunakan metode *solven casting* atau endap tuang dengan prinsip gelatinisasi. *Edible film* yang diperoleh kemudian dikarakterisasi yaitu organoleptis, ketebalan, pH, kadar air, daya serap, pemanjangan, daya tarik, *modulus young*, dan laju transmisi uap air. Nilai dari transmisi uap air yang di dapatkan pada masing-masing formula F1, F2 dan F3 1,1199 mg/jamcm², 1,4054 mg/jamcm², 1,5146 mg/jam.cm². serta nilai dari sweling pada menit ke-6 dari masing-masing formula F1, F2, dan F3 yaitu 68,6383 %, 93,8953 %, dan 72,2831 %. Data uji Sweling laju dan transmisi uap air dianalisis menggunakan ANOVA dari SPSS 25,0. Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan ANOVA penambahan *plasticizer* PEG 400 berpengaruh terhadap formulasi dan karakterisasi *edible film*. Pati dari bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla) dengan Polietilen Glikol 400 (PEG 400) sebagai *plasticizer* dapat dibuat menjadi *edible film* dan memenuhi karakteristik sebagai *edible film* yang meliputi ketebalan, pH, kadar air, daya tarik, transmisi uap air, dan *sweling*.

Kata kunci : *edible film*, pati bonggol pisang kepok, *plasticizer*, polietilen glikol 400 (PEG 400)

ABSTRACT

This research is about the formulation and characterization of edible film from starch of saba banana (*Musa balbisiana* Colla) with Polyethylene Glycol 400 (PEG 400) as a plasticizer. In this study, the edible film made had a plasticizer ratio of 30%, 40%, and 50% of 5 grams of starch in 100 mL of water. The preservatives used were 0.05% nipagin and 0.1% nipasol. Making edible films using solvent casting method or sediment casting with the principle of gelatinization. The edible films obtained were then characterized, namely organoleptic, thickness, pH, moisture content, absorption, elongation, attractiveness, modulus young, and water vapor transmission rate. The value of water vapor transmission obtained in the respective formulas F1, F2 and F3 is 1.1199 mg / hour cm², 1.4054 mg / hour cm², 1.5146 mg / hour.cm². as well as the value of swelling in the 6th minute of each formula F1, F2, and F3, namely 68.6383%, 93.8953%, and 72.2831%. Swelling test data rate and water vapor transmission were analyzed using ANOVA from SPSS 25.0. Based on the results of statistical analysis using ANOVA, the addition of PEG 400 plasticizer affected the formulation and characterization of edible film. Starch from saba banana hump (*Musa balbisiana* Colla) with Polyethylene Glycol 400 (PEG 400) as a plasticizer can be made into an edible film and fulfills its characteristics as an edible film which includes thickness, pH, moisture content, attractiveness, water vapor transmission, and swelling.

Keywords: Edible film, Saba banana's starch, plasticizer, Polyethylene glycol 400 (PEG 400)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
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	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II. PENDAHULUAN	6
2.1 Tinjauan Botani Pisang Kepok.....	6
2.1.1 Klasifikasi Pisang Kepok (<i>Musa balbisiana Colla</i>)	6
2.1.2 Morfologi Tumbuhan.....	7
2.1.3 Nama Daerah Tumbuhan.....	8
2.1.4 Habitat dan Daerah Tumbuh.....	8
2.1.5 Pemanfaatan Bonggol Pisang Kepok.....	9
2.1.6 Kandungan Kimia.....	9
2.2 Edibel Film.....	10
2.2.1 Sifat-Sifat <i>Edible Film</i>	14
2.2.2 Pembuatan <i>Edibel Film</i>	16
2.3 Tinjauan Kimia.....	17
2.3.1 Morfologi Pati.....	17
2.3.2 Pembuatan Pati	20
2.3.3 Tinjauan Farmasetik	21
2.4 Tinjauan Umum.....	21
2.4.1 Polietilena Glikol (PEG).....	21
2.4.2 Nipagin.....	23
2.4.3 Nipasol.....	24
BAB III. METODE PENELITIAN	26
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	26

3.2	Metode Penelitian.....	26
3.2.1	Alat.....	26
3.2.2	Bahan	26
3.3	Prosedur Penelitian.....	27
3.3.1	Pengambilan sampel	27
3.3.2	Identifikasi Sampel	27
3.3.3	Pembuatan Pati Bonggol Pisang Kepok (<i>Musa balbisiana</i>).....	27
3.3.4	Pembuatan Reagen.....	28
3.3.5	Evaluasi Pati Bonggol Pisang Kepok (<i>Musa balbisiana</i>).....	28
3.4	Pemeriksaan Bahan Tambahan	31
3.5	Pembuatan <i>Edible Film</i>	31
3.5.1	Proses Pembuatan <i>Edible Film</i>	32
3.5.2	Karakterisasi <i>Edible Film</i>	33
3.6	Analisis Data	37
	BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1	Hasil	38
4.2	Pembahasan.....	40
	BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran.....	52
	DAFTAR PUSTAKA	53
	LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel I. Komposisi Kimia Bonggol Pisang.....	10
Tabel II. Standart edible film	14
Tabel III. Formula pembuatan <i>edible film</i>	32
Tabel IV. Hasil evaluasi bonggol pisang kepok (<i>Musa balbisiana Colla</i>)	63
Tabel V. Hasil Pemeriksaan Polietilen Glikol 400 (PEG 400)	64
Tabel VI. Hasil Pemeriksaan Nipagin.....	64
Tabel VII. Hasil Pemeriksaan Nipasol.....	65
Tabel VIII. Hasil Pemeriksaan Organoleptis <i>Edible Film</i>	66
Tabel IX. Hasil Uji Ketebalan <i>Edible Film</i>	66
Tabel X. Hasil Pemeriksaan pH <i>Edible Film</i>	67
Tabel XI. Hasil Pemeriksaan Kadar Air <i>Edible Film</i>	67
Tabel XII. Hasil Uji Persen Pemanjangan	68
Tabel XIII. Hasil Pengukuran Daya Tarik <i>Edible Film</i>	69
Tabel XIV. Hasil Perhitungan <i>Modulus Young</i>	70
Tabel XV. Hasil Laju Transmisi Uap Air	71
Tabel XVI. Hasil Uji <i>Swelling</i>	72
Tabel XVII. Rekapitulasi Evaluasi <i>Edible Film</i>	73
Tabel XVIII. Hasil Perhitungan ANOVA Satu Arah <i>Modulus Young</i>	74
Tabel XIX. Hasil statistik ANOVA Satu Arah Laju Transmisi Uap Air.....	75
Tabel XX. Hasil Statistik Secara ANOVA Dua Arah % <i>Swelling</i>	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bonggol Pisang kepok (<i>Musa balbisiana Colla</i>)	6
Gambar 2. Struktur Amilosa	18
Gambar 3. Struktur Amilopektin.....	19
Gambar 4. Struktur Polietilena Glikol	22
Gambar 5. Struktur Kimia Nipagin.....	24
Gambar 6. Struktur Kimia Nipasol	25
Gambar 7. Edible Film Pati Bonggol Pisang Kepok.....	44
Gambar 8. Diagram batang Ketebalan Edible Film	45
Gambar 9. Diagram batang Kadar Air <i>Edible Film</i>	46
Gambar 10. Diagram batang Persen Pemanjangan <i>Edible Film</i>	47
Gambar 11. Diagram batang Daya Tarik Edible Film	48
Gambar 12. Diagram Garis Profil Modulus Young Edible film.....	49
Gambar 13. Profil Laju Transmisi Uap Uap Air.....	50
Gambar 14. Profil Hasil Uji Kemampuan Daya Serap	51
Gambar 15. Buah Pisang Kepok (<i>Musa balbisiana Colla</i>).....	57
Gambar 16. Bonggol pisang kepok (<i>Musa balbisiana Colla</i>)	57
Gambar 17. Surat Identifikasi Tanaman Bonggol Pisang Kepok.....	58
Gambar 18. Skema Pembuatan Pati Bonggol Pisang Kepok.....	59
Gambar 19. Skema Pembuatan Edible film	60
Gambar 20. Pati Bonggol Pisang Kepok (<i>Musa balbisiana Colla</i>)	62
Gambar 21. Hasil Pengamatan Pati Mikroskop Perbesaran 100 kali.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Foto tanaman dan surat identifikasi	57
Lampiran 2. Skema Kerja Pembuatan Pati dan <i>Edible film</i>	59
Lampiran 3. Perhitungan pembakuan larutan titer	61
Lampiran 4. Foto Pati dan Hasil Pemeriksaan	62
Lampiran 5. Hasil Pemeriksaan Bahan yang Digunakan	64
Lampiran 6. Hasil Evaluasi <i>Edibel Film</i>	66
Lampiran 7. Hasil Analisis Statistik.....	74

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pisang merupakan salah satu buah yang digemari oleh sebagian besar masyarakat karena rasanya yang enak, kandungan gizinya tinggi, dan mudah didapat. Setiap jenis pisang mengandung gizi yang berbeda antara jenis satu dengan yang lainnya. Rata – rata kandungan setiap 100 g daging buah pisang terdiri atas energi 90 KKal, karbohidrat 22,84 g, protein 1,09 g, lemak 0,33 g, serat 2,6 g, kalsium 5 mg, fosfor 22 mg, zat besi 0,26 mg, tembaga 0,078 mg, potasium 358 mg, magnesium 27 mg, vitamin A 64 mg, vitamin B1 0,031 mg, vitamin C 8,7 mg, vitamin E 0,1 mg (Wardhany, 2014). Ada 3 macam pisang yang sangat terkenal, baik di dalam negeri maupun di manca negara, yaitu pisang ambon, pisang susu, dan pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*)

Tanaman pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) memiliki karakteristik berdaun tebal, memiliki lapisan lilin yang cukup tebal, kadang-kadang terdapat biji pada buahnya, kulitnya keras dan tebal serta buahnya dapat langsung dimakan dalam bentuk segar (Margono, 2000). Dari segi pemanfaatan, selama ini masyarakat Indonesia masih memanfaatkan bagian buah, daun, jantung, dan pelepahnya saja, sedangkan bagian lainnya belum secara optimal dimanfaatkan terutama bagian bonggol. Bonggol pisang merupakan bagian yang paling jarang dimanfaatkan apalagi untuk konsumsi. Selama ini masyarakat menggunakannya sebagai bahan makanan ternak atau dibuang begitu saja, padahal bonggol pisang memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi dengan komposisi yang lengkap, mengandung karbohidrat (66%), protein, air, dan mineral-mineral penting

(Munadjim, 1983). Bonggol pisang mempunyai kandungan pati 45,4% dan kadar protein 4,35% (Sukasa *dkk*, 1996).

Pati merupakan jenis polimer dari polisakarida yang sering digunakan dalam proses pembuatan *edible film* sebagai pengganti polimer plastik karena harganya yang murah, mudah diperbarui, dan memberikan sifat mekanik yang baik (Boutroom, 2008). Pati juga merupakan salah satu hidrokoloid yang dapat digunakan sebagai bahan dasar *edible film*. Menurut Rodriguez (2006), pati memiliki kelebihan dimana pati tersebut dapat melindungi produk dari oksigen, karbondioksida, dan lipid. Sedangkan kekurangannya berupa film dari pati kurang baik dalam hal *barier* terhadap migrasi uap air. Pati yang digunakan salah satunya dapat bersumber dari bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) selama ini umumnya bonggol pisang tersebut tidak dimanfaatkan oleh beberapa masyarakat. namun sesungguhnya bonggol pisang kepok tersebut dapat digunakan untuk pengembangan sebagai bahan baku *edible film*.

Edible film diproduksi dari material yang memiliki kemampuan membentuk film. Komponen yang digunakan untuk pembuatan *edible film* dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu hidrokoloid (protein, turunan selulosa, alginat, pektin, pati, dan polisakarida lainnya), lipid (lilin, asilgliserol, dan asam lemak), dan komposit (gabungan dari hidrokoloid dan lipid). *Edible film* merupakan lapisan tipis bersifat sebagai pengemas primer untuk melapisi makanan (*coating*) yang berfungsi sebagai penahan transfer massa seperti oksigen, cahaya, uap air dan lemak, serta dapat juga sebagai pembawa bahan tambahan pangan (Estiningtyas, 2010). Menurut Gontard *dkk* (1996), *edible film* merupakan tipe pengemas seperti film, lembaran atau lapis tipis sebagai bagian

integral dari produk pangan dan dapat dimakan bersama-sama dengan produk yang dikemas. *Edible film* yang terbuat dari pati biasanya bersifat rapuh sehingga diperlukan penambahan *plasticizer* untuk mengubah sifat fisik dari film.

Penambahan *plasticizer* dapat menurunkan ikatan hidrogen intermolekular antar polimer atau kekuatan intermolekular (mengatasi sifat rapuh lapisan film), meningkatkan fleksibilitas film dan menurunkan sifat-sifat penghalang film (Krochta, 1997). *Plasticizer* merupakan bahan nonvolatil, bertitik didih tinggi yang jika ditambahkan pada material lain dapat merubah sifat fisik material tersebut. Untuk mengatasi kualitas *film* yang mudah rapuh sehingga diperlukan penambahan zat tambahan yang bersifat sebagai *plasticizer* (pemlastis) untuk meningkatkan sifat plastis pada saat *film* ditarik. Bahan pemlastis (*plasticizer*) adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud memperlemah kekakuan dari polimer, meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer (Al Hassan, 2012). Secara umum *plasticizer* dibutuhkan sekitar 10-60% dari berat kering, tergantung dari kekakuan polimer (Sothornvit dan Krochta, 2005). Salah satu *plasticizer* yang umum digunakan dalam pembuatan *edibel film* yaitu gliserol, sorbitol, dan polietilen glikol 400 (PEG 400).

Polietilen Glikol 400 (PEG 400) merupakan salah satu jenis *plasticizer* yang sering digunakan. PEG 400 merupakan senyawa polimer berantai panjang, larut dalam air dan pelarut organik, tidak beracun dan bersifat stabil, dibuat secara sintetis, mudah didapat dan harganya yang lebih mudah dibandingkan dengan *plasticizer* lain.

Polietilen glikol (PEG) 400 merupakan salah satu polimer yang berwujud cair dalam suhu ruangan dengan struktur $\text{HO}-(\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n-\text{OH}$ dengan n berkisar antara 8 atau 9. Struktur yang khas seperti ini membuat PEG larut dengan air melalui ikatan hidrogen. Bagian hidrokarbon yang bersifat hidrofobik dari struktur Polietilen Glikol (PEG) 400 membantu memutuskan ikatan hidrogen diantara molekul air sehingga mengurangi interaksi intermolekul air menyebabkan momen dipol (kepolaran) air menjadi menurun dan komponen hidrofobik dapat masuk ke dalam rongga antar molekul air. Polietilen glikol (PEG) 400 stabil secara kimia dan memiliki toksisitas yang relatif rendah (Nandi, *dkk* 2003).

Oleh karena itu, berdasarkan uraian di atas maka peneliti mencoba untuk mengembangkan pembuatan *edible film* dari pati bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) dengan variasi Polietilen Glikol 400 (PEG 400) sebagai *plasticizer*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah pati dari bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) dapat dibuat menjadi *edible film* dengan Polietilen Glikol 400 (PEG 400) sebagai *plasticizer* ?
2. Apakah *edible film* yang dihasilkan dari bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) memenuhi karakterisasi sebuah *edible film* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk membuat dan mengkarakterisasi *edible film* dari bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) dengan Polietilen Glikol 400 (PEG 400) sebagai *plasticizer*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan terutama di bidang farmasi.

2. Bagi Masyarakat

Hasil dari penelitian ini, masyarakat dapat menikmati hasil *edible film* dari pati bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) dan juga masyarakat dapat memanfaatkan limbah organik bonggol pisang kepok.

3. Bagi Pemerintah

Hasil dari penelitian ini dapat menjadi solusi untuk meningkatkan pemanfaatan bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) dan meningkatkan pemanfaatan limbah organik dari bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*), serta untuk menjadi salah satu sediaan dalam industri farmasi

BAB II. PENDAHULUAN

2.1 Tinjauan Botani Pisang Kepok

2.1.1 Klasifikasi Pisang Kepok (*Musa balbisiana Colla*)

Pisang tergolong tanaman buah berupa tumbuhan yang tidak asing lagi bagi sebagian besar masyarakat. Tumbuhan ini berdasarkan klasifikasi ilmiahnya tergolong dalam keluarga besar Musaceae, Dalam dunia tumbuhan, klasifikasi pisang kepok selengkapnya adalah sebagai berikut (Munadjim, 1998):

Kingdom	: Plantae (tumbuhan)
Sub kingdom	: Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)
Super divisi	: Spermatophyta (menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
Kelas	: Liliopsida (berkeping satu/monokotil)
Sub kelas	: Commelinidae
Ordo	: Zingiberales
Famili	: Musaceae (suku pisang-pisangan)
Genus	: Musa
Spesies	: <i>Musa balbisiana Colla</i>



Gambar 1. Bonggol Pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*)

2.1.2 Morfologi Tumbuhan

Pisang kepok adalah pisang yang berasal dari Filipina. Pisang kepok adalah salah satu varietas pisang yang paling penting dalam masakan Filipina. (Munadjim, 1998).

Daun pisang letaknya tersebar, helaian daun berbentuk lanset memanjang yang panjangnya antara 30-40 cm. Daun yang paling muda terbentuk di bagian tengah tanaman, keluarnya menggulung dan terus tumbuh memanjang. Kemudian secara progresif membuka. Helaian daun bentuknya lanset memanjang, mudah koyak, panjang 1,5-3m, lebar 30-70 cm, permukaan bawah daun berlilin, tulang tengah penopang jelas disertai tulang daun yang nyata, tersusun sejajar dan menyirip (Suyanti dan Satuhu, 1992).

Menurut Suhardiman (1997), pisang mempunyai bunga majemuk yang tiap kuncup bunga dibungkus oleh seludang berwarna merah kecoklatan. Seludang akan lepas dan jatuh ke tanah jika bunga telah membuka. Bunga betina akan berkembang secara normal, sedang bunga jantan yang berada diujung tandan tidak berkembang dan tetap tertutup oleh seludang dan disebut sebagai jantung pisang. Tiap kelompok bunga disebut sisir, yang tersusun dalam tandan. Jumlah sisir betina 5-15 buah, buahnya merupakan buah buni, bulat memanjang dan membengkok, tersusun seperti sisir dua baris, dengan kulit berwarna hijau, kuning, dan coklat. Tiap kelompok buah atau sisir terdiri dari beberapa buah pisang. Berbiji atau tanpa biji, bijinya kecil, bulat, dan warna hitam. Bentuk buah pisang kepok agak gepeng dan bersegi. Karena bentuknya gepeng, ada yang menyebutnya pisang gepeng. Ukuran buahnya kecil, panjangnya 10-12 cm dan

beratnya 80-120 g. Kulit buahnya sangat tebal dengan warna kuning kehijauan dan kadang bernoda cokelat.

2.1.3 Nama Daerah Tumbuhan

Jawa: cau, gedang, pisang, kisang, ghedhang, kedhang, pesang, pisah. Sumatera: pisang, galuh, gaol, punti, puntik, puti, pusi, galo, awal pisang, gae. Kalimantan: harias, peti, pisang, punsi, pute, puti, rahias. Nusa Tenggara: biu, pisang, kalo, mutu, punti, kalu, muu, muku, muko, busaa, busa, wusa, huni, hundi, uki. Sulawesi: Tagin, see, lambi, lutu, loka, unti, pepe, sagin, punti, uti. Maluku: fudir, pitah, uki, temai, seram, kula, uru, temae, empulu, fust, fiat, tela, tele, luke. Irian: nando, rumaya, pipi, mayu (Dalimartha, 2003).

2.1.4 Habitat dan Daerah Tumbuh

Tanaman pisang (*Musa* sp) merupakan tanaman yang berasal dari Asia Tenggara yang kini sudah tersebar luas ke seluruh dunia termasuk Indonesia. Hampir seluruh wilayah Indonesia cocok untuk pertumbuhan tanaman pisang (Satuhu, 2004).

Menurut Sunarjono (2004). Tanaman pisang tersebar mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi, baik yang dibudidayakan di lahan khusus maupun ditanam sembarangan di kebun atau di halaman. Hampir setiap pekarangan rumah di Indonesia terdapat tanaman pisang, hal ini dikarenakan tanaman tersebut cepat menghasilkan buah, dapat berlangsung lama, mudah ditanam dan mudah dipelihara.

Menurut sejarah, pisang berasal dari Asia Tenggara yang kemudian disebarkan oleh para penyebar agama islam ke Afrika Barat, Amerika Selatan dan Amerika Tengah. Selanjutnya pisang menyebar ke seluruh dunia, meliputi daerah

tropis dan sub tropis. Negara-negara penghasil pisang yang terkenal diantaranya Brasil, Philipina, Panama, Honduras, India, Ecuador, Thailand, Karibia, Columbia, Meksiko, Venezuela, dan Hawaii. Indonesia merupakan negara penghasil pisang nomor empat di dunia (Satuhu dan Supriadi, 2000).

2.1.5 Pemanfaatan Bonggol Pisang Kepok

Penelitian tentang pemanfaatan bonggol pisang kepok sendiri telah dilakukan oleh Rezky Putri (2018) yang membuat pati dari bonggol pisang kepok. Pada penelitian tersebut diketahui bahwa ternyata di bonggol pisang tersebut terdapat pati yang bisa di manfaatkan dalam pembuatan salah satunya *edibel film*.

Tanaman pisang ataupun bonggol pisang kepok sendiri sudah dikenal luas dan bermanfaat dalam pengelolaan limbah organik. Pada beberapa penelitian bonggol pisang tersebut dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai bahan pengemas makanan pada buah apel, dimana pada penelitian Unsa L.K dan Paramastri G.A (2018) didapatkan hasil bahwa buah yang dilapisi oleh *edibel film* memiliki masa simpan lebih lama yaitu empat hari dibandingkan masa simpan buah yang tidak dilapisi oleh *edibel film*. Dalam hal ini menurut Pewigya dkk (2015) *edibel film* akan mempersulit oksidasi, karena oksigen akan sulit menembus *edibel film*, sehingga buah apel yang dilapisi oleh *Edible film* tersebut akan memiliki waktu penyimpanan yang lebih lama.

2.1.6 Kandungan Kimia

Menurut Ashari (2006) Semua jenis buah pisang memiliki kandungan gizi yang berbeda-beda. Rata-rata dalam setiap 100 g daging buah pisang mengandung air sebanyak 70 g, protein 1,2 g, lemak 0,3 g, pati 2,7 g, dan serat 0,5 g. Buah pisang juga kaya akan potassium, sebanyak 400 mg/100 g. Potassium merupakan

bahan makanan untuk diet karena mengandung nilai kolestrol, lemak dan garam yang rendah. Pisang kaya akan vitamin C, B6, vitamin A, thiamin, ribaflavin, dan niacin. Energi yang terkandung dalam setiap 100 g daging buah pisang sebesar 275 kJ –465 kJ.

Bonggol pisang merupakan batang pisang yang berupa umbi batang dari batang aslinya. Bonggol pisang memiliki kandungn kimia yang sangat kompleks. Adapun komposisi kimia yang terdapat pada bonggol pisang dapat dilihat pada Tabel I.

Tabel I. Komposisi Kimia Bonggol Pisang (Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan R.I, 1996)

Kandungan gizi	Bonggol basah	Bonggol kering
Kalori (kal)	43,00	425,00
Protein (gram)	0,36	3,45
Lemak (gram)	0	0
Karbohidrat (gram)	11,60	66,20
Kalsium (mg)	15,00	60,00
Fosfor (mg)	60,00	150,00
Zat Besi (mg)	0,50	2,00
Vitamin A (mg)	0	0
Vitamin B1 (mg)	0,01	0,04
Vitamin C (mg)	12,00	4,00
Air	86,00	20,00
Bagian yang dapat dikonsumsi (%)	100	100

2.2 Edibel Film

Menurut literatur dari Erkmen & Barazi (2018), sejarah penggunaan *edible film* sudah dimulai cukup lama. Pada abad ke-12 lilin pada jeruk dan

lemon di Cina digunakan untuk menunda kehilangan air selama transportasi dan penyimpanan. Pada awal abad ke-15 pembentukan *edible film* pertama di Jepang dibuat dengan memanfaatkan protein susu kedelai yang disebut “Yuba” *film*.

Menurut Christania (2008), *edible packaging* pada bahan pangan pada dasarnya dibagi menjadi tiga jenis bentuk, yaitu: *edible film*, *edible coating*, dan *enkapsulasi*. Hal yang membedakan *edible coating* dengan *edible film* adalah cara pengaplikasiannya. *Edible coating* langsung dibentuk pada produk, sedangkan pada *edible film* pembentukannya tidak secara langsung pada produk yang akan dilapisi/dikemas. *Enkapsulasi* adalah *edible packaging* yang berfungsi sebagai pembawa zat flavor berbentuk serbuk.

Edible film adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk atas komponen makanan yang berfungsi sebagai penghambat transfer masa (kelembaban, oksigen, lemak dan zat terlarut) dan atau sebagai *carier* bahan makanan atau adiktif dan untuk meningkatkan penanganan makanan (Krochta 1997).

Selama 10 tahun penelitian tentang *edible film* dan coating pada makanan yang dilakukan oleh ahli pangan karena tingginya permintaan kebutuhan konsumen terhadap daya awet dan kualitas yang baik dari makanan yang segar. Contoh yang umum dari pengemasan *edible film* adalah sosis daging yang tidak perlu dibuang bungkusnya ketika dimasak dan dimakan. Film seperti itu dapat melindungi makanan secara mekanik, mencegah kontaminasi dari mikroorganisme, mencegah turunnya kualitas makanan karena perpindahan massa (misal kelembaban, gas, rasa, dan lain-lain). *Edible film* dapat diklasifikasikan

menjadi tiga kategori berdasarkan komponennya yaitu : hidrokoloid (mengandung protein, polisakarida atau alginat), lemak (asam lemak, acylgliserol atau lilin) dan kombinasi (dibuat dengan menyatukan kedua substansi dari dua kategori) (Skurtys *dkk.*, 2011).

Fungsi dari *edible film* sebagai penghambat perpindahan uap air, menghambat pertukaran gas, mencegah kehilangan aroma, mencegah perpindahan lemak, meningkatkan karakteristik fisik, dan sebagai pembawa zat aditif. *Edible film* yang terbuat dari lipid dan juga film dua lapis (bilayer) ataupun campuran yang terbuat dari lipid dan protein atau polisakarida pada umumnya baik digunakan sebagai penghambat perpindahan uap air dibandingkan dengan *edible film* yang terbuat dari protein dan polisakarida dikarenakan lebih bersifat hidrofobik (Hui, 2006).

Pemanfaatan pati sebagai bahan baku pembuat *edible film* memiliki kemampuan yang baik untuk melindungi produk terhadap oksigen, karbondioksida, minyak dan meningkatkan kesatuan struktur produk. Adapun kelemahannya sebagaimana umumnya polisakarida dan hidrokoloid lainnya, pati mempunyai sifat hidrofilik dan apabila pati digunakan sebagai bahan baku pembuat *edible film* akan menghasilkan film yang rapuh, permeabilitas uap air tinggi, dan kurang fleksibel, sehingga diperlukan usaha untuk memperbaikinya, salah satunya adalah dengan penambahan *plasticizer* agar elastis.

Dalam pembuatan *edible film* sering ditambahkan bahan *plasticizer*. Karena *edible film* yang dibentuk dari polimer murni yang mudah rapuh dengan penambahan *plasticizer* terjadi peningkatan fleksibilitasnya. Selama waktu penyimpanan maupun penggunaannya, plastik *edible film* dapat mengalami

perubahan sifat, dan tidak diharapkan berlangsung cepat. Sifat mekanik ini dipengaruhi oleh lama penyimpanan plastik *edible film*.

Menurut Astuti (2011) *Plasticizer* adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud untuk memperlemah kekakuan dari polimer sekaligus meningkatkan fleksibilitas polimer. *Plasticizer* yang digunakan dapat diambil dari golongan poliol. Polietilen glikol merupakan salah satu golongan poliol selain gliserol dan manitol. Polietilen glikol merupakan *plasticizer* yang efektif karena memiliki kelebihan mampu untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler sehingga baik untuk menghambat penguapan air dari produk, dapat larut dalam tiap-tiap rantai polimer sehingga akan mempermudah gerakan molekul polimer, tersedia dalam jumlah yang banyak, harganya murah dan bersifat non toksik.

Plasticizer yang umum digunakan dalam sistem film adalah monosakarida, disakarida, atau oligosakarida (glukosa, fruktosa-glukosa sirup, sukrosa, madu), poliols (gliserol, sorbitol, turunan gliseril, polietilen glikol), dan lipid serta turunannya (fosfolipid, asam lemak, dan surfaktan). Pemilihan *plasticizer* dilakukan berdasarkan kompatibilitas antara *plasticizer* dan substansi yang akan diplastifikasi. Untuk film polisakarida (umumnya berbasis air), *plasticizer* paling efektif adalah yang paling mendekati struktur polisakarida, sehingga *plasticizer* hidrofilik yang memiliki gugus hidroksil adalah yang paling sesuai. Jumlah dan posisi gugus hidroksil serta jumlah ikatan hidrogen yang dapat berikatan dengan makromolekul mempengaruhi efisiensi plastifikasi. *Plasticizer* yang umum digunakan dalam film polisakarida antara lain gliserol, sorbitol, xylitol, manitol, polietilen glikol (dengan bobot molekul 400-8000), etilen glikol,

dan propilen glikol 400. Secara umum *plasticizer* dibutuhkan sekitar 10-60% dari berat kering, tergantung dari kekakuan polimer (Sothervit dan Krochta, 2005). Penggunaan beberapa *plasticizer* dapat menghambat pertumbuhan fungi (Lacroix dan Tien, 2005).

Menurut Krochta (1997), standart *edible film* yang di gunakan menurut Japanese Industrial Standart yaitu seperti pada tabel 2.

Tabel II. Standart edible film (Sumber :Krochta dan Johnson, 1997)

No	Sifat	Nilai
1.	Ketebalan	0,25 mm
2.	Daya tarik	> 0,3 Mpa
3.	Elongation (%)	Jelek < 5 % Bagus > 50 %
4.	Modulus Young	0, 35 Mpa
5.	Laju Transmisi Uap Air	200 g/m ² 24jam

2.2.1 Sifat-Sifat *Edible Film*

Beberapa sifat *edible film* meliputi kekuatan renggang putus, ketebalan, pemanjangan, laju transmisi uap air, dan kelarutan film (Gontard, 1993)

1. Sifat fisiko-kimia *edible film*.

Ketebalan film Menurut McHugh *dkk* (1994) ketebalan juga sangat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik *edible film*, seperti *tensile strength*, *elongation*, dan *water vapor transmission rate* (WVTR). konsentrasi padatan

terlarut pada larutan pembentuk *edible film* dan ukuran pelat pencetak. Semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut, maka ketebalan *edible film* akan meningkat. Sebagai kemasan, semakin tebal *edible film* maka kemampuan penahanannya semakin besar, sehingga umur simpan produk akan semakin panjang. Ketebalan *edible film* biasanya kurang dari 0,25 mm. Namun, bila terlalu tebal akan berpengaruh terhadap kenampakan dan rasa atau tekstur produk saat dimakan.

2. *Tensile strength* (MPa) kekuatan renggang putus (%)

Tensile Strength adalah ukuran untuk kekuatan *edible film* secara spesifik, merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *edible film* tetap bertahan sebelum putus atau sobek (Krochta and Mulder-johnston, 1997). Pengukuran ini untuk mengetahui besarnya gaya yang diperlukan untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap luas area *edible film*. Sifat *tensile strength* tergantung pada konsentrasi dan jenis bahan penyusun *edible film* terutama sifat kohesi struktural.

3. Laju transmisi uap air (Water Vapour Transmission Rate)

Jumlah uap air yang melalui suatu permukaan persatuan luas atau *slope* jumlah uap air dibagi luas area. Nilai laju transmisi uap air suatu bahan dipengaruhi oleh struktur bahan pembentuk dan konsentrasi *plasticizer*. Penambahan *plasticizer* seperti gliserol akan meningkatkan permeabilitas *film* terhadap uap air karena gliserol bersifat hidrofilik (Gontard dkk, 1993). Berdasarkan Japanese Industrial Standard (1975) nilai maksimal laju transmisi uap air adalah 200 g/m²/24 jam.

Pemberian *plasticizer* secara teoritis dapat menurunkan kekuatan intermolekuler sepanjang rantai polimer, meningkatkan fleksibilitas *edible film* dan pada saat yang sama dapat menurunkan sifat barrier *edible film*. Gelembung udara yang terdapat pada lapisan serta bertambahnya komponen hidrofilik dapat meningkatkan laju transmisi uap air. Meningkatnya nilai transmisi uap air juga meningkatkan nilai permeabilitas *edible film*. Pada permeabilitas *edible film* hidrofilik, kelarutan air dan koefisien difusi meningkat ketika uap air meningkat karena afinitas kelembaban dari *edible film* dan pemberian zat *plasticizer*.

4. Daya larut (%)

Daya larut (%) merupakan salah satu sifat fisik *edible film* yang menunjukkan persentase berat kering terlarut setelah dicelupkan dalam air selama 24 jam (Gontard *dkk*, 1993). Daya larut *edible film* sangat ditentukan oleh sumber bahan dasar pembuatan *edible film*. *Edible film* berbahan dasar pati tingkat kelarutannya dipengaruhi oleh ikatan gugus hidroksi pati. Makin lemah ikatan gugus hidroksil pati, makin tinggi kelarutan *edible film*. *Edible film* dengan daya larut yang tinggi menunjukkan *edible film* tersebut mudah dikonsumsi.

2.2.2 Pembuatan Edibel Film

Pembuatan *edible film* dari pati, pada prinsipnya merupakan gelatinisasi molekul pati. Proses pembentukan *edible film* adalah suatu fenomena pembentukan gel akibat perlakuan suhu, sehingga terjadi pembentukan matriks atau jaringan (McHugh *dkk*, 1994).

Prinsip pembentukan *edible film* melalui tahap-tahap sebagai berikut :

1. Pencampuran bahan ke dalam pelarut pembentukan larutan *film* dimulai dengan pencampuran pati ke dalam pelarut, misalnya air, etanol atau pelarut lain.
2. Pengaturan suhu bertujuan untuk mencapai suhu gelatinisasi pati, sehingga pati dapat tergelatinisasi sempurna dan diperoleh *film* yang homogen serta utuh. Gelatinisasi terjadi apabila air melarutkan pati yang dipanaskan sampai suhu gelatinisasinya.
3. Penambahan *plasticizer*, tanpa *plasticizer* amilosa dan amilopektin akan membentuk suatu *film* dari suatu struktur yang *bifasik* dengan satu daerah kaya amilosa dan amilopektin. Interaksi-interaksi antara molekul-molekul amilosa dan amilopektin mendukung formasi *film*, menjadikan *film* yang berbahan baku pati menjadi rapuh dan kaku. Keberadaan dari *plasticizer* di dalam *film* bisa menyela pembentukan *double helices* dari amilosa dengan cabang amilopektin, lalu mengurangi interaksi antara molekul-molekul amilosa dan amilopektin, sehingga meningkatkan fleksibilitas *film* yang bahan baku pembuatnya pati. Penggunaan *plasticizer* yang digunakan berkisar 10-60 % berat kering bahan dasar.
4. Pengeringan dilakukan untuk menguapkan pelarut, sehingga akan diperoleh *edible film* (McHugh *dkk*, 1994).

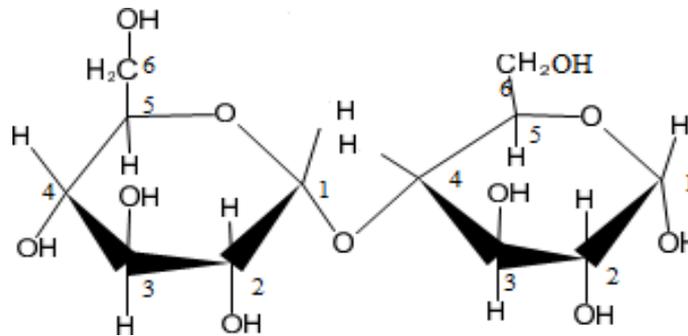
2.3 Tinjauan Kimia

2.3.1 Morfologi Pati

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -1,4-glikosidik. Pati merupakan cadangan makanan yang terdapat di dalam biji-bijian atau umbi-umbian. Pada umumnya pati tersusun dari 25% amylose dan 75% amylopectin.

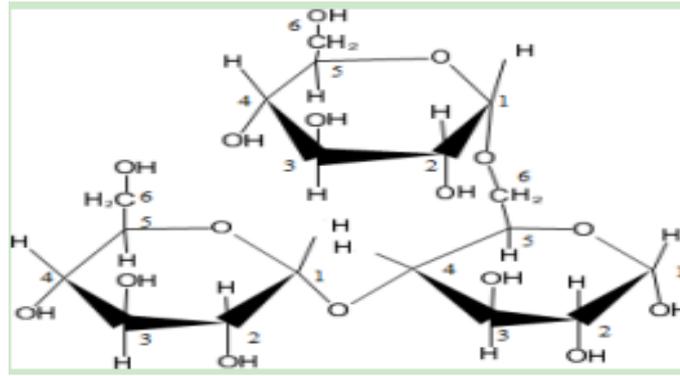
Amylose merupakan polimer berbentuk panjang dan lurus dan sedikit cabang (kurang dari 1%) (Nwokocha, 2008) dengan berat molekul 500.000 g/mol. Unit-unit glukosa terhubung oleh ikatan α -1,4 pada molekul amylose. Molekul amylose berbentuk helix dan bersifat hidrofobik. Amylopectin memiliki bentuk yang bercabang dan memiliki berat molukul 107-109 g/mol bergantung pada jenis tanamannya. Pati terbentuk dari monomer-monomer glukosa.

Amilosa merupakan homopolimer D-glukosa dengan ikatan α -(1,4). Struktur karakteristik dari amilosa dalam suatu larutan adalah kecenderungan membentuk koil yang sangat panjang dan fleksibel yang selalu bergerak melingkar.



Gambar 2. Struktur Amilosa

Amylopektin merupakan polisakarida bercabang bagian dari pati, terdiri atas molekul-molekul glukosa yang terikat satu sama lain melalui ikatan 1,4-glikosidik dengan percabangan melalui ikatan 1,6-glikosidik pada setiap 20-25 unit molekul glukosa. Amylopektin merupakan bagian dari pati yang tidak larut dalam air dan mempunyai berat molekul antara 70.000 sampai 1000.000. Amylopektin dengan iodium memberikan warna ungu hingga merah (Lehninger, 1988)



Gambar 3. Struktur Amilopektin

Suspensi pati yang dipanaskan pada suhu 60°C sampai 70°C akan menyebabkan granula pati yang berukuran relatif besar membengkak sangat cepat. Granula yang lebih kecil ikut membengkak hingga seluruh granula pati membengkak secara maksimal jika suhu pemanasan terus meningkat. Molekul amilosa dan amilopektin secara fisik hanya dipertahankan oleh ikatan hidrogen yang lemah dimana atom hidrogen dari gugus hidroksil akan tertarik pada muatan negatif dan gugus hidroksil yang lain (Koswara, 2009).

Granula pati tidak larut dalam air dingin, tetapi akan mengembang dalam air panas. Suhu yang semakin naik mengakibatkan ikatan hidrogen melemah dan molekul air mempunyai energi kinetik yang semakin besar sehingga akan memudahkan molekul-molekul air untuk berpenetrasi masuk ke dalam granula. Granula-granula pati akan pecah dan molekul-molekul pati keluar dan terlepas dari granula serta masuk dalam sistem larutan saat larutan pati mencapai suhu gelatinisasi (Koswara, 2009).

Pengembangan granula pati tersebut bersifat bolak-balik (*reversible*) jika tidak melewati suhu gelatinisasi dan akan menjadi tidak bolak-balik (*irreversible*) jika telah mencapai suhu gelatinisasi. Granula pati dapat dibuat

membengkak luar biasa tetapi bersifat tidak dapat kembali lagi pada kondisi semula, perubahan tersebut disebut gelatinisasi (Winarno, 1997).

Proses gelatinisasi pati adalah proses perubahan sifat fisik pati karena adanya air dan pemberian energi. Pada awal gelatinisasi, granula pati yang berisi amilosa dan amilopektin akan mulai menyerap air. Penyerapan air akan semakin meningkat dengan meningkatnya suhu pemasakan yang menyebabkan granula pati mengembang (*Swelling*). Pada saat *swelling*, amilosa mulai berdifusi keluar dan akhirnya terbentuk matriks gel setelah granula pecah. Suhu disaat granula pati pecah disebut suhu gelatinisasi (Fardiaz, 1992).

2.3.2 Pembuatan Pati

Pati dihasilkan oleh tanaman di bagian plastida dan tersimpan diberbagai organ tanaman sebagai cadangan makanan, misalnya batang, buah, akar, dan umbi. Pati terdapat dalam bentuk granula. Granula pati berwarna putih, mengkilap, tidak berbau, dan tidak berasa. Granula pati memiliki struktur kristalin yang terdiri atas unit kristal dan unit amorf.

Pati dapat diekstraksi dari berbagai sumber tanaman untuk diperoleh ekstrak pati murni, ekstrak pati berbentuk serbuk (granula). Prinsip ekstraksi pati didasarkan pada sifat granula pati yang tidak larut dalam air. Secara komersial pati dipisahkan dari komponen kimia lain dengan cara diendapkan dalam air, kemudian dipisahkan dan dikeringkan.

Menurut penelitian Nofiandi (2017) pada proses pembuatan pati di tambahkan NaCl 1 %. Penambahan NaCl 1% bertujuan untuk mengurangi pencoklatan (*browning*) pati sukun dikarenakan pada buah sukun mengandung

senyawa fenol yang cukup tinggi, sehingga terjadi proses oksidasi enzimatis yang disebabkan oleh aktifitas enzim *polyphenol oxidase*. Larutan NaCl dapat menghambat enzim fenolase agar tidak dapat bereaksi dengan oksigen sehingga reaksi *browning* tidak terjadi.

2.3.3 Tinjauan Farmasetik

Pati memiliki kelebihan sebagai eksipien yaitu dapat tercampurkan dan memiliki sifat *inert* dengan sebagian besar bahan obat (Priyanta *dkk*, 2012). Telah dilakukan beberapa penelitian yang menggunakan pati diantaranya dalam bentuk sediaan tablet sebagai bahan pengikat, bahan pengental, penstabil, pembentuk gel, produk kosmetik dan pembentuk *edible film* (Nursamsiar *dkk*, 2010).

Pati sering digunakan dalam industri pangan sebagai *biodegradable film* untuk menggantikan polimer plastik karena ekonomis, dapat diperbaharui dan memberikan karakteristik yang baik (Bourtoom, 2008). Kegunaan pati dari berbagai tanaman berfungsi sebagai eksipien farmasi (Hu *dkk*, 2015).

2.4 Tinjauan Umum

2.4.1 Polietilena Glikol (PEG)

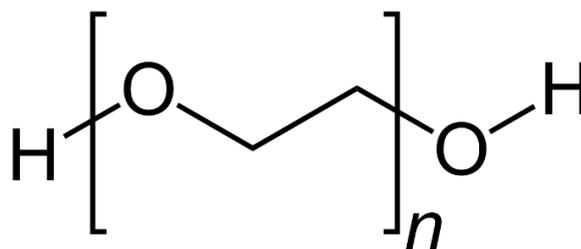
Polietilen Glikol atau dengan nama IUPEC Alpha-Hydro-Omega Hydroxypoly (oxy-1,2-ethanadiol) merupakan senyawa dengan rumus kimia $(C_2H_4O)_N + 1H_2O$ dan rumus struktur $HOCH_2-(CH_2-O-CH_2)_N-CH_2OH$. Polietilen Glikol merupakan senyawa polimer berantai panjang, tidak berubah (*inert*) dengan berat molekul antara 200-9500 Da.

Polietilen glikol adalah polimer yang dapat dirumuskan oleh formula $HOCH_2(CH_2OCH_2)_nCH_2OH$. Nilai n dapat berkisar dari 1 sampai nilai yang sangat besar, karena itu berat molekul dari PEG ini dapat berkisar antara 150-

10.000. Senyawa yang memiliki berat molekul dari 150-700 berbentuk cairan, dimana senyawa yang berat molekulnya 1.000-10.000 berbentuk padatan. Senyawa glikol dengan berat molekul yang rendah biasanya digunakan untuk larutan kental dimana campuran glikol ini biasanya dimanfaatkan sebagai basis salep larut air (Grosser, *dkk.*, 2011).

Polietilen glikol 400 adalah polietilen glikol $H(O-CH_2-CH_2)_n OH$ dimana harga n antara 8,2 dan 9,1. Pemerian: cairan kental jernih, tidak berwarna atau praktis tidak berwarna, bau khas lemah, agak higroskopik. Kelarutan: larut dalam air, dalam etanol (95%) P, dalam aseton P, dalam glikol lain dan dalam hidrokarbon aromatik, praktis tidak larut dalam eter P dan dalam hidrokarbon alifatik. Bobot molekul rata-rata: 380-420. Kandungan Lembab: Sangat higroskopis walaupun higroskopis turun dengan meningkatnya bobot molekul, titik beku $4-8^{\circ}C$ (Depkes RI, 1979).

PEG merupakan salah satu jenis polimer yang dapat membentuk kompleks polimer pada molekul organik apabila ditambahkan dalam formulasi. Cangkang kapsul dengan menggunakan basis polietilen glikol memiliki beberapa keuntungan karena sifatnya yang inert, tidak mudah terhidrolisis, tidak membantu pertumbuhan jamur (Martin *dkk.*, 1993).



Gambar 4. Struktur Polietilena Glikol

PEG ditambahkan ke dalam larutan edible film sebagai plasticizer. Penambahan PEG sebagai plasticizer bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas atau plastisitas dari polimer. PEG dapat memperbaiki elastisitas film. Selain berfungsi sebagai plasticizer, PEG juga dapat berfungsi sebagai antifoaming yang diperlukan untuk mencegah pembentukan busa akibat pengadukan saat proses pembuatan edible film.

2.4.2 Nipagin

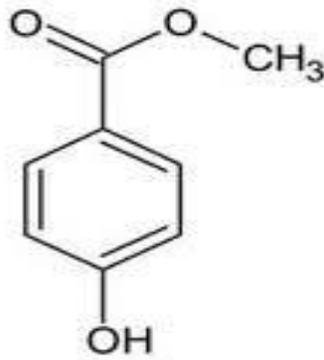
Nipagin mempunyai bobot molekul 152,15 merupakan halbur putih tidak berwarna, tidak berbau atau berbau khas lemah, memiliki sedikit rasa membakar. Nipagin sukar larut dalam air, benzena dalam karbon tetraklorida, mudah larut dalam eter dan etanol. Nipagin adalah ester dari p-hidroksi benzoat yang pemakaiannya relatif aman sebagai pengawet dalam kosmetik (Irawati, 2012).

Nipagin dengan sinonim Metil paraben mengandung tidak kurang dari 99,0% dan tidak lebih dari 101,0% $C_8H_8O_3$. Pemerian serbuk hablur halus, hampir tidak berbau, tidak mempunyai rasa, kemudian agak membakar di ikuti rasa tebal.

Kelarutan larut dalam 500 bagian air, dalam 20 bagian air mendidih, dalam 3,5 bagian etanol (95%) dan dalam bagian aseton P. Mudah larut dalam eter P dan dalam larutan alkali hidroksida, larut dalam 60 bagian gliserol P panas dan 40 bagian minyak lemak nabati panas, jika didinginkan larutan tetap jernih.

Identifikasinya yang pertama adalah didihkan 10 mg dengan 10 mL air, dinginkan tambahkan 0,05 mL larutan besi (III) klorida P, terjadi warna ungu kemerahan. Identifikasi yang kedua yaitu larutan 100 mg dalam 2 mL etanol (95%) dan cairan di atasnya berwarna merah.

Nipagin memiliki suhu lebur 125°C sampai 128°C. Kebasaan larutkan 200 mg dalam 250 mL air bebas karbondioksida P panas, dinginkan lalu netralkan dengan natrium hidroksida 0,1 N menggunakan indikator larutan metil merah P diperlukan tidak lebih dari 0,1 mL.



Gambar 5. Struktur Kimia Nipagin

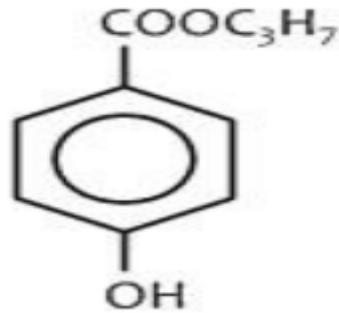
2.4.3 Nipasol

Nipasol dengan sinonim propil paraben mengandung tidak kurang dari 99,0% dan tidak lebih dari 101,0% $C_{10}H_{12}O_3$, pemerannya serbuk hablur putih, tidak berbau, tidak berasa.

Kelaratannya sangat sukar larut dalam air, larut dalam 3,5 bagian etanol (95%) P, dalam 3 bagian aseton P, dalam 140 bagian gliserol P dan dalam 40 bagian minyak lemak, mudah larut dalam larutan alkali hidroksida. Identifikasi keasaman dan kebasaan, sisa pemijaran memenuhi syarat yang tertera pada *Methylis parabenum*.

Propil paraben berfungsi sebagai pengawet antimikroba seperti metil paraben. Aktivitas pada propil paraben dalam sediaan topikal dapat ditingkatkan dengan melakukan kombinasi dengan paraben lain. Propil paraben berwarna

putih, kristal, tidak berbau, dan bubuk tidak berasa. Pada sediaan topikal konsentrasi yang diperbolehkan antara 0,01% – 0,6% (Rowe *dkk.*, 2009).



Gambar 6. Struktur Kimia Nipasol

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan \pm 5 bulan di Laboratorium Penelitian Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia (STIFI) Perintis Padang dan Hebarium ANDA Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Andalas Padang.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan adalah aluminium foil, batang pengaduk (Pyrex[®]), beker gelas (Iwaki[®]), botol semprot, cawan penguap, cawan petri, cetakan *edible film*, desikator (Duran[®]), erlenmeyer (Pyrex[®]), buret (Pyrex[®]), gelas ukur, oven (Memert[®]), *hot plate* dan *Magnetic stirrer* (Heidolph[®]), tang krus, kaca arloji, kertas perkamen, kertas saring, krus porselin, mikrometer sekrup (Tricle brand[®]), penggaris, pH meter (Eutech[®]), pipet tetes, plastik klip, spatel, modifikasi *Tensile Strength*, termometer, timbangan digital, parutan, blender, kain penyaring, mikroskop (Olympus[®]), botol timbang, furnes (Wisd[®]), dan ayakan mesh 40.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan penelitian ini adalah bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*), etanol, aqua destilasi, Asam Sulfat pekat (H₂SO₄ P), iodium P, kalium iodida P, larutan fenolftalein P, natrium metabisulfit 0,3 %, NaCl fisiologis, nipagin, nipasol, dan polietilen glikol 400 (PEG 400).

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pengambilan sampel

Sampel yang digunakan adalah bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*), sebanyak 18,7 kg yang diambil di Lubuk Minturun, Padang, Sumatera Barat.

3.3.2 Identifikasi Sampel

Identifikasi sampel dilakukan di Herbarium ANDA Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Andalas Padang, Sumatera Barat

3.3.3 Pembuatan Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa balbisiana Colla*)

Pembuatan pati bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) dilakukan dengan cara membersihkan terlebih dahulu bonggol pisang dari kotoran dan serabut akarnya, dikupas kulit bonggolnya hingga sebagian yang tidak ada lagi seratnya. Kemudian ditimbang bonggol pisang seberat 18,7 kg. Selanjutnya, bonggol pisang yang telah dibersihkan dipotong-potong sebesar kepalan tangan untuk mempermudah proses pemblenderan. Potongan tersebut direndam dengan larutan Natrium metabisulfit 0,3 % selama 30 menit untuk mencegah proses pencoklatan (browning), bonggol pisang tersebut diblender dan hasil blender tersebut dicampur dengan air untuk mempermudah pengambilan pati. Dilakukan hal yang sama dengan sebelumnya sampai air dari ampas bonggol pisang bening (tidak ada pati lagi). Larutan dibiarkan beberapa saat agar pati tersebut mengendap, lalu air tersebut dibuang. Pati yang didapatkan kemudian dikeringkan dengan alat khusus (oven) pada suhu $\pm 55^{\circ}\text{C}$ (saragih, 2007)

3.3.4 Pembuatan Reagen

1. Pembuatan Reagen

- a. Pembuatan larutan NaOH 0,1 N

Dilarutkan 2 gram NaOH didalam 500 mL aquadest bebas CO₂.

- b. Pembuatan Indikator Fenolftalein

Ditimbang 1 gram serbuk fenolftalein dan dilarutkan didalam etanol 70 % kemudian dicukupkan hingga 100 mL.

- c. Pembuatan larutan asam oksalat 0,1 N

Dilarutkan 0,63 gram oksalat didalam labu ukur 50 mL dengan aquadest dan dicukupkan sampai tanda batas.

2. Pembakuan larutan titer

- a. Prosedur pembakuan NaOH 0,1 N

Larutan baku oksalat 0,1 N dipipet 10 mL dan ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalein, kemudian dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N hingga terbentuk warna merah muda.

3.3.5 Evaluasi Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa balbisiana Colla*)

Untuk memeriksa pati bonggol pisang kepok (*Musa Balbisiana Colla*) dilakukan beberapa evaluasi diantaranya:

A. Pemerian

Simplisia diamati karakter organoleptisnya berupa bentuk, warna, rasa, dan aroma (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1979).

B. Pemeriksaan Pati Secara Mikroskopik

Dilakukan dengan menggunakan mikroskop yang derajat perbesarannya 10x10 mm. Pengamatan mikroskopis untuk melihat fragmen pengenal serbuk simplisia (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1979).

C. Identifikasi

Ditimbang 1 gram pati tambahkan 50 mL aqua destilata lalu panaskan sampai mendidih selama 1 menit, maka akan terbentuk larutan kanji, lalu didinginkan. Campur 1 mL larutan kanji yang diperoleh dengan 0,05 mL iodium 0,005 M. Kemudian diamati apakah ada warna biru yang terbentuk saat dilakukan pengamatan dan diamati juga warna yang timbul setelah pendinginan (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2014).

D. Rendemen pati

Perhitungan rendemen simplisia adalah perbandingan jumlah serbuk simplisia bahan produk kering yang di peroleh dengan bahan segar awal (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1979).

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100 \%$$

E. Kelarutan

Diamati bagaimana kelarutan sampel pada air dan etanol 96%. Pati sebanyak 0,01 gram dilarutkan kedalam air dan etanol. Dilihat berapa ml pelarut yang dibutuhkan untuk melarutkan pati tersebut (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1979).

F. Keasaman

Ditambahkan 10 gram zat pada 100 mL etanol (70 %) yang telah dinetralkan terhadap 0,5 mL larutan fenolftalein 0,1 %, kocok selama 1 jam, kemudian disaring dan dititrasasi 50 mL filtrat dengan natrium hidroksida 0,1 N menggunakan indikator fenolftalein. Diperlukan tidak lebih dari 2 mL (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2014).

G. Susut Pengeringan

Ditimbang seksama 1 gram zat dalam botol timbang dangkal tertutup yang sebelumnya telah dipanaskan pada suhu penetapan (105°), selama 30 menit dan telah ditara. Diratakan zat dalam botol timbang dengan menggoyangkan botol hingga lapisan setebal lebih kurang 5-10 mm, dimasukkan dalam oven, buka tutup dan biarkan tutup ini dalam oven. Dipanaskan zat uji pada suhu penetapan selama 1 jam atau hingga bobot tetap. Pada saat oven dibuka, botol segera ditutup dan dibiarkan dalam desikator sampai suhunya mencapai suhu kamar sebelum ditimbang (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1995).

$$\% \text{ Susut pengeringan} = \frac{(A - C) - (B - C)}{(A - C)} \times 100 \%$$

Keterangan: A = bobot simpilsia + botol timbang sebelum dipanaskan

B = bobot simpilsia + botol timbang setelah dipanaskan

C = bobot botol kosong setelah dipanaskan

H. Sisa Pemijaran

Dipijarkan krus porselen pada suhu $600^{\circ}\pm 50^{\circ}$ C selama 30 menit, dinginkan krus dalam desikator dan ditimbang seksama. Ditimbang seksama 1-2 gram zat ke dalam krus. Basahkan dengan 2 asam sulfat pekat kemudian dipanaskan perlahan-lahan sampai tidak terbentuk asap putih dan dipijarkan pada $600^{\circ}\pm 50^{\circ}$ C. Didinginkan krus dalam desikator, ditimbang seksama dan dihitung persentase sisa (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1995).

$$\% \text{ Sisa pemijaran} = \frac{B - C}{A - C} \times 100\%$$

Keterangan : A = bobot simplisia + krus sebelum dipijar

B = bobot simplisia + krus setelah dipijar

C = bobot krus kosong setelah dipijar

I. Nilai pH

Ditimbang 2 gram sampel, kemudian ditambahkan 20 mL air kemudian diaduk. Biarkan sampel selama 1 jam jangan disaring biarkan mengendap. Diukur pH supernatan sampel, pH tersebut diukur dengan pH meter.

3.4 Pemeriksaan Bahan Tambahan

Polietilen glikol 400 (PEG 400), nipagin, dan nipasol diidentifikasi sesuai dengan *Handbook of pharmaceutical excipient* Edisi V.

3.5 Pembuatan *Edible Film*

Edible film dibuat dengan tiga formula (F1, F2, dan F3) dengan jumlah pati dari masing-masing formulasi yang sama hanya saja perbedaan

dari masing masing formula yaitu jumlah plasticizer PEG 400 yang digunakan berbeda untuk tiap formula, Diantaranya yaitu :

Tabel III. Formula pembuatan *edible film*

No.	Nama Zat	F1	F2	F3
1.	Pati Bonggol (%b/v)	5	5	5
2.	PEG 400 (%b/v)	1,5	2	2,5
3.	Nipagin (%b/v)	0,05	0,05	0,05
4.	Nipasol (%b/v)	0,1	0,1	0,1
5.	Air Suling (%v/v)	ad 100	ad 100	ad 100

Keterangan : F1 = PEG 400 (30%) dari Pati bonggol

F2 = PEG 400 (40%) dari Pati bonggol

F3 = PEG 400 (50%) dari Pati bonggol

3.5.1 Proses Pembuatan *Edible Film*

Metode yang digunakan pada pembuatan *edible film* ini adalah metode *casting* atau tuang. Semua bahan ditimbang sesuai dengan tabel III. Pati bonggol pisang kepok (*Musa Balbisiana Colla*) selanjutnya didispersikan dengan air suling dan diaduk dengan batang pengaduk. Nipagin dan nipasol dilarutkan ke dalam PEG 400 sampai larut kemudian dicampurkan ke dalam pati diaduk sampai homogen. Masa yang terbentuk kemudian dipanaskan di atas *hot plate* pada suhu 55°C dimasukan *stirer* kemudian diaduk homogen dan di dinginkan selama 50 menit lalu dituangkan ke dalam cetakan kaca kering yang berukuran 15 x 30 cm yang telah disiapkan, dibiarkan selama 3 hari pada suhu kamar. Setelah 3 hari, *edible film* ini dilepas dari cetakan dan siap untuk di karakterisasi.

3.5.2 Karakterisasi *Edible Film*

A. Pemeriksaan Organoleptis

Pemeriksaan organoleptis meliputi pengamatan bentuk, warna, dan bau dari *edible film* yang dihasilkan (Nofiandi *dkk*, 2016).

B. Ketebalan *Edible Film*

Edible film yang dihasilkan diukur ketebalannya dengan menggunakan mikrometer sekrup dengan ketelitian alat 1 μm (0,01 mm). Pengukuran dilakukan pada 5 tempat yang berbeda dengan tiga kali pengulangan (Wini *dkk*, 2013).

C. Uji pH

Alat pH meter dikalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan larutan dapar pH 4 dan pH 7 sehingga posisi jarum alat menunjukkan harga pH tersebut. Elektroda di bilas dengan air suling dan dikeringkan. Pengukuran pH dilakukan dengan cara yaitu 1 gram *edible film* dilarutkan dengan air suling hingga 10 mL dalam wadah. Elektroda dicelupkan dalam wadah yang berisi larutan membran tersebut, biarkan jarum bergerak sampai posisi konstan. Angka yang ditunjukkan oleh pH meter merupakan nilai pH sediaan tersebut (Martin,1993: Nofiandi *dkk*, 2016).

D. Pemeriksaan Kadar Air

Oven dikondisikan pada suhu 105 ° C kemudian dimasukkan cawan kosong kedalam oven selama 30 menit. Krus kosong tersebut dipindahkan ke dalam desikator dan dibiarkan dingin, lalu ditimbang bobot krus kosong. *Edible film* ditimbang sebanyak ± 2 g lalu

dimasukkan kedalam krus kosong dan dimasukkan kedalam oven pada suhu 105 ° C, krus ditimbang dan diulangi pemanasan sampai didapat berat konstan (Nofiandi *dkk*, 2016). Pengukuran kadar air dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{B - C}{B - A} \times 100 \%$$

Keterangan :

A = Berat krus kosong (gram)

B = Berat krus + *Edible film* (gram)

C = Berat krus + *Edible film* setelah dikeringkan (gram)

E. Profil Uji Daya Serap Terhadap Larutan NaCl Fisiologis

Dipotong *edible film* dengan ukuran 2 x 2 cm kemudian ditimbang dengan seksama, dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi larutan NaCl fisiologis sebanyak 5 mL, tutup cawan petri dan dibiarkan, setelah 1 menit membran dikeluarkan dan ditimbang kembali. Dihitung persentase berat *edible film* yang diperoleh setelah direndam dengan yang sebelum direndam. Lakukan perendaman dan penimbangan kembali pada detik ke 60, 120, 180, 240 dan 300. Hasil yang diperoleh dibuat kurva antara persen penyerapan dengan waktu (Nofiandi *dkk*, 2016). Pengukuran uji daya serap dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kemampuan daya serap} = \frac{W_f - W_t}{W_t} \times 100 \%$$

Keterangan :

W_f = Berat Awal

W_t = Berat Akhir

F. Pengujian Sifat Mekanik

Menurut Wini dkk, (2013) Pengujian sifat mekanik meliputi:

1. Daya tarik (*Tensile Strength*)

Proses pengujian daya tarik dilakukan dengan menggunakan alat *Mes dan Lab strength type Tensolab 5000* modifikasi. Sebelum pengujian diukur terlebih dahulu ketebalan *edibel film* yang akan diuji, selanjutnya pengujian dilakukan dengan cara ujung sampel dijepit dengan penjepit kertas, setelah itu dimasukkan sedikit beban seperti pasir sedikit demi sedikit sambil diukur panjang yang diperoleh dari beban tersebut sampai putus. Nilai daya tarik didapat dari hasil penimbangan beban beserta pasir yang telah dituangkan dengan luas penampang melintang. Sedangkan nilai luas penampang melintang didapatkan dari hasil perkalian panjang awal sampel dengan ketebalan *edibel film*. Uji daya tarik dilakukan pada tiga sampel *edible film* yang kemudian dihitung rata-ratanya. Daya tarik bioplastik dihitung dengan persamaan berikut:

$$\tau = \frac{F_{max}}{A}$$

Keterangan: τ = daya tarik (MPa)
 F_{max} = tegangan maksimum (N)
 A = luas penampang melintang (mm²)

2. Perpanjangan (*Elongation at break*)

Pengukuran perpanjangan putus dilakukan dengan cara yang sama dengan pengujian daya tarik. Perpanjangan dinyatakan dalam persentase, dihitung dengan cara:

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{\text{Renggangan saat putus (mm)}}{\text{panjang awal (mm)}} \times 100\%$$

3. Elastisitas (*Modulus young*)

Elastisitas (*modulus young*) diperoleh dari perbandingan daya tarik dengan elongasi. *Modulus Young* (E) dapat dihitung dengan rumus:

$$E = \frac{\delta}{\varepsilon}$$

$$E = \frac{F/A}{\Delta X/X_2}$$

$$E = \frac{F}{A} \times \frac{X_2}{\Delta X}$$

Keterangan:

E = *Modulus Young*

δ = Daya tarik beban

ε = Perpanjangan saat putus

X₂ = panjang awal

G. Laju Transmisi Uap Air Metode Gravimetri

Laju transmisi uap air terhadap *edible film* diukur dengan menggunakan krus porselin. Sebelum diukur, ruangan dalam desikator dikondisikan pada kelembaban yang mempunyai RH 75 % dengan cara

memasukkan larutan garam NaCl 40 %. Di dalam krus porselin dimasukkan *silica gel* yang telah diaktifkan sebanyak 5 gram dan *edible film* ditempatkan dalam krus porselin dan disekat sedemikian rupa sehingga tidak ada celah pada tepinya. Selanjutnya krus porselin ditimbang dengan ketelitian 0,0001 gram kemudian diletakkan dalam desikator yang telah dikondisikan, kemudian ditutup dengan rapat. Tiap 1 jam selama 5 jam krus porselinnya ditentukan nilai laju transmisi uap air (Kamfer, 1984; Nofiandi *dkk*, 2016). Nilai laju transmisi uap air yang melewati *edible film* dihitung dengan rumus :

$$WvT R = \frac{1 Mv}{t.A}$$

Keterangan:

- WvT = Water Vapour Transmission Rate / laju transmisi uap air
- Mv = penambahan/ pengurangan massa uap air (gram)
- T = periode penimbangan (jam)
- A = luas *edible film* yang diuji (cm²)

3.6 Analisis Data

Nilai yang didapat dari data yang diperoleh yang memiliki perbedaan dianalisa dengan menggunakan ANOVA (*analysis of variensi*) satu arah dan ANOVA dua arah untuk Sweling. Jika hasilnya diperoleh berbeda nyata atau signifikan < 0,05 dilanjutkan dengan Uji Lanjut Berjarak Duncan (Duncan New Multiple Range Test) menggunakan *softw are statistica SPSS 25,0*.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil :

1. Tanaman yang digunakan sebagai sampel untuk bahan baku pembuatan *edible film* telah diidentifikasi di Herbarium Universitas Andalas dan dinyatakan bahwa tanaman tersebut adalah bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) dengan nomor identifikasi 431/K-ID/ANDA/XI/2019 (Lampiran 1, Gambar 17).
2. Jumlah pati dari bonggol pisang kepok yang didapatkan sebanyak 322,9706 gram dari berat bonggol pisang kepok sebesar 18,7 Kg dan rendeman pati bonggol pisang kepok 1,7271%. Hasil pemeriksaan pati bonggol pisang kepok didapatkan hasil pemerian berupa serbuk halus, warna putih, tidak berbau. Untuk uji keasaman diperlukan 0,6 mL NaOH 0,1 N dan uji pH didapatkan hasil 5,99. Susut pengeringan 14,45 %, sisa pemijaran 0,5623 % dan uji kelarutan praktis tidak larut dalam air dan etanol 96%. Rekapitulasi evaluasi pati bonggol pisang kepok (Lampiran 3, Tabel IV).
3. Hasil pemeriksaan mikroskopis pati bonggol pisang kepok didapatkan hasil berbentuk bundar tapi tidak rata dan rapat antara bulir-bulir patinya (Lampiran 3, Gambar 21).
4. Hasil pemeriksaan bahan tambahan (PEG 400, nipagin, nipasol) didapatkan hasil untuk PEG 400 berupa pemerian berbentuk cairan kental jernih, tidak berwarna, tidak berbau, dan rasa manis sedangkan uji kelarutan sangat mudah larut dalam air dan sukar larut dalam etanol. Untuk Nipagin pemerian berbentuk serbuk hablur, putih, tidak berbau, tidak berasa dan untuk uji

kelarutan didapatkan hasil sangat mudah larut dalam air serta sukar larut dalam etanol. Sedangkan Nipasol didapatkan hasil pemerian berbentuk serbuk hablur, warna putih, tidak berbau, tidak berasa dan uji kelarutan sangat sukar larut dalam air serta mudah larut dalam etanol (Lampiran 4, Tabel V-VII).

5. Hasil pemeriksaan organoleptis *edible film* untuk formula F1 dan F2 didapatkan hasil berbentuk lapisan tipis, berwarna putih transparan dan tidak berbau, sedangkan pada formula F3 di dapatkan hasil berbentuk lapisan tipis, berwarna putih dan tidak berbau (Lampiran 5, Tabel VIII).
6. Hasil pemeriksaan ketebalan *edible film* untuk masing-masing formula didapatkan hasil rata-rata secara berurutan F1, F2 dan F3 yaitu 0,098, 0,102, dan 0,098 (Lampiran 5, Tabel IX).
7. Hasil pemeriksaan pH *edible film* untuk masing-masing formula didapatkan hasil rata-rata secara berurutan F1, F2 dan F3 yaitu 6,25, 6,17, 6,13 (Lampiran 5, Tabel X).
8. Hasil pemeriksaan kadar air *edible film* untuk masing-masing formula didapatkan hasil rata-rata secara berurutan F1, F2 dan F3 yaitu 14,6140 %, 15,8822 %, 17,1771 % (Lampiran 5, Tabel XI).
9. Hasil pemeriksaan persen pemanjangan *edible film* untuk masing-masing formula didapatkan hasil rata-rata secara berurutan F1, F2 dan F3 yaitu 4,666 %, 3,333 %, 1 % (Lampiran 5, Tabel XII).
10. Hasil pemeriksaan daya tarik *edible film* untuk masing-masing formula didapatkan hasil rata-rata secara berurutan F1, F2 dan F3 yaitu 2,3304 MPa, 2,2492 MPa dan 1,0622 MPa (Lampiran 5, Tabel XIII).

11. Hasil perhitungan Modulus *young edible film* untuk masing-masing formula didapatkan hasil rata-rata secara berurutan F1, F2 dan F3 yaitu 0,4994 MPa, 0,6748 MPa dan 1,0622 MPa (Lampiran 5, Tabel XIV).
12. Hasil pemeriksaan laju transmisi uap air *edible film* untuk masing-masing formula didapatkan hasil rata-rata secara berurutan F1, F2 dan F3 1,1199 mg/jamcm², 1,4054 mg/jamcm², 1,5146 mg/jam.cm² (Lampiran 5, Tabel XV)
13. Hasil uji *Swelling edible film* untuk masing-masing formula (Lampiran 5, Tabel XVI).
14. Hasil rekapitulasi *edible film* (Lampiran 5, Tabel XVII).

4.2 Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan mengkarakterisasi *edible film* dari pati bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) dengan polietilen glikol 400 sebagai *plasticizer*. Tanaman yang digunakan pada Penelitian ini yaitu pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) yang diperoleh dari Lubuk minturun, Padang, Sumatera Barat. Tanaman ini telah diidentifikasi di Hebarium ANDA Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Andalas Padang yang menunjukkan spesies *Musa balbisiana Colla* dan family *Musaceae*.

Pisang kepok yang digunakan adalah bagian bonggolnya. Preparasi pati pisang kepok dilakukan dengan membersihkan bonggol pisang kepok tersebut dari pengotor atau sisa tanah kemudian bonggol pisang kepok tersebut direndam dengan Natrium Metabisulfit 0,3 %. Menurut catrien, *dkk* (2008), Natrium metabisulfit merupakan salah satu zat anti-*browning* yang dapat menghambat reaksi pencoklatan, apabila tidak ditambahkan natrium metabisulfit pada pati

maka akan menyebabkan pati berwarna coklat, karena Natrium metabisulfit akan menghambat enzim polifenol oksidase sehingga ketika enzim tersebut berinteraksi dengan oksigen melalui reaksi oksidasi tidak terjadi pembentukan senyawa fenol menjadi quinon, sehingga pati yang di hasilkan akan bewarna putih. Dari 18,7 kg bonggol pisang kepok didapatkan pati sebanyak 322,9706 gram dan rendeman 1,7271 %. Pada uji identifikasi pati bonggol pisang kepok ditambahkan dengan larutan iodin memberikan warna biru. Warna biru pada identifikasi pati menunjukkan adanya kandungan amilosa, karena hanya strukrur heliks amilosa yang dapat membentuk kompleks dengan iodin sehingga memberikan warna khas biru, amilosa inilah yang diperlukan untuk membentuk *edible film* yang kuat (Kusnandar, 2010).

Pati bonggol pisang kepok yang digunakan dilakukan pemeriksaan untuk menentukan karakterisasi pati sesuai sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan *edible film*. Pemeriksaan yang dilakukan adalah pemerian, mikroskopik, identifikasi, kelarutan, keasaman, susut pengeringan, kadar air, pH, dan sisa pemijaran. Didapatkan hasil untuk pemeriksaan keasaman NaOH 0,1 N yang dibutuhkan adalah 0,6 mL menurut literatur Depkes RI 1979 yaitu tidak lebih dari 2 mL. Kelarutan pati bonggol pisang kepok dalam air dan etanol 96 % praktis tidak larut. Dari uji pemeriksaan pH didapatkan hasil 5,99, hasil tersebut sesuai persyaratan menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1979) yaitu 4,5-7. Untuk pemeriksaan mikroskopik bonggol pisang kepok berbentuk bundar tapi tidak rata dan rapat antara bulir-bulir patinya.

Analisis kadar air dilakukan untuk mengetahui jumlah air yang terkandung dalam bahan pangan. kadar air ini berpengaruh pada masa simpan pati sebagai

bahan dasar *edible film*. Semakin tinggi kadar air pati maka masa simpan pati semakin pendek karena akan cepat terkontaminasi oleh mikroba (Wini *dkk.* 2013). Kadar air dari pati bonggol pisang kepok memiliki hasil analisis kadar air adalah 14,45 % dan sisa pemijaran 0,5623% sesuai dengan karakterisasi menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1979) yaitu tidak lebih 15 % untuk susut pengeringan dan 0,6% untuk sisa pemijaran.

Penggunaan pati sebagai polimer alami dalam pembuatan *edible film* memiliki keterbasan yaitu menghasilkan *edible film* yang kurang baik dan rapuh, sehingga perlu ditambahkan dengan *plasticizer*. Pati yang di tambahkan dengan *plasticizer* bertujuan untuk mendapatkan sediaan yang lebih baik di bandingkan dengan tanpa penambahan *plasticizer* yang akan menghasilkan *edible film* yang rapuh . Hal ini di karenakan penambahan *plasticizer* bertujuan untuk mengubah sifat fisika dan kimia, meningkatkan fleksibilitas film, dan menurunkan sifat penghalang film tersebut.(Nofiandi *dkk*, 2016).

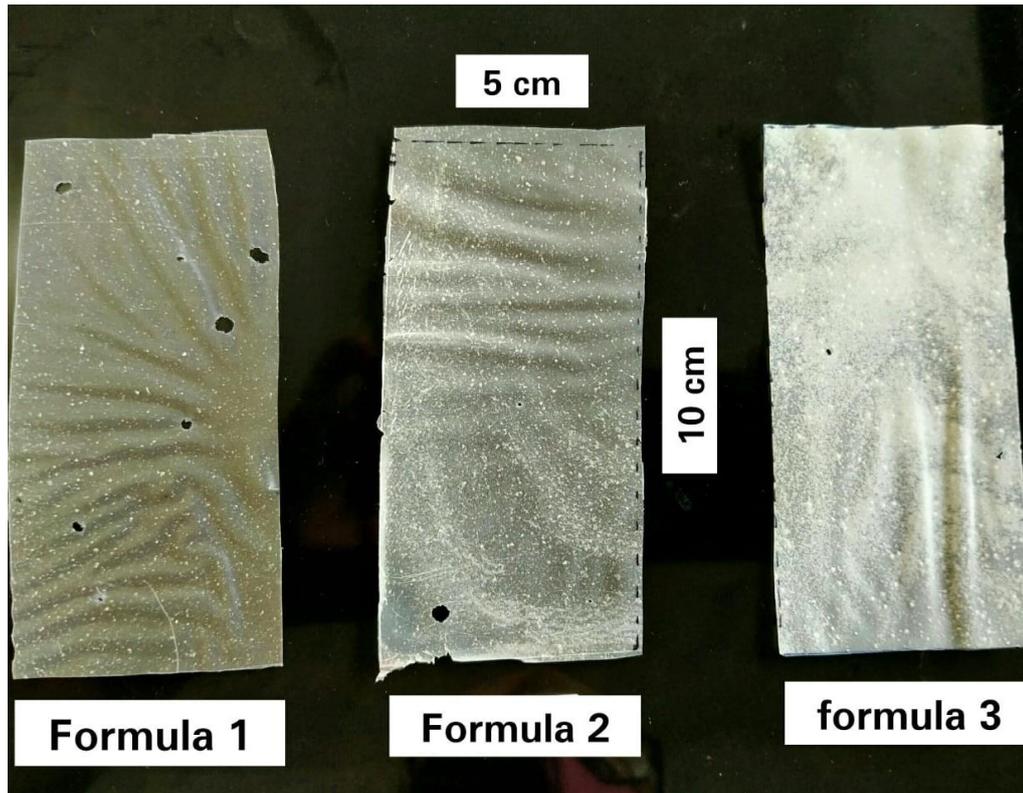
Plasticizer merupakan bahan dengan berat molekul kecil yang dapat bergabung ke dalam matriks protein polisakarida yang dapat mengurangi energi aktivasi untuk pergerakan molekul dan matriks sehingga dapat meningkatkan daya elastisias atau sifat fleksibilitas dan kemampuan membentuk *edible film*. Salah satu *plasticizer* yang biasa di gunakan yaitu PEG 400. PEG 400 yang digunakan sebagai *plasticizer* dalam pembuatan *edibel film* diambil 30% sampai 50% dari berat pati yang di gunakan.

Prinsip dari Pembuatan *edible film* menggunakan metode *solven casting* yang merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk membuat *film*. pada metode ini memerlukan banyak pelarut serta menggunakan prinsip dari

gelatinisasi. Pada dasarnya prinsip gelatinisasi terjadi dengan adanya penambahan sejumlah air dan dipanaskan pada suhu tinggi maka akan terjadi gelatinisasi sehingga mengakibatkan ikatan amilosa akan cenderung saling berdekatan karena adanya ikatan hidrogen. Suhu gelatinisasi dari pati pada 65-70⁰C, ini artinya pada suhu tersebut granul pati membengkak dan pecah sehingga molekul amilosa keluar dari granul pati untuk membentuk gel. Proses pengeringan akan mengakibatkan penyusutan sebagai akibat dari lepasnya air sehingga gel akan membentuk lapisan tipis (Kusnandar, 2011).

Untuk pemilihan pengawet *edible film* dikombinasi antara nipagin dan nipasol sebagai pengawet terhadap bakteri dan jamur, karena sediaan memiliki kandungan air yang tinggi yang merupakan media tempat pertumbuhan yang baik untuk mikroba (Nofiandi *dkk*, 2016). Banyaknya *plasticizer* PEG 400 dalam Pembuatan *edible film* menggunakan pati bonggol pisang kepok 5 gram dari masing- masing formula yaitu F1 1,5 mL, F2 2 mL, dan F3 2,5 mL.

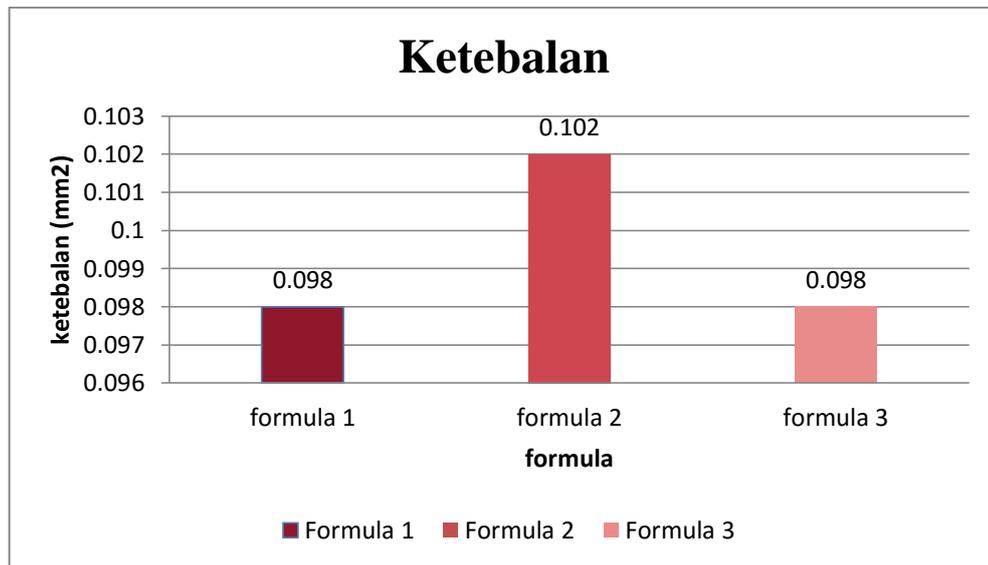
Hasil pemeriksaan organoleptis dari *edible film* F1, F2, F3 didapatkan hasil dari *edible film* untuk F1 dan F2 berbentuk lapisan tipis, tidak berbau, dan berwarna putih transparan. Sedangkan untuk F3 dihasilkan *edibel film* yang berbentuk lapisan tipis, tidak berbau dan berwarna putih. Menurut Aidinly *dkk* (2004) penggunaan *plasticizer* PEG dengan berat molekul tinggi menyebabkan film yang lebih heterogen dan lebih buram daripada yang disebabkan oleh *plasticizer* berbobot molekul rendah. Kekeruhan warna edible terjadi karena berat molekul *plasticizer* PEG 400 yang besar di bandingkan dengan, sorbitol, gliserol, dan Propilen Glikol.



Gambar 7. Foto Lempeng *Edible Film* Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa Balbisiana Colla*)

Pemeriksaan ketebalan *edible film* diukur dengan menggunakan mikrometer sekrup, ketebalan diukur pada lima tempat yang berbeda dengan tiga kali pengulangan. Hasil pemeriksaan didapatkan ketebalan untuk F1 dan F3 adalah 0,098 mm. Sedangkan F2 dihasilkan ketebalan yang paling besar yaitu 0,102 mm. Ketebalan yang dihasilkan akan mempengaruhi *water uptake*, semakin tebal produk maka daya serapnya semakin besar (Wini dkk, 2013). Dari hasil ketebalan F2 *edible film* yang diperoleh, hal ini disebabkan karena terjadi peningkatan konsentrasi bahan yang digunakan sehingga menyebabkan peningkatan ketebalan *edible film* (Gontard dkk, 1993). Ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh luas cetakan, volume larutan dan banyaknya total padatan dalam larutan. Ketebalan yang didapatkan berpengaruh terhadap penyimpanan *edible film*, karena apabila penyimpanan *edible film* di tempat yang terbuka akan

menyebabkan *edibel film* yang dihasilkan rapuh dan mudah robek, sehingga penyimpanan *edibel film* sebaiknya disimpan di tempat yang kedap udara agar mutu dari *edibel film* tersebut tetap terjaga. Pada penelitian ini digunakan cetakan dengan ukuran 15 cm x 30 cm dengan volume 100 ml. Ketiga formula memenuhi karakteristik karena memiliki ketebalan $< 0,25$ mm (Krochta *dkk*, 1997).

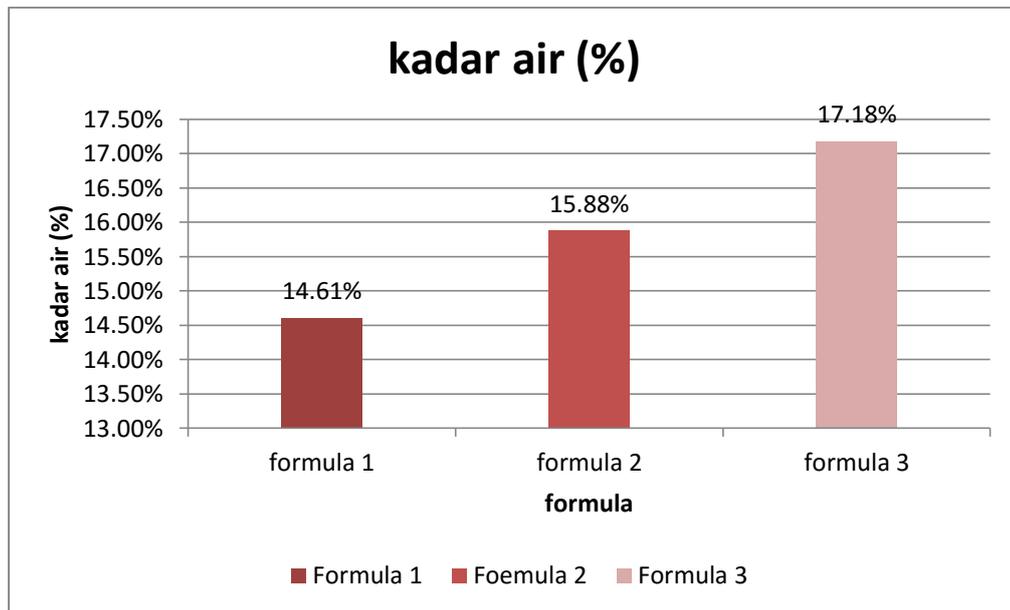


Gambar 8. Diagram Batang Ketebalan Edible Film Pati Bonggol Pisang Kepok

Pada pemeriksaan pH *edible film* didapatkan hasil pada F1 6,25 , F2 6,17 dan F3 6,13. Dimana pada *edibel film* pH yang diinginkan yaitu tidak boleh terlalu asam atau basa karena dapat mengiritasi rongga mulut, dimana pH mulut berkisar antara 5,6–7,0. Dari ketiga formula, pH yang didapatkan menunjukkan *edible film* aman jika diaplikasikan ke mulut dan tidak bereaksi dengan bahan lain atau zat aktif jika nantinya ditambahkan zat aktif.

Analisis kandungan air dapat dilihat pada gambar dibawah, dimana hasil tertinggi adalah 17,17 % pada formula (F3) diikuti dengan 15,8822 % dari formula (F2) dan 14,6140 % dari formula (F1). Hasil dari masing masing formula ini masih memasuki rentang persyaratan kadar air yaitu < 20 %. Perbedaan kandungan air dalam penelitian ini berkaitan dengan peningkatan formulasi

plasticizer pada formulasi *edible film*. konsentrasi pati pada formula dikarenakan pati memiliki gugus hidroksil (OH) sehingga lebih banyak dalam menyerap air (Wini dkk, 2013). Selain itu faktor dari sifat hidrofilik PEG 400 yang mudah mengikat air. Selain itu pengeringan, kelembaban udara di sekitar, serta perlakuan yang telah dialami bahan juga berpengaruh pada kadar air.

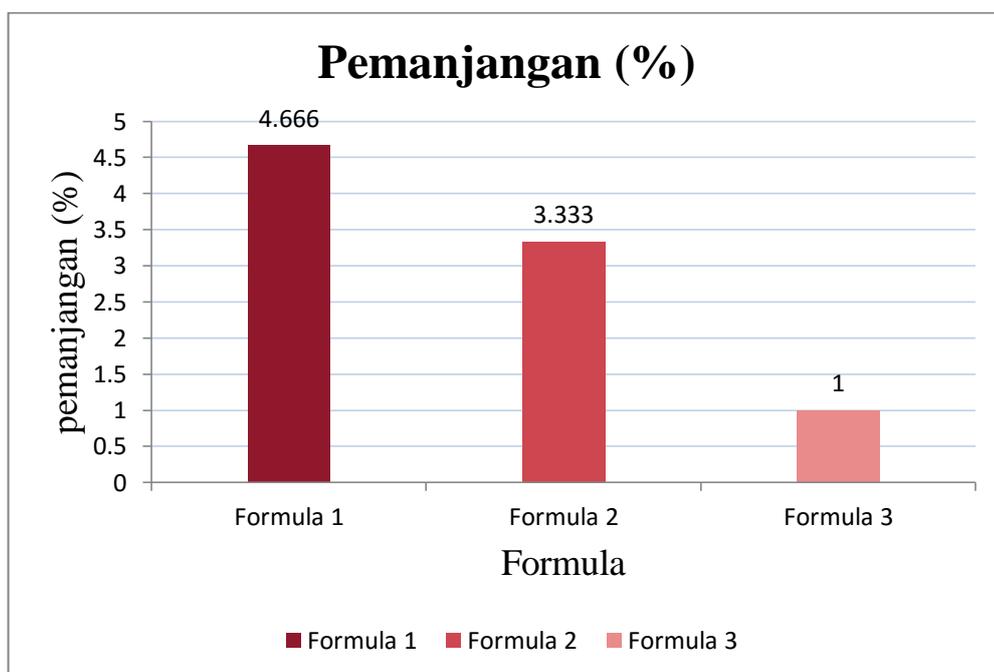


Gambar 9. Diagram Batang Kadar Air *Edible Film* Pati Bonggol Pisang Kepok

Persen pemanjangan merupakan persentase perubahan panjang *edible film* pada saat ditarik sampai putus, diukur dengan alat *Tensil Strenght* modifikasi. Pada gambar 10 dapat dilihat persen pemanjangan tertinggi adalah *edible film* F1 yaitu 4,666 % diikuti dengan 3,333 % (F2) dan 1 % (F3). Dari grafik batang yang telah di dapatkan bahwa semakin kecil konsentrasi *plasticizer* memiliki persen pemanjangan yang lebih tinggi, sedangkan semakin besar *plasticizer* menghasilkan persen pemanjangan yang kecil. Sebenarnya semakin besar *plasticizer* maka semakin besar persen pemanjangan. Namun, pada F3 nilai persen pemanjangan akan turun, hal ini disebabkan oleh pengaruh ikatan kohesi antar polimer yang semakin kecil dan *edibel film* yang dihasilkan semakin lunak

dan *edibel film* mudah putus. Hal ini sesuai dengan penelitian Aydinli, *dkk* (2004) mengatakan jika konsentrasi plasticizer meningkat maka persen pemanjangan film menurun.

Nilai minimal persen pemanjangan atau elongasi *edible film* menurut *japanes industrial standard (1975)* adalah besar dari 5%, dari hasil yang di dapatkan pada persen pemanjangan masing masing formula kecil dari 5% sehingga ketiga formula dapat dikatakan tidak memenuhi persyaratan elongasi *edible film*.

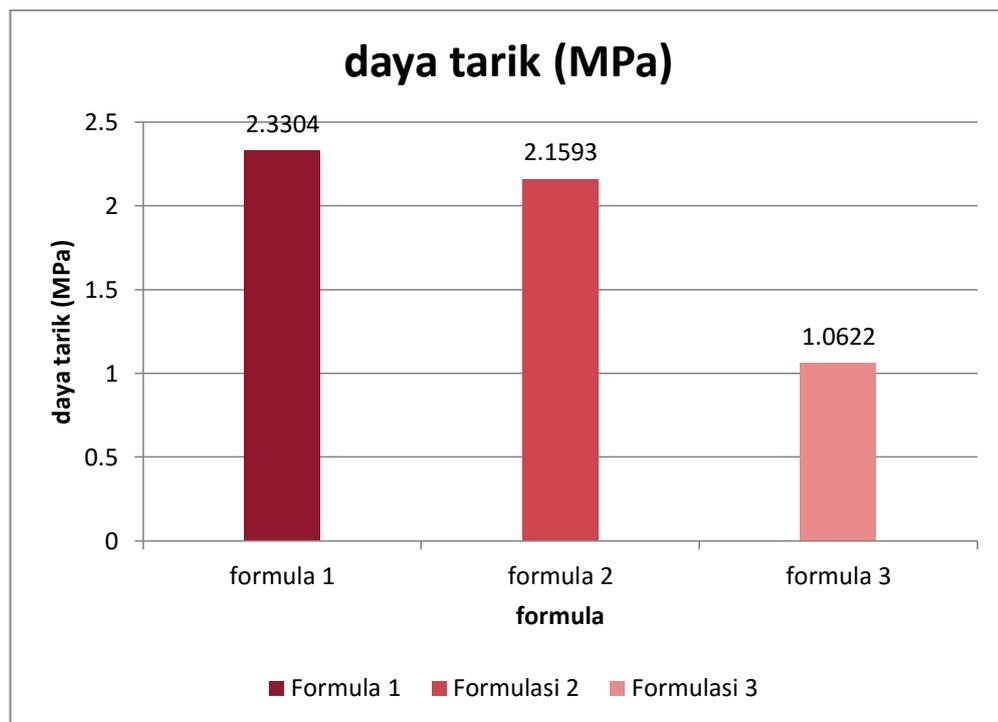


Gambar 10. Diagram Batang Persen Pemanjangan *Edible Film* Pati Bonggol Pisang Kepok

Nilai daya tarik menunjukkan besarnya gaya maksimum yang digunakan untuk memutuskan *edible film*. Dari gambar di bawah daya tarik *edible film* menggunakan alat *Tensil Strenght* modifikasi, didapatkan hasil tertinggi pada F1 yaitu 2,3304 Mpa. Sedangkan untuk F2 dan F3 didapatkan hasil 2,1593 Mpa dan 1,0622 Mpa. Hal ini sesuai dengan penelitian Aydinli, *dkk* (2004) yang

mengatakan bahwa ketika konsentrasi plasticizer dinaikkan, kekuatan tarik menurun.

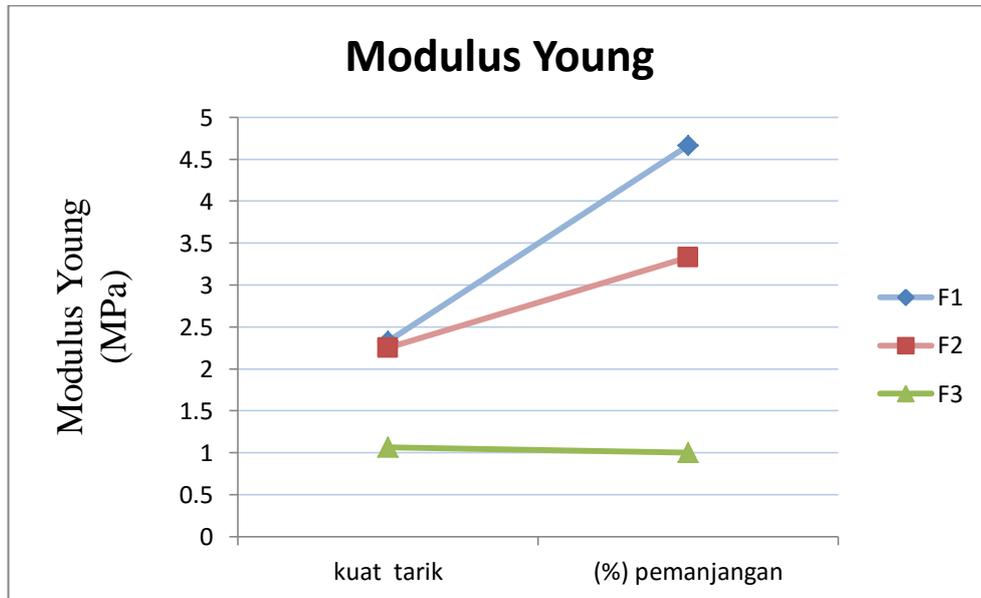
Menurut Japanese Industrial Standard (1975) minimal nilai daya tarik adalah 0,3 MPa yang artinya ketiga formula memenuhi persyaratan. Daya tarik yang semakin besar menunjukkan ketahanan terhadap kerusakan akibat peregangan dan tekanan semakin besar (Nofiandi *dkk*, 2016).



Gambar 11. Diagram batang Daya Tarik Edible Film Pati Bonggol Pisang Kepok

Modulus young merupakan ukuran kekakuan suatu bahan. Dari hasil yang didapatkan terlihat bahwa nilai dari Modulus young berbanding terbalik dengan persen pemanjangan . Semakin rendah nilai *modulus young* maka semakin tinggi energi yang dibutuhkan hal ini menunjukkan *edible film* tersebut lebih elastis. Pada gambar dibawah menunjukkan bahwa modulus young tertinggi F3 1,0622 MPa dan daya tarik tertinggi F1 2,3304 MPa dimana pada modulus young

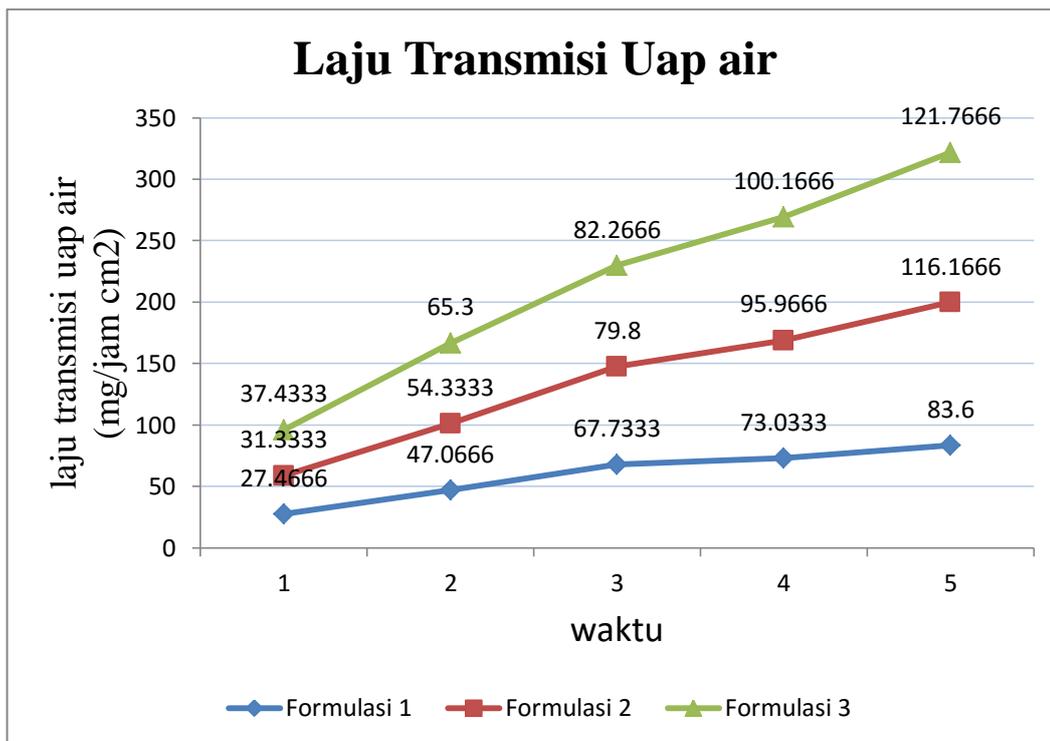
F1 memiliki nilai terendah yaitu 0,4994 MPa dan daya tarik terendah yaitu F3 1,0622 Mpa memiliki nilai terendah (Tabel XVII).



Gambar 12. Diagram Garis Profil *Modulus Young Edible film* Pati Bonggol Pisang Kepok

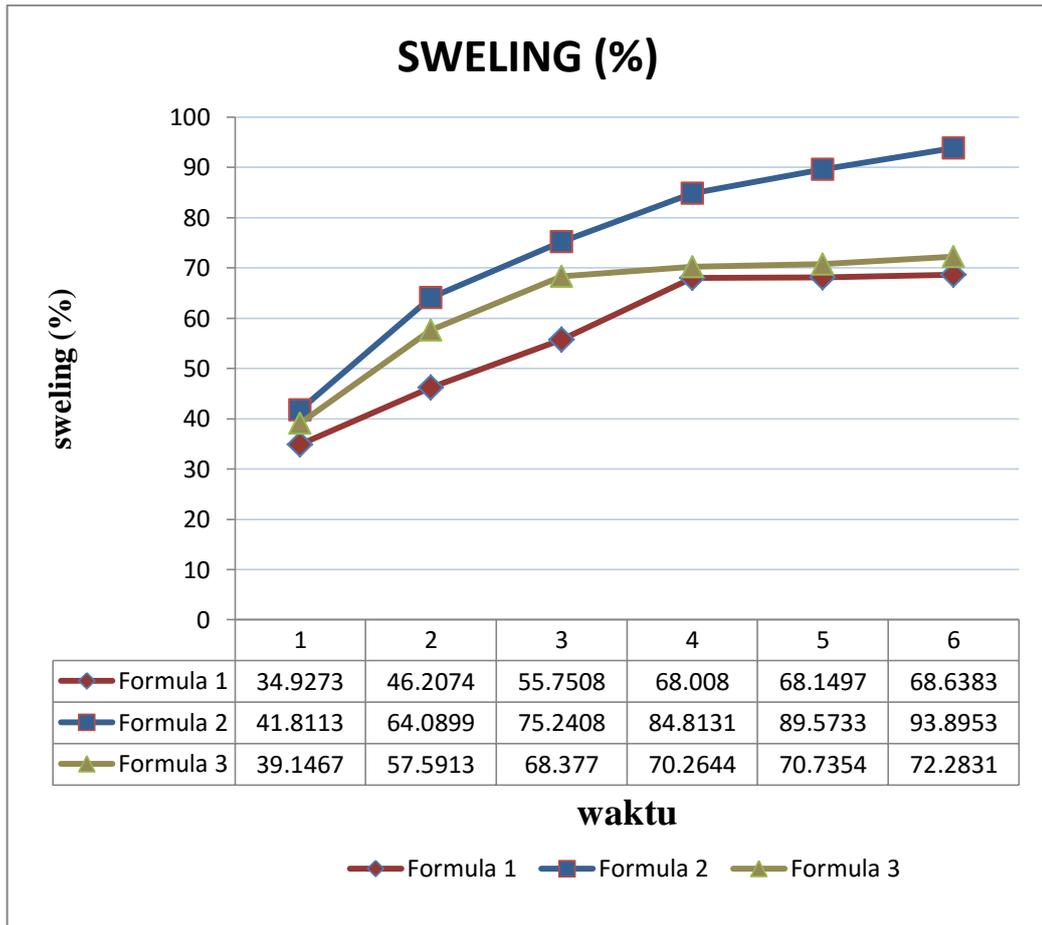
Laju transmisi uap air suatu bahan di pengaruhi oleh sifat kimia dan struktur bahan pembentuk, kosentrasi *plasticizer* dan kondisi lingkungan serta kelembaban dan temperatur. Plasticizer yang digunakan adalah PEG 400. Bertambahnya komponen hidrofilik yang terdapat pada film menyebabkan uap air mudah untuk menembus film sehingga meningkatkan nilai laju transmisi uap air.

Pada hasil laju transmisi didapatkan yang terendah pada F1 yaitu 1,1199 mg/ jam cm² kemudian diikuti oleh F2 1,4054 mg/jam.cm² dan F3 1,5146 mg/jam.cm². Nilai laju transmisi uap air juga dipengaruhi oleh jumlah pati, semakin besar jumlah pati maka semakin banyak ikatan hidrogen bebas pada rantai linier sehingga laju transmisi uap air meningkat (Nofiandi *dkk*, 2016). Berdasarkan Japanes Industrial Standard (1975) nilai maksimal laju transmisi uap air adalah 200 g/m².24 jam.



Gambar 13. Profil Laju Transmisi Uap Uap Air

Profil daya serap *edible film* terhadap cairan NaCl fisiologis F2 lebih besar dibanding F1 dan F3. Pada rata-rata disemua formula dimenit ke 6 daya serap *edible film* masih terus tinggi, akan tetapi pada pengulangan formula F1 pada menit kelima terjadi penurunan daya serap *edible film* dan naik kembali pada menit ke 6. Hal ini terjadi karena *edible film* telah terlarut sebahagian. Untuk persentase penyerapan NaCl fisiologis tertinggi adalah F2 93,8953 %, disusul F3 72,2831 % dan F1 72,2831 %. Hal ini terjadi karena pada formula F2 memiliki ketebalan yang tinggi di bandingkan F1 dan F3. Sehingga ketebalan yang dihasilkan akan mempengaruhi *water uptake*, semakin tebal produk maka daya serapnya semakin besar (Wini *dkk*, 2013). Hasil analisis anova dua arah dari uji daya serap atau Sweling. Pada uji duncan menunjukkan bahwa F1 dan F2 berbeda nyata, F1 dan F3 berbeda nyata, dan F2 dan F3 berbeda nyata.



Gambar 14. Profil Hasil Uji Kemampuan Daya Serap

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, pati dari bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana Colla*) dengan Polietilen Glikol 400 (PEG 400) sebagai *plasticizer* dapat dibuat menjadi *edible film* dan memenuhi karakteristik sebagai *edible film* yang meliputi ketebalan, pH, kadar air, daya tarik, Transmisi uap air, dan *sweling*.

5.2 Saran

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dilakukan penambahan Poliblen pada formula *Edibel film* tersebut .

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hassan, A.A., Norziah, M.H., 2012. *Starch–gelatin edible films: water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers*. *Food Hydrocolloids* 26, 108–117
- Ashari, S. 2006. *Hortikultura*. UI Press, Jakarta.
- Astuti AW. 2011. PKM Pembuatan Edible Film dari Semirefine Carrageenan (Kajian Konsentrasi Tepung SRC dan Sorbitol).
- Aydinli, M., Tutas, M., 2004. Mechanical and Light Transmittance Properties of Locust Bean Gum Based Edible Films. *Journal Turk J Chem* 28 (2004) , 163 – 171.
- Bourtoom Thawein. 2008. Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend film from rice starch-chitosan. *Journal of Science and Technology* 30(Suppl.1): 149-155.
- Catrien, Y.S. Surya dan T. Ertanto. 2008. Reaksi Maillard Pada Produk Pangan. PKM Institute Pertanian Bogor. Bogor
- Christsaniana. 2008. Pengaruh Pelapisan dengan Edible Coating Berbahan Baku Karagenan Terhadap Karakteristik Buah Stroberi (*Fragaria nilgerrensis*) Selama Penyimpanan pada Suhu $50C \pm 20C$. *Skripsi*. Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor
- Dalimartha S. 2003. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 3*. Jakarta: Puspa Swara.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1979. *Farmakope Indonesia Edisi III*. Jakarta : Departemen Kesehatan RI.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. *Farmakope Indonesia Edisi IV*. Jakarta : Departemen Kesehatan RI.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2014. *Farmakope Indonesia Edisi V*. Jakarta : Departemen Kesehatan RI.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1996. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Jakarta : Bh ratara.
- Erkmen O, Bozoglu TF (2016) Food Microbiology: Principles into Practice. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, UK.p. 458.

- Estiningtyas, H.R. (2010). Aplikasi Edible film Maizena dengan Penambahan Ekstrak Jahe Sebagai Antioksidan Alami Coating Sosis Sapi. *Skripsi*. Surakarta. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret.
- Fardiaz. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gontard, N., Guilbert, S. and Cuq, J. L. 1993. Water and glyserol as plasticizer affect mechanical and water vapor barrier properties of an wheat gluten film. *Journal of Food Science* 58: 206-211.
- Grosser T, Smyth E, FitzGerald G A, editors. *Anti-inflammatory, Antipyretic, and Analgesic Agents; Pharmacotherapy of Gout*. Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. New York: McGraw Hill; 2011. p. 973
- Hu A, Jiao S, Zheng J, Li L, Fan Y, Chen L, Zhang Z. 2015. Ultrasonic Frequency Effect On Corn Starch And Its Cavitation. *LWT-Food Science and Technology*. ;60. 941- 947.
- Hui, Y. H. 2006, "*Handbook of Food Science"Technology, and, Engineering Volume I'* CRCPress, USA.
- Kamfer, S.L., Fenema, O., 1984, Water vapor permeability of edible bilayer films, *Journal of Food Science*, 49: 1478-1481.
- Koswara S. 2009. *Teknologi Pengolahan Singkong*.Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.26 hlm.
- Krochta JM, De Mulder-Johnston C. 1997. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technol*. 51(2):61–73
- Kusnandar F. 2010. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Lacroix, M. and Tien, C. L. 2005. *Edible films and coatings from non-starch polysaccharides*. In Han, J. (Ed). *Innovations in Food Packaging*, p. 338-361. London: Academic Press, Elsevier Ltd.
- Lehninger AL. 1988. *Dasar-Dasar Biokimia*. Alih Bahasa oleh Maggy Thenawijaya. Jakarta; Erlangga.
- Margono, T. 2000. *Anggur buah pisang klutuk*. Jakarta : Grasindo.
- Martin, A., Swarbick, J., dan A. Cammarata. 1993. *Farmasi Fisik 2. Edisi III*.Jakarta: UI Press.

- McHugh, T.H. & Krochta, J.M. (1994). Dispersed phase particle size effects on water vapor permeability of edible emulsion films. *Journal of Food Processing Preserve*, 18, 173–188.
- Mittermeier RA, Gil PR, Hoffman M, Pilgrim J, Brooks T, Mittermeier CG, Lamoreux J, da Fonseca GAB, Seligmann PA, Ford H. 2005. Hotspots Revisited : *Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. Conservation International, New York.
- Munadjim. 1983. *Teknologi Pengolahan Pisang*. Jakarta : Gramedia.
- Munadjim, 1998. *Teknologi Pengolahan Pisang*. Jakarta : Gramedia,
- Nofiandi D, Ningsih W, Sofie ALP. 2017. Pembuatan dan karakterisasi Edible film dari poliblend pati sukun-polivinil alkohol dengan propilenglikol sebagai plasticizer. *Jurnal katalisator*. ;1(2): 2-12
- Nursamsiar KP, Hamdayani LA. 2010. Penentuan Kadar Amilosa dari Umbi Talas Safira (*Colacasia esculenta* Schoot var. antiquorum) Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Industri Pangan*. ;2(6): 116-122
- Nwokocha, L. M., A comparative study of some properties of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) *Carbohydrate Polymers* (2009), doi :10.1016
- Pawigya Harsa, Dyah Tri Retno, Boan Tua Verkasa H., Novie Valentina. 2015. Pembuatan Edible Film Dari Keragen Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Untuk Mengawetkan Buah Nanas. Seminar Nasional *jurnal Teknik Kimia*.
- Priyanta RBS, Arisanti CIS, Anton IGN. 2012. Sifat fisik granul amilum jagung yang dimodifikasi secara enzimatik dengan *Lactobacillus acidophilus* pada berbagai waktu fermentasi. *Jurnal Farmasi Udayana*. ;1 (1): 67-74.
- Rodriguez, M., Osés, J., Zaini, K. and Mate J. I., 2006, Combined effect of plasticizer and surfactants on the physical properties of starch based edible films, *J. Food Research International*, 39 : 840 – 846.
- Rowe, 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, 6th Ed., American Pharmacists Association, Washington DC.
- Satuhu, Suyanti. 1992. *Pisang Kepok Cavendish ; Budidaya Pengolahan, dan Prospek Pasar*. Swadaya. Jakarta. 5-16
- Satuhu, Suyanti dan Ahmad Supriyadi. 2000. *Pisang Budidaya, Pengolahan, dan Prospek Pasar*. Jakarta : Penebar Swadaya.

- Satuhu, S. 2004. *Penanganan dan Pengolahan Buah*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Skurtys, O. Acevedo, Cpedreschi, F. Enrione, J. Osorio dan F. Aguilera. 2011. *Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings*. Universidadde Santiago de Chile
- Sothornvit R & Krochta JM. 2005. Plasticizers in edible films and coatings. Di dalam: *J. HanH, editor. Innovations in Food Packaging*, pp. 403-433.
- Suhardiman, P ., 1997 *Budidaya pisang Cavendish*. Yogyakarta : Kanisius.
- Sukasa, I. M., Antara N. S., dan Suter, I K. 1996. Pengaruh lama fermentasi media bonggol pisang terhadap aktivitas glukoamilase dari *Aspergillus niger* NRRL A-11. *Majalah Ilmiah Teknologi Pertanian*. 2 (1): 18-20.
- Sunarjono, H. 2004. *Bertanam Sawi dan Selada*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Unsa Laila Khusnul, Dan Paramastri Gina Aulia. 2018. Kajian Jenis *Plasticizer* Campuran Gliserol Dan Sorbitol Terhadap Sintesis Dan Karakterisasi Edible Film Pati Bonggol Pisang Sebagai Pengemas Buah Apel. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(1):35-47
- Winarno FG. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Wardhany, K. H., 2014, *Khasiat Ajaib Pisang – Khasiatnya A to Z*, dari Akar Hingga Kulit Buahnya, Edisi I, Yogyakarta: Rapha Publishing.
- Wini, S., Tety, S., and Lena, R., 2013, Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan, *Jurnal Valensi* 3 (2) :100-109

**Lampiran 1. Foto Tanaman dan Surat Identifikasi Bonggol Pisang Kepok
(*Musa balbisiana* Colla)**



Gambar 15. Buah Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla)



Gambar 16. Bonggol pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla)

Lampiran 1. (Lanjutan)

 **HERBARIUM UNIVERSITAS ANDALAS (ANDA)**
Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas Kampus Limau Manih Padang Sumbar
Indonesia 25163 Telp. +62-751-777427 ext. *811 e-mail: nas_herb@yahoo.com;
herbariumandaunand@gmail.com

Nomor : 431/K-ID/ANDA/XI/2019
Lampiran : -
Perihal : Hasil Identifikasi

Kepada yth,
Merilla Stefani Glenia Hadi
Di
Tempat

Dengan hormat,
Sehubungan dengan surat mengenai bantuan untuk "Identifikasi Tumbuhan" di Herbarium Universitas Andalas Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas, kami telah membantu mengidentifikasi tumbuhan yang dibawa, atas nama:

Nama : Merilla Stefani Glenia Hadi
NIM : 1604064
Instansi : STIFI YP Padang

Berikut ini diberikan hasil identifikasi yang dikeluarkan dari Herbarium Universitas Andalas.

No	Family	Spesies
1.	Musaceae	<i>Musa balbisiana</i> Colla

Demikian surat ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.

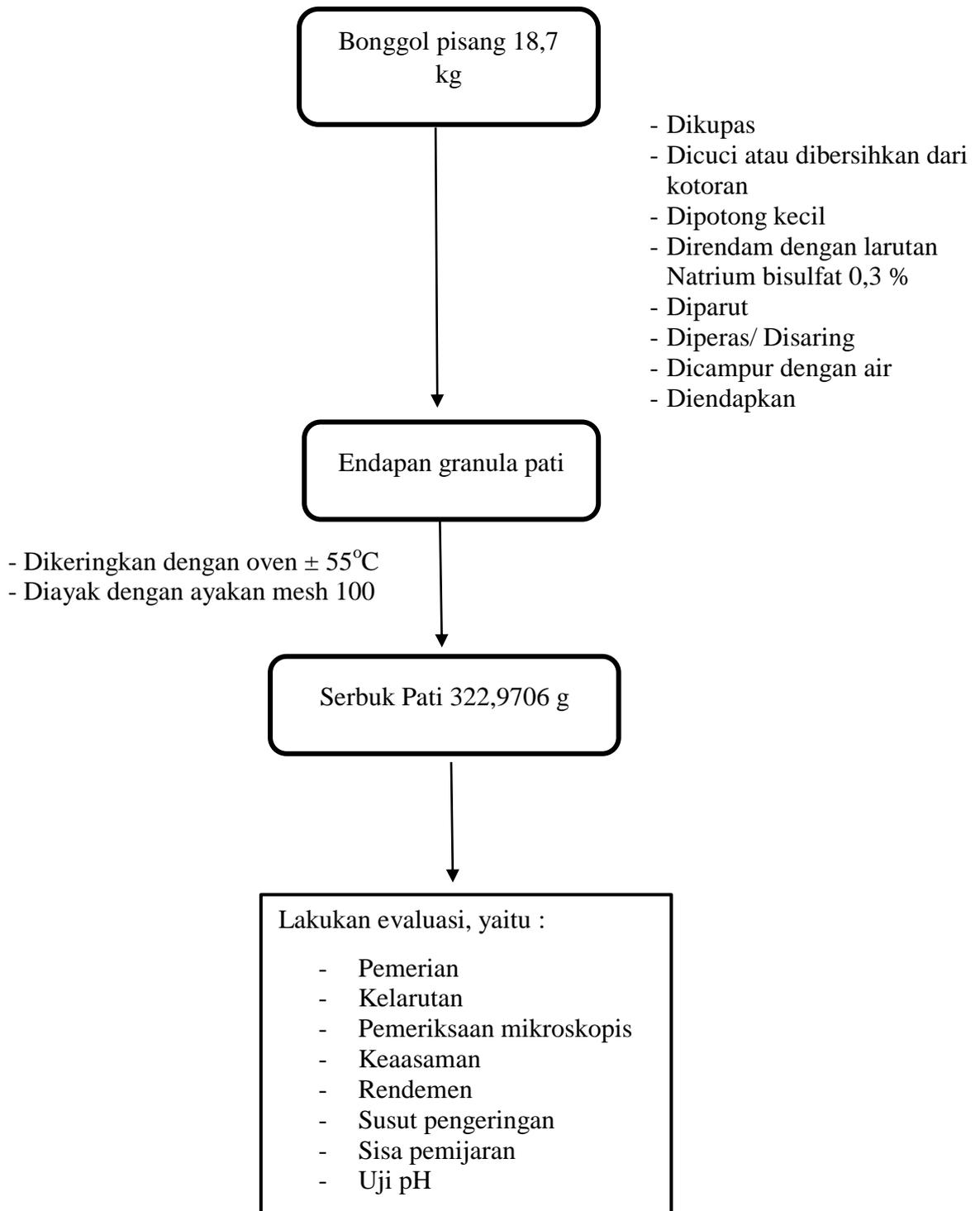
Padang, 13 November 2019
Kepala,

Dr. Nurainas
NIP. 196908141995122001



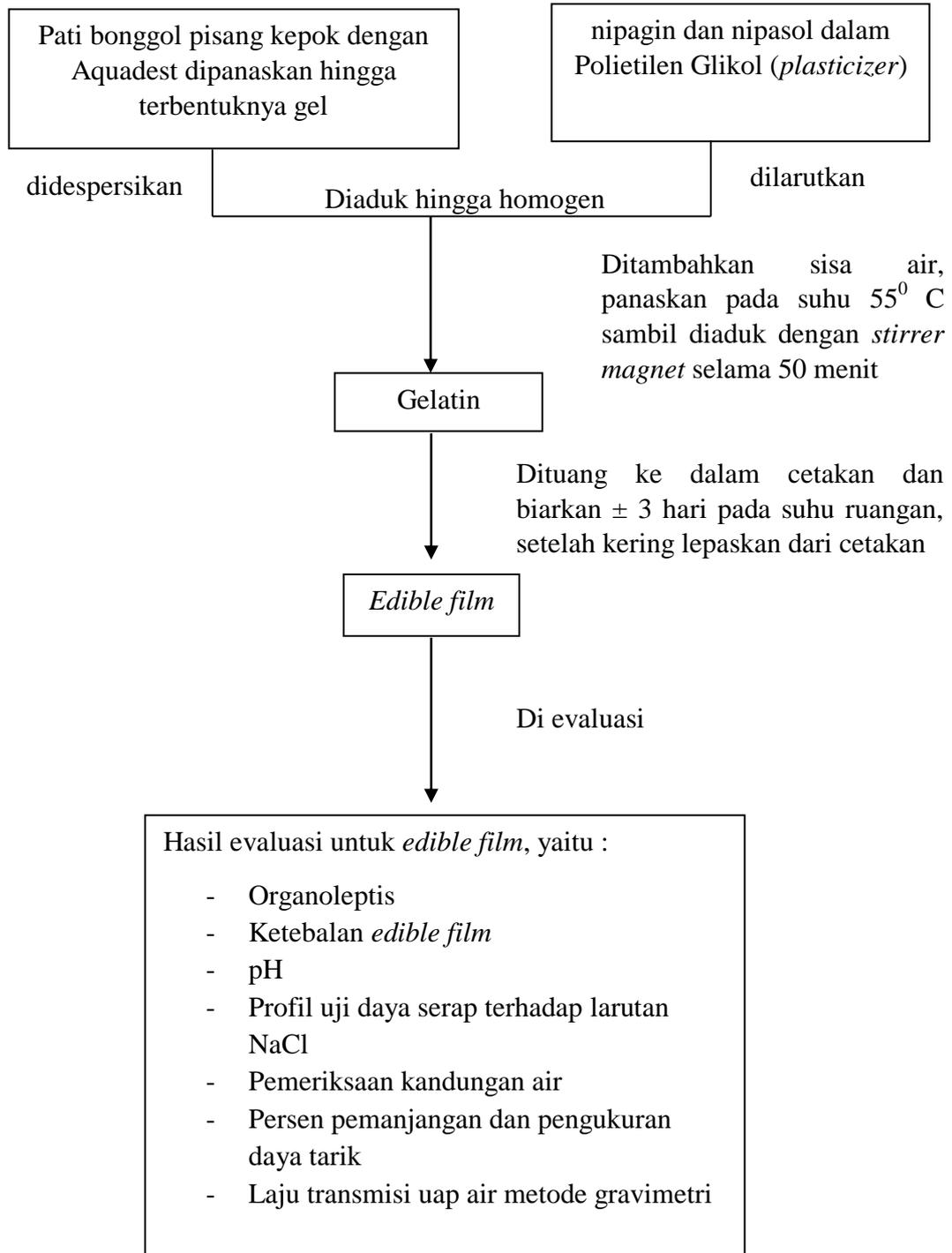
Gambar 17. Scan Surat Identifikasi Tanaman Bonggol Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla)

Lampiran 2. Skema Kerja Pembuatan Pati dan *Edible Film* Bonggol Pisang Kepok (*Musa balbisiana Colla*)



Gambar 18. Skema Pembuatan Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa balbisiana Colla*)

Lampiran 2. (Lanjutan)



Gambar 19. Skema Pembuatan *Edible film*

Lampiran 3. Perhitungan pembakuan larutan titer

pengulangan	Volume asam oksalat (10 mL)	Volume NaOH (10 mL)	Normalitas NaOH
1	10	9,6	0,1042
2	10	9,2	0,1087
3	10	10,1	0,0990
Rata- rata			0,1 N

1. Pengulangan 1

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$10 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} = 9,6 \text{ mL} \times N_2$$

$$1 \text{ mL} \cdot N = 9,6 \text{ mL} \times N_2$$

$$N_2 = 0,1042 \text{ N}$$

2. Pengulangan 2

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$10 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} = 9,2 \text{ mL} \times N_2$$

$$1 \text{ mL} \cdot N = 9,2 \text{ mL} \times N_2$$

$$N_2 = 0,1087 \text{ N}$$

3. Pengulangan 3

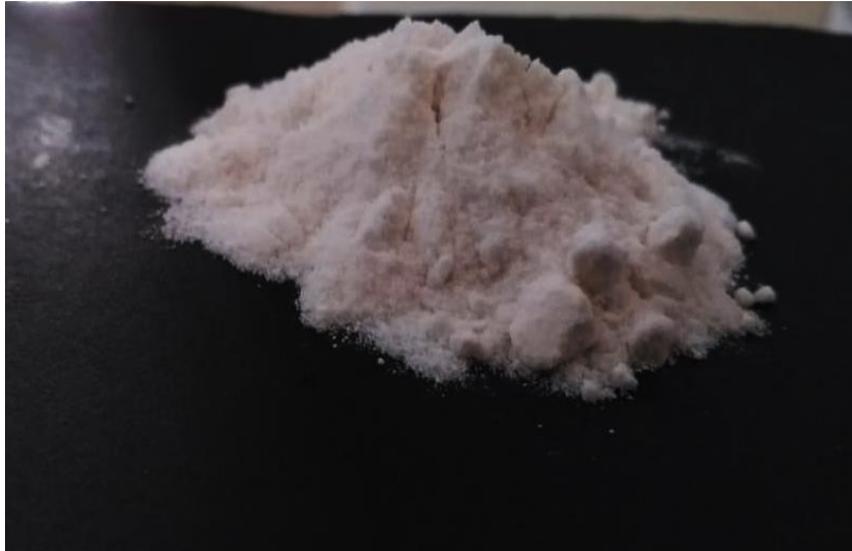
$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$10 \text{ mL} \times 0,1 \text{ N} = 10,1 \text{ mL} \times N_2$$

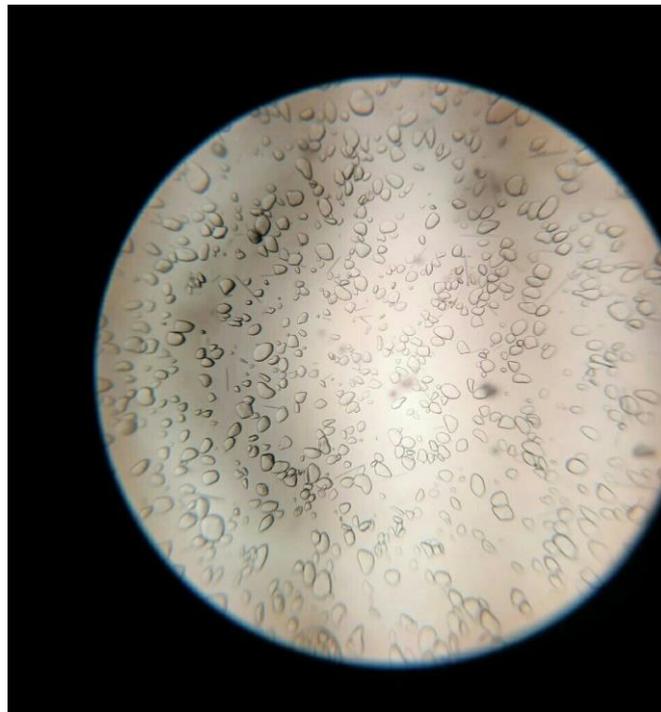
$$1 \text{ mL} \cdot N = 10,1 \text{ mL} \times N_2$$

$$N_2 = 0,0990 \text{ N}$$

**Lampiran 4. Foto Pati dan Hasil Pemeriksaan Pati Bonggol Pisang Kepok
(*Musa Balbisiana Colla*)**



Gambar 20. Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa balbisiana Colla*)



Gambar 21. Hasil Pengamatan Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa balbisiana Colla*) dengan Mikroskop Perbesaran 100 kali

Lampiran 4. (Lanjutan)

Tabel IV. Hasil Evaluasi Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa balbisiana Colla*)

No.	Pemeriksaan	Persyaratan (Depkes RI 1979)	Pengamatan
1.	<p>Pemerian</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bentuk • Warna • Bau • Rasa 	<ul style="list-style-type: none"> • Serbuk Halus • Putih • Tidak berbau • Tidak Berasa 	<ul style="list-style-type: none"> • Serbuk Halus • Putih • Tidak berbau • Tidak Berasa
2.	Rendemen		1,7271 %
3.	<p>Identifikasi</p> <p>A. Panaskan sampai mendidih selama 1menit suspensi 1 g dalam 50 ml air, dinginkan</p> <p>B. Campur 1 mL larutan kanji dengan larutan Iodium, dipanaskan lalu dinginkan</p>	<p>Identifikasi</p> <p>A. Terbentuk larutan kanji encer</p> <p>B. Terbentuk warna biru tua, warna hilang setelah pemanasan dan timbul kembali setelah didinginkan</p>	<p>Identifikasi</p> <p>A. Terbentuk larutan kanji encer.</p> <p>B. Terbentuk warna biru tua, warna hilang setelah pemanasan dan timbul kembali setelah didinginkan</p>
4.	<p>Kelarutan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dalam air dingin • Dalam etanol 96 % 	<ul style="list-style-type: none"> • Praktis tidak larut • Praktis tidak larut 	<ul style="list-style-type: none"> • Praktis tidak larut (1:20.000) • Praktis tidak larut (1:20.000)
5.	Keasaman	Diperluan tidak lebih dari 2 ml NaOH 0,1 N	0,6 mL
6	pH	4,5 – 7	5,99
7.	Susut pengeringan	Tidak lebih dari 15 %	14,45%
8.	Sisa pemijaran	Tidak lebih dari 0,6 %	0,5623 %

**Lampiran 5. Hasil Pemeriksaan Bahan yang Digunakan dalam Pembuatan
Edible Film Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa balbisiana Colla*)**

Tabel V. Hasil Pemeriksaan Polietilen Glikol 400 (PEG 400)

No	Pemeriksaan	Persyaratan (Depkes RI 1979)	Pengamatan
1.	Pemerian <ul style="list-style-type: none"> • Bentuk • Warna • Bau • Rasa 	<ul style="list-style-type: none"> • serbuk butiran atau kepingan • Putih • Tidak berbau • rasa manis 	<ul style="list-style-type: none"> • Cairan kental, jernih • Tidak berwarna • Tidak berbau • rasa manis
2.	Kelarutan <ul style="list-style-type: none"> • Dalam air • Dalam etanol 	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat mudah larut dalam air • Sukar larut dalam etanol 	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat mudah larut dalam air (1:1) • Sukar larut dalam etanol (0,01:10)

Tabel VI. Hasil Pemeriksaan Nipagin

No	Pemeriksaan	Persyaratan (Depkes RI 1979)	Pengamatan
1.	Pemerian <ul style="list-style-type: none"> • Bentuk • Warna • Bau • Rasa 	<ul style="list-style-type: none"> • Serbuk hablur • Putih • Tidak berbau • Tidak berasa 	<ul style="list-style-type: none"> • Serbuk hablur • Putih • Tidak berbau • Tidak berasa
2.	Kelarutan <ul style="list-style-type: none"> • Dalam air • Dalam etanol 	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat sukar larut dalam air • Mudah larut dalam etanol 	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat sukar larut dalam air (0,01:30) • Mudah larut dalam etanol (1:5)

Lampiran 5. (Lanjutan)

Tabel VII. Hasil Pemeriksaan Nipasol

No	Pemeriksaan	Persyaratan (Depkes RI 1979)	Pengamatan
1.	Pemerian <ul style="list-style-type: none">• Bentuk• Warna• Bau• Rasa	<ul style="list-style-type: none">• Serbuk hablur• Putih• Tidak berbau• Tidak berasa	<ul style="list-style-type: none">• Serbuk hablur• Putih• Tidak berbau• Tidak berasa
2.	Kelarutan <ul style="list-style-type: none">• Dalam air• Dalam etanol	<ul style="list-style-type: none">• Sangat sukar larut dalam air• Mudah larut dalam etanol	<ul style="list-style-type: none">• Sangat sukar larut dalam air (0,01:35)• Mudah larut dalam etanol (1:5)

Lampiran 6. Hasil Evaluasi *Edibel Film Pati Bonggol Pisang Kepok (Musa balbisiana Colla)*

Tabel VIII. Hasil Pemeriksaan Organoleptis *Edible Film Pati Bonggol Pisang Kepok (Musa balbisiana Colla)*

Formula	Pemeriksaan	Pengamatan
F 1	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk • Warna • Bau 	<ul style="list-style-type: none"> • Lapisan Tipis • Putih transparan • Tidak berbau
F 2	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk • Warna • Bau 	<ul style="list-style-type: none"> • Lapisan Tipis • Putih transparan • Tidak berbau
F 3	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk • Warna • Bau 	<ul style="list-style-type: none"> • Lapisan Tipis • Putih • Tidak berbau

Tabel IX. Hasil Uji Ketebalan *Edible Film Pati Bonggol Pisang Kepok (Musa balbisiana Colla)*

Formula	Ketebalan (mm)	Rata-rata ± SD
F 1	0,10	0,098 ± 0,0044
	0,10	
	0,10	
	0,10	
	0,09	
F 2	0,10	0,102 ± 0,0044
	0,10	
	0,11	
	0,10	
	0,10	
F 3	0,10	0,098 ± 0,0044
	0,10	
	0,10	
	0,09	
	0,10	

Lampiran 6. (lanjutan)

Tabel X. Hasil Pemeriksaan pH *Edible Film* Pati Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa balbisiana Colla*)

Formula	pH
F 1	6,25
F 2	6,17
F 3	6,13

Tabel XI. Hasil Pemeriksaan Kadar Air *Edible Film* Pati Bonggol Pisang Kepok (*Musa balbisiana Colla*)

Formula	Berat Cawan Penguap			Persen %
	A	B	C	
F1	43,6852	45,7565	45,4538	14,6140
F2	36,1793	38,2168	37,8932	15,8822
F3	61,1556	63,1996	62,8485	17,1771

Contoh Perhitungan Kadar Air *Edible Film* Pati Bonggol Pisang Kepok F1

Diketahui:

A = Berat Cawan Kosong (g)

B = Berat Cawan + *Edible Film* sebelum dipanaskan (g)

C = Berat Cawan + *Edible Film* setelah dipanaskan (g)

$$\begin{aligned} \text{Kadar air} &= \frac{B - C}{B - A} \times 100\% \\ &= \frac{45,7565 - 45,4538}{45,7565 - 43,6852} \times 100\% \\ &= 14,6140\% \end{aligned}$$

Lampiran 6. (lanjutan)

Tabel XII. Hasil Uji Persen Pemanjangan

Formula	Panjang Sebelum Putus (cm)	Panjang Setelah Putus (cm)	Persen Pemanjangan
F 1	10	10,4	4,666
	10	10,5	
	10	10,5	
	$\bar{x}=10,4666$		
F 2	10	10,4	3,333
	10	10,3	
	10	10,3	
	$\bar{x}=10,3333$		
F 3	10	10,1	1
	10	10,1	
	10	10,1	
	$\bar{x}=10,1$		

Contoh Perhitungan Persen Pemanjangan F 1

Diketahui : a = Panjang membran sebelum putus (cm)

b = Panjang membran setelah putus (cm)

$$\begin{aligned}\% \text{ Pemanjangan} &= \frac{b - a}{a} \times 100\% \\ &= \frac{10,4666 - 10}{10} \times 100\% \\ &= 4,666\%\end{aligned}$$

Lampiran 6. (lanjutan)

Tabel XIII. Hasil Pengukuran Daya Tarik *Edible Film* Pati Bonggol Pisang Kepok Menggunakan *Tensile Strength* Modifikasi

Formula	Luas Penampang (mm ²)	Daya Tarik (MPa)	Rata-rata ± SD
F 1	0,98	1,3996	2,3304 ± 0,9010
	0,98	3,1984	
	0,98	2,3934	
F 2	1,02	2,7667	2,2492 ± 0,4788
	1,02	1,8218	
	1,02	2,1593	
F 3	0,98	1,1843	1,0622 ± 0,1301
	0,98	1,0770	
	0,98	0,9253	

Contoh Perhitungan Daya Tarik F 1

Diketahui :

Panjang Membran = 1 cm = 10 mm

Lebar Membran = 0,98 mm

Berat Beban hingga putus = 139,9698 g

F = Gaya Tarik (N)

A= Luas Penampang (mm²)

$$F = \frac{\text{Berat}}{1000} \times 9,8N$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$

$$= 10 \text{ mm} \times 0,098 \text{ mm}$$

$$= \frac{139,9698}{1000} \times 9,8N$$

$$= 0,98 \text{ mm}^2$$

$$= 1,3717 \text{ N}$$

Lampiran 6. (lanjutan)

$$\begin{aligned}\text{kuat tarik} &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{1,3717N}{0,98mm^2} \\ &= 1,3996 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Tabel XIV. Hasil Perhitungan *Modulus Young*

Formula	Daya tarik (MPa)	Pemanjangan (%)	Modulus Young
F1	2,3304	4,666	0,4994
F2	2,2492	3,333	0,6748
F3	1,0622	1	1,0622

Contoh Perhitungan *Modulus Young* F 1

Diketahui : Daya tarik = 2,3304 MPa

% Pemanjangan = 4,666

$$\begin{aligned}\text{Modulus Young}(E) &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\ &= \frac{2,3304\text{MPa}}{4,666} \\ &= 0,4994 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Lampran 6. (lanjutan)

Tabel XV. Hasil Laju Transmisi Uap Air

Formula	Perubahan massa uap air (mg)	Luas Permukaan Membran (cm²)	Laju Transmisi Uap Air (mg/jam/cm)	Rata-rata ± SD
F1	27,4666	10,7466	0,5111	1,1199±0,4232
	47,0666	10,7466	0,8759	
	67,7333	10,7466	1,2605	
	75,0333	10,7466	1,3964	
	83,6	10,7466	1,5558	
F2	31,3333	10,7466	0,5831	1,4054± 0,6235
	54,3333	10,7466	1,0111	
	79,8	10,7466	1,4851	
	95,9666	10,7466	1,7859	
	116,1666	10,7466	2,1619	
F3	37,4333	10,7466	0,6966	1,5146± 0,6012
	65,3	10,7466	1,2152	
	82,2666	10,7466	1,5310	
	100,1666	10,7466	1,8641	
	121,7666	10,7466	2,2661	

Contoh Perhitungan Laju Transmisi Uap Air F 1

Keterangan :

Diketahui :

Mv = Penambahan Massa Uap Air Mv = 27,4666 mg

t = Periode Penimbangan t = 5 jam

A = Luas Membran yang diuji D = 3,7

D = Diameter Membran r = 3,7 cm : 2 = 1,85 cm

Lampiran 6. (lanjutan)

Luas Membran

$$A = \pi r^2$$

$$= 3,14 \times 31,85 \text{ cm}$$

$$= 10,7466 \text{ cm}^2$$

Laju Transmisi Uap Air

$$WVTR = \frac{1 \times MV}{t \times A}$$

$$= \frac{1 \times 27,4666 \text{ mg}}{5 \text{ jam} \times 10,7566 \text{ cm}^2}$$

$$= 0,5111 \text{ mg/jam} \cdot \text{cm}^2$$

Tabel XVI. Hasil Uji Swelling

F	% Swelling					
	1 Menit	2 Menit	3 Menit	4 Menit	5 Menit	6 Menit
F1	28,0879	30,6260	32,1489	62,60	49,9153	53,8071
	39,3728	51,5679	62,5435	64,4599	75,7839	79,9651
	37,3214	56,4285	72,5000	76,9642	68,7500	72,1428
\bar{x}	34,9273	46,2074	55,7508	68,0080	68,1497	68,6383
F2	45,1559	67,8160	84,0722	93,1034	95,2380	94,7454
	40,6698	68,5805	74,4816	81,8181	83,5725	92,6634
	39,6084	55,8734	67,1686	79,5180	89,9096	94,2771
\bar{x}	41,8113	64,0899	75,2408	84,8131	89,5733	93,8953
F3	34,6907	50,0754	68,4766	69,0799	68,6274	72,0965
	35,6481	58,0246	61,1111	67,4382	67,1296	65,5864
	47,1014	64,6739	75,5434	74,2453	76,4492	79,1666
\bar{x}	39,1467	57,5913	68,3770	70,2644	70,7354	72,2831

Contoh Perhitungan Uji Swelling F1

Diketahui : Wt = 0,0591g (Berat awal)

Wf = 0,0757g (Berat akhir)

Lampiran 6. (lanjutan)

$$\begin{aligned} \% \text{Swelling} &= \frac{wf - wt}{wt} \times 100 \% \\ &= \frac{0,0757 - 0,0591}{0,0591} \times 100 \% \\ &= 28,0879 \% \end{aligned}$$

Tabel XVII. Rekapitulasi Evaluasi *Edible Film* Pati Bonggol Pisang Kepok

No.	Evaluasi	Formula		
		F 1	F 2	F 3
1.	Organoleptis • Bentuk • Warna • Bau	• Lapisan Tipis • Putih • Tidak Berbau	• Lapisan Tipis • Putih • Tidak Berbau	• Lapisan Tipis • Putih • Tidak Berbau
2.	Ketebalan (mm)	0,098	0,102	0,098
3.	pH	6,25	6,17	6,13
4.	Kadar Air (%)	14,6140	15,8822	17,1771
5.	Persen Pemanjangan (%)	4,666	3,333	1
6.	daya Tarik (MPa)	2,3304	2,2492	1,0622
7.	Modulus Young (MPa)	0,4994	0,6748	1,0622
8.	Rata rata Laju Transmisi Uap Air (mg/jam.cm²)	1.1199	1,4054	1,5146
9.	Uji Swelling pada menit ke 6 (%)	68,6383	93,8953	72,2831

Lampiran 7. Hasil Analisis Statistik

Tabel XVIII. Hasil Perhitungan Statistik Secara ANOVA Satu Arah Terhadap *Modulus Young*

Descriptives

Modulus young

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
F1	3	,499400	,1931042	,1114888	,019702	,979098	,2999	,6854
F2	3	,674767	,1436609	,0829427	,317893	1,031640	,5465	,8300
F3	3	1,062233	,1300801	,0751018	,739096	1,385370	,9254	1,1843
Total	9	,745467	,2844649	,0948216	,526808	,964126	,2999	1,1843

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Modulus young	Based on Mean	,210	2	6	,816
	Based on Median	,166	2	6	,851
	Based on Median and with adjusted df	,166	2	5,481	,851
	Based on trimmed mean	,207	2	6	,818

ANOVA

Modulus young

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,498	2	,249	9,973	,012
Within Groups	,150	6	,025		
Total	,647	8			

Lampiran 7. (Lanjutan)

Modulus young

Duncan^a

Formula	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
F1	3	,499400	
F2	3	,674767	
F3	3		1,062233
Sig.		,223	1,000

Tabel XIX. Hasil statistik Secara ANOVA Satu Arah Terhadap Laju Transmisi Uap Air Pada Waktu ke 5

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
F1	3	1,555833	,2726093	,1573910	,878634	2,233032	1,3864	1,8703
F2	3	2,161867	,0870324	,0502482	1,945666	2,378067	2,0806	2,2537
F3	3	2,266200	,3940973	,2275322	1,287208	3,245192	2,0211	2,7208
Total	9	1,994633	,4118842	,1372947	1,678031	2,311236	1,3864	2,7208

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
laju transmisi uap air waktu ke 5	Based on Mean	4,801	2	6	,057
	Based on Median	,335	2	6	,728
	Based on Median and with adjusted df	,335	2	3,653	,735
	Based on trimmed mean	3,886	2	6	,083

Lampiran 7. (Lanjutan)

ANOVA

laju transmisi uap air waktu ke 5

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,883	2	,441	5,582	,043
Within Groups	,474	6	,079		
Total	1,357	8			

laju transmisi uap air waktu ke 5

Duncan^a

Formula	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
F1	3	1,555833	
F2	3		2,161867
F3	3		2,266200
Sig.		1,000	,665

Lampiran 7. (Lanjutan)

Tabel XX. Hasil Statistik Secara ANOVA Dua Arah Terhadap Laju % Swelling

Descriptive Statistics
Dependent Variable: % Swelling

Waktu	Formula	Mean	Std. Deviation	N
t1	F1	34,927367	6,0113051	3
	F2	40,811367	4,2755081	3
	F3	39,146733	6,9055554	3
	Total	38,295156	5,6943000	9
t2	F1	46,207467	13,7110516	3
	F2	64,089967	7,1260151	3
	F3	57,591300	7,3088893	3
	Total	55,962911	11,5973807	9
t3	F1	55,730700	21,0206935	3
	F2	75,240800	8,4773352	3
	F3	68,377033	7,2166652	3
	Total	66,449511	14,6599586	9
t4	F1	68,008033	7,8118178	3
	F2	84,813167	7,2710791	3
	F3	70,264467	3,5691571	3
	Total	74,361889	9,6981481	9
t5	F1	64,816400	13,3753887	3
	F2	89,573367	5,8400139	3
	F3	70,735400	5,0046462	3
	Total	75,041722	13,5964954	9
t6	F1	68,638333	13,4265113	3
	F2	93,895300	1,0922497	3
	F3	72,283167	6,7920241	3
	Total	78,272267	14,0244211	9
Total	F1	56,388050	17,0374908	18
	F2	74,737328	19,2780469	18
	F3	63,066350	13,1773448	18
	Total	64,730576	18,0719692	54

Lampiran 7. (Lanjutan)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: % Swelling

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	14204,809 ^a	17	835,577	9,689	,000
Intercept	226262,563	1	226262,563	2623,518	,000
Waktu	10450,057	5	2090,011	24,234	,000
Formula	3105,044	2	1552,522	18,002	,000
Waktu * Formula	649,707	10	64,971	,753	,671
Error	3104,783	36	86,244		
Total	243572,154	54			
Corrected Total	17309,592	53			

Levene's Test of Equality of Error Variances^{a,b}

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
% Swelling	Based on Mean	2,352	17	36	,015
	Based on Median	,564	17	36	,896
	Based on Median and with adjusted df	,564	17	14,687	,871
	Based on trimmed mean	2,158	17	36	,026

% Swelling

Duncan^{a,b}

Waktu	N	Subset			
		1	2	3	4
t1	9	38,295156			
t2	9		55,962911		
t3	9			66,449511	
t4	9			74,361889	74,361889
t5	9			75,041722	75,041722
t6	9				78,272267
Sig.		1,000	1,000	,071	,407

Lampiran 7. (Lanjutan)

% Swelling

Duncan^{a,b}

Formula	N	Subset		
		1	2	3
F1	18	56,388050		
F3	18		63,066350	
F2	18			74,737328
Sig.		1,000	1,000	1,000