

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MEMBRAN KOMPLEKS
POLIELEKTROLIT (PEC) URETAN-PEKTIN DENGAN KOMBINASI
ANTOSIANIN DARI BERAS KETAN HITAM (*Oryza Sativa. var. Glutinosa*)**

SKRIPSI

Diajukan oleh :

NURRAHMI FARADILA

NIM 190704007

Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi

Program Studi Kimia



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY**

BANDA ACEH

2023 M / 1444 H

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MEMBRAN KOMPLEKS
POLIELEKTROLIT (PEC) URETAN-PEKTIN DENGAN KOMBINASI
ANTOSIANIN DARI BERAS KETAN HITAM (*Oryza sativa. var. Glutinosa*)**

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry
Sebagai Salah Satu Persyaratan Penulisan Skripsi
dalam Ilmu Kimia

Oleh:

NURRAHMI FARADILA

NIM.190704007

**Mahasiswa Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Reni Silvia Nasution, S.Si., M.Si
NIP. 198902222014032005

Pembimbing II,



Dr. Khairun Nisah, M.Si
NIP. 1979021620140320001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kimia



Muhammad Yuliah, M.Si
NIP 198411302006041002

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MEMBRAN KOMPLEKS
POLIELEKTROLIT (PEC) URETAN-PEKTIN DENGAN KOMBINASI
ANTOSIANIN DARI BERAS KETAN HITAM (*Oryza sativa. Var. Glutinosa*)**

SKRIPSI

**Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)**

Dalam Ilmu Kimia

Pada Hari/Tanggal : Kamis, 27 Juli 2023

9 Muharram 1445 H

Panitia Ujian Munaqasah Skripsi

Ketua,



Reni Silvia Nasution, S. Si., M.Si
NIP. 198902222014032005

Sekretaris,



Dr. Khairun Nisah, M.Si
NIP. 1979021620140320001

Penguji I,



Muslem, S.Si., M.Sc
NIP. 199006062020121011

Penguji II,



Muhammad Ridwan Harahap, M.Si
NIP. 198611272014031003

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh,**



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU
NIP. 19621002198811101

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Nurrahmi Faradila

NIM : 190704007

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pembuatan dan Karakterisasi Membran Kompleks Polielektrolit (PEC) Uretan-Pektin Dengan Kombinasi Antosianin Dari Beras Ketan Hitam (*Oryza Sativa. Var. Glutinosa*).

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya :

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan :
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain,
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 27 Juli 2023

Yang Menyatakan,



(Nurrahmi Faradila)

ABSTRAK

Nama : Nurrahmi Faradila
NIM : 190704007
Program Studi : Kimia
Judul : Pembuatan dan Karakterisasi Membran kompleks Polielektrolit (PEC) Uretan-Pektin dengan Kombinasi Antosianin dari Beras Ketan Hitam (*Oryza sativa var. glutinosa*)
Tanggal Sidang : 27 Juli 2023
Tebal Skripsi : 64
Pembimbing I : Reni Silvia Nasution, S.Si., M.Si
Pembimbing II : Dr.Khairun Nisah, M.Si.
Kata Kunci : Membran Kompleks polielektrolit (PEC), uretan, pektin, antosianin

Beras ketan hitam merupakan salah satu tanaman yang menjadi sumber antosianin. Beras ketan hitam dapat dimanfaatkan sebagai pigmen alami yang berubah warna saat terkena kondisi pH asam atau basa karena memiliki kandungan antosianin yang tinggi pada kulit arinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pembuatan serta karakterisasi membran kompleks polielektrolit (PEC) uretan-pektin dengan kombinasi antosianin dari beras ketan hitam. Pembuatan membran kompleks polielektrolit (PEC) uretan-pektin dan ekstrak antosianin dari beras ketan hitam telah berhasil dilakukan. Senyawa antosianin dari beras ketan hitam diekstraksi dengan metode maserasi selama 72 jam menggunakan pelarut metanol dan diperoleh total rendemen ekstrak sebesar 29,94%. Pembuatan membran kompleks polielektrolit (PEC) uretan-pektin dengan kombinasi antosianin dilakukan dengan metode inversi fasa. Hasil dari karakterisasi uji morfologi menggunakan SEM didapat perbedaan pada tekstur permukaan membran yang berubah dari PEC uretan-pektin tanpa antosianin dan PEC uretan-pektin antosianin, hal ini kemungkinan terjadi karena interaksi membran dengan senyawa antosianin. Hasil karakterisasi uji ketahanan kimia (stabilitas kimia) membran PEC uretan-pektin tanpa antosianin lebih stabil dibandingkan membran PEC uretan-pektin

dengan penambahan antosianin. Sedangkan hasil daya serap air (uji *swelling*) pada membran PEC uretan-pektin dengan penambahan antosianin lebih rendah (164%) dibandingkan tanpa antosianin (211%).



ABSTRACT

Name : Nurrahmi Faradila
NIM : 190704007
Study Program : Chemistry
Title : Manufacture and Characterization of Uretane-Pectin
Polyelectrolyte Complex (PEC) Membrane with
Anthocyanin Combination From Black Glutinous Rice
(*Oryza Sativa*. Var. *Glutinosa*)
Trial Date : 27 July 2023
Thesis Thickness : 64 Sheet
Advisors I : Reni Silvia Nasution, S.Si., M.Si
Advisors II : Dr. Khairun Nisah, M.Si
Keywords : Membrane, Polyelectrolyte complex membrane, urethane,
pectin, anthocyanin

Black glutinous rice is a plant that is a source of anthocyanins. Black glutinous rice can be used as a natural pigment that changes color when exposed to acidic or alkaline pH conditions because it has a high anthocyanin content in the epidermis. This study aims to determine the manufacture and characterization of urethane-pectin polyelectrolyte complex (PEC) membranes with anthocyanin combinations from black glutinous rice. The preparation of urethane-pectin polyelectrolyte complex (PEC) membranes and anthocyanin extracts from black glutinous rice has been successfully carried out. Anthocyanin compounds from black glutinous rice were extracted by maceration method for 72 hours using methanol solvent and obtained a total extract yield of 29.94%. The manufacture of urethane-pectin polyelectrolyte complex (PEC) membranes with anthocyanin combinations was carried out by the phase inversion method. The results of the morphological characterization test using SEM obtained differences in the surface texture of the membrane which changed from urethane-pectin PEC without anthocyanin and urethane-pectin anthocyanin PEC, this might occur due to membrane interaction with anthocyanin compounds. The results of the

characterization test for chemical resistance (chemical stability) of urethane-pectin PEC membranes without anthocyanins were more stable than urethane-pectin PEC membranes with the addition of anthocyanins. While the results of water absorption (swelling test) on urethane-pectin PEC membranes with the addition of anthocyanins were lower (164%) than without anthocyanins (211%).



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahim

Puji syukur kami ucapkan kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala atas limpahanmrahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah limpah kepada Nabi Muhammad ShalallahuAlaihi Wassalam, keluarganya, sahabatnya, dan juga seluruh umatnya yang selalu istiqamah hingga akhir zaman. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Bapak Muammar Yulian, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Ibu Reni Silvia Nasution, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Ibu Dr.Khairun Nisah, ST., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II Program Studi kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
5. Kedua orang tua saya ayah dan ibu yang sudah mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis selama penulis membuat dan menyelesaikan skripsi.
6. Seluruh Ibu/Bapak Dosen dan Staff di Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
7. Semua teman-teman seperjuangan angkatan 2019 yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama penulis membuat dan menyelesaikan skripsi.
8. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah Subhanahu wa ta'ala membalas segala bantuan yang telah diberikan dengan kebaikan yang berlipat ganda, Aamiin. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan memberi manfaat bagi penulis khususnya bagi pembaca pada umumnya dalam menambah ilmu pengetahuan.

Banda Aceh, 27 Juli 2023

Penulis



Nurrahmi Faradila



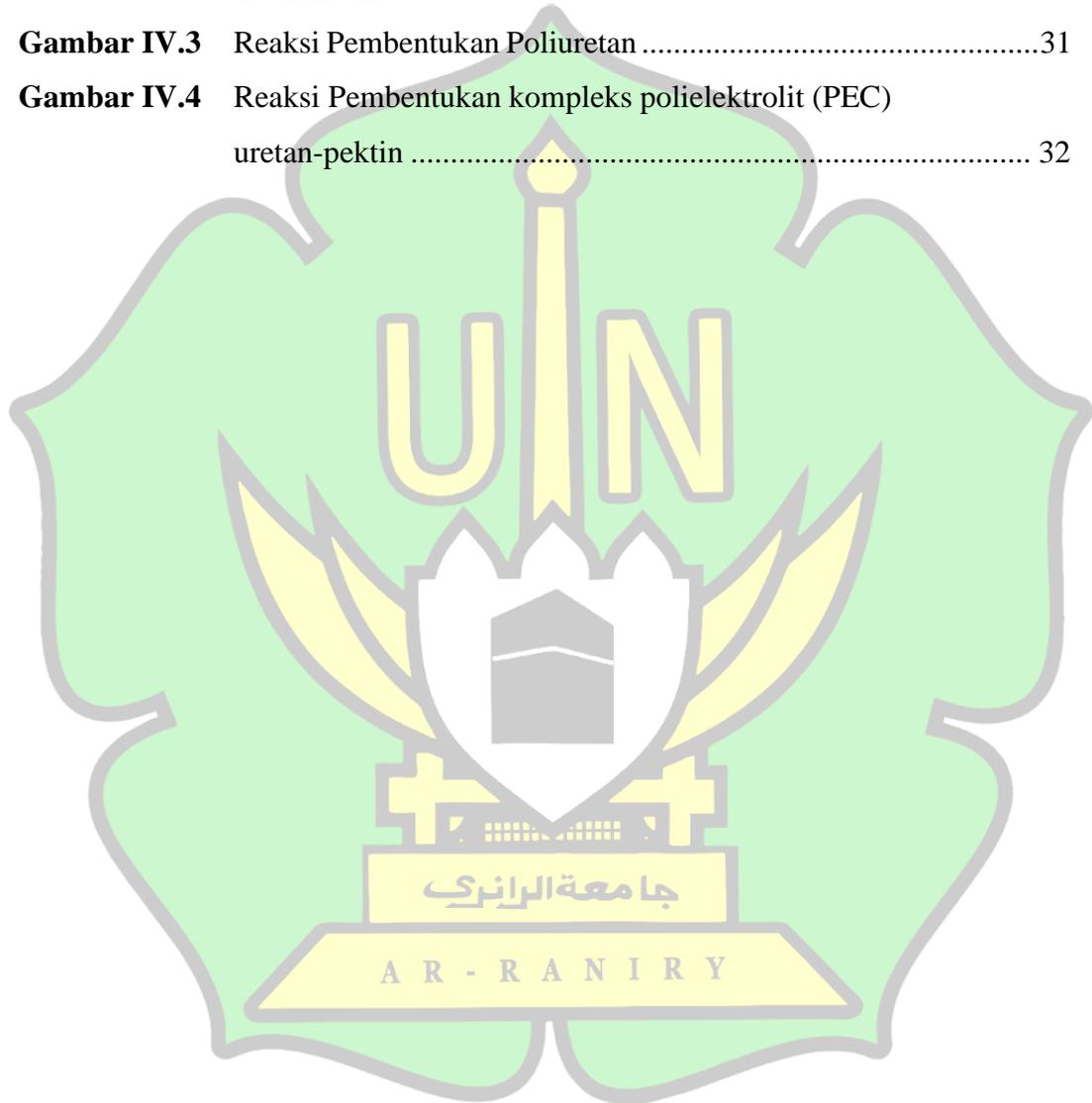
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	4
I.3 Tujuan Penelitian	5
I.4 Manfaat Penelitian.....	5
I.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
II.1 Membran	6
II.1.1 Sifat Membran	6
II.1.2 Pembagian Membran.....	6
II.1.3 Metode Pembuatan Membran.....	10
II.2 Membran Polielektrolit (PEC).....	12
II.3 Pektin.....	12
II.3.1 Aplikasi Pektin	13
II.4 Poliuretan	14
II.5 Minyak Biji Jarak	14
II.6 Beras Ketan Hitam	15
II.7 Antosianin	16
II.7.1 Sifat antosianin dan faktor kestabilan antosianin	19
II.7.2 Teknik Isolasi dan Identifikasi Pigmen Antosianin.....	20
II.8 Karakterisasi Membran	20
II.8.1 Uji <i>Swelling</i>	20
II.8.2 Uji Ketahanan Bahan Kimia.....	20
II.8.3 SEM (<i>Scanning Elektron Microscopy</i>).....	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
III.1 Waktu dan Tempat	22
III.2 Alat dan Bahan	22
III.2.1 Alat	22
III.2.2 Bahan.....	22

III.3	Prosedur Kerja.....	22
III.3.1	Ekstraksi antosianin.....	22
III.3.2	Pembuatan membran Polielektrolit (PEC) dengan kombinasi ekstrak antosianin dari beras ketan hitam	23
III.4	Karakterisasi Membran PEC antosianin.....	23
III.4.1	Uji <i>Swelling</i>	23
III.4.2	Uji <i>Scanning Elektron Microscopy</i> (SEM)	23
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
IV.1	Data Hasil Pengamatan	25
IV.1.1	Hasil Pembuatan Membran	25
IV.1.2	Hasil Karakterisasi Membran.....	26
IV.1.2.1	Hasil Uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	26
IV.1.2.2	Hasil Uji <i>Swelling</i> Membran PEC pektin-uretan dan Membran PEC pektin-uretan/antosianin	27
IV.1.2.3	Hasil Uji Ketahanan Kimia	27
IV.2	Pembahasan	28
IV.2.1	Preparasi Sampel.....	28
IV.2.2	Proses Pembuatan Ekstrak antosianin Beras Ketan Hitam	28
IV.2.3	Pembuatan membran Polielektrolit (PEC) uretan-pektin/antosianin dari beras ketan hitam.....	30
IV.2.4	Karakterisasi Membran Kompleks Polielektrolit (PEC).....	33
IV.2.4.1	Uji Morfologi Membran PEC dengan <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	33
IV.2.4.2	Hasil Uji <i>Swelling</i>	33
IV.2.4.3	Hasil Uji Ketahanan Kimia.....	34
BAB V	PENUTUP	36
V.1	Kesimpulan.....	36
V.2	Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Beras ketan hitam	16
Gambar II.2	Struktur antosianin	19
Gambar IV.1	Proses dipekatkan ekstrak beras ketan hitam	29
Gambar IV.2	Profil Panjang gelombang ekstrak antosianin beras ketan hitam	30
Gambar IV.3	Reaksi Pembentukan Poliuretan	31
Gambar IV.4	Reaksi Pembentukan kompleks polielektrolit (PEC) uretan-pektin	32



DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 Data hasil pembuatan membran kompleks polielektrolit	25
Tabel IV.2 Data hasil uji <i>scanning elektron microscope</i> (SEM)	26
Tabel IV.3 Data hasil uji <i>swelling</i> pada membran kompleks polielektrolit (PEC).....	27
Tabel IV.4 Data hasil uji ketahanan kimia.....	27



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Diagram Alir	42
Lampiran 2	Foto dan dokumen penelitian	44
Lampiran 3	Perhitungan	46



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Teknologi pembuatan membran telah banyak dikembangkan untuk mendapatkan kinerja membran yang baik. Membran adalah suatu lapisan tipis antara dua fasa fluida yaitu fasa umpan (*feed*) dan fasa *permeat* yang bersifat sebagai penghalang (*barrier*) terhadap suatu spesi tertentu yang bisa memisahkan zat dengan ukuran yang berbeda (Elma, 2017). Seiring dengan kegunaan membran sebagai pemisah memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan menggunakan metode pemisahan yang lain, karena teknik pemisahan menggunakan membran lebih sederhana, tidak memerlukan bahan kimia tambahan, dapat dikombinasikan dengan proses lain, tidak mengalami perubahan fase, kebutuhan energi rendah, proses dapat berlangsung secara kontinu, dan tidak memerlukan ruang instalasi yang besar. Pemanfaatan membran sebagai alat dalam proses pemisahan dapat dijumpai pada hampir semua industri, seperti industri tekstil, makanan, minuman dan sebagainya (Nurman dkk., 2016).

Membran dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu membran alami dan membran sintesis, tergantung dari mana asalnya. Selaput alami dapat ditemukan di sel-sel tubuh manusia, hewan, dan tumbuhan. Sedangkan membran sintetik dibuat sesuai dengan tuntutan karakteristik membran. Membran anorganik dan membran organik adalah dua kategori membran sintesis. Logam seperti paladium, perak, dan lainnya merupakan komponen utama membran anorganik, yaitu membran pelat logam tipis. Membran organik, di sisi lain, adalah membran yang sebagian besar terbuat dari polimer organik sintetik, termasuk kitin, kitosan, selulosa, selulosa nitrat, polisulfon, dan poliamida. Bahan polimer organik dan zat anorganik dapat digunakan untuk membuat membran. Namun, sebagian besar bahan yang sering digunakan untuk membuat membran adalah bahan polimer organik karena dapat ditemukan secara alami dalam jumlah banyak dan mudah diperoleh. (Munder, 1996).

Karena interaksi elektrostatis antara polimer ionik bermuatan berlawanan, kompleks polielektrolit (PEC) adalah kompleks asosiasi yang dihasilkan antara

polimer yang memiliki poliion dengan muatan berlawanan. Kompleks PEC dibuat melalui interaksi ionik polianion dan polikation. Interaksi lain yaitu interaksi yang terbentuk diantara gugus amino dan karboksil, seperti ikatan hidrogen dan kovalen yang dibentuk oleh kimia konjugasi. Membran Kompleks Polielektrolit (PEC) terdiri dari beberapa bagian penting berupa matriks dan zat aktif. Matriks yang berfungsi sebagai bahan pengikat zat aktif harus mempunyai ketahanan dan sifat mekanik yang baik (Zhang dkk., 2014). Salah satu biopolimer yang dapat digunakan sebagai matriks adalah pektin dan poliuretan.

Membran Kompleks polielektrolit (PEC) telah menjadi topik penelitian yang menarik dalam bidang pengembangan bahan polimer. Membran Kompleks Polielektrolit (PEC) dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pemurnian air dan pemisahan gas. PEC terdiri dari poliuretan yang merupakan polimer elastomerik dan polielektrolit yang memiliki muatan listrik. Poliuretan umumnya terbuat dari rantai polimer uretan yang terbentuk melalui reaksi antara isosianat dan polioliol. Pada saat yang sama, polielektrolit seperti pektin, adalah polimer yang memiliki gugus fungsional bermuatan.

Poliuretan dapat dibuat dengan mereaksikan bahan dasar polimer poliuretan dengan pelarut yang memiliki sifat kelarutan yang sama. Minyak biji *jarak* (*Ricinus Communis L.*), salah satu komponen dasar polimer poliuretan, digunakan. Zat dasar bereaksi dengan berbagai isosianat, toluena diisosianat (TDI) menjadi salah satunya. Bahan kimia yang disebut toluena diisosianat digunakan untuk membuat membran (pelapis). (Goddard & Cooper, 1995). Gugus fungsi uretan terbentuk dari reaksi antara gugus isosianat dengan gugus hidroksi (Rohaeti, 2005).

Pektin merupakan polimer anionik yang bersifat hidrofilik (mudah larut dalam air) dan hidrogel yang memiliki permeabilitas yang tinggi sehingga dapat memfasilitasi adsorpsi zat aktif. Menurut Penelitian Hasanah, dkk (2019), membran pektin telah berhasil digunakan sebagai matriks pada membran. Pektin mempunyai gugus karboksil sehingga dapat membentuk polisakarida asam (polianion) dan polisakarida basa (polikation). Namun, kendala utama penggunaan pektin karena kelarutan didalam air (Ayuni dkk., 2014). Namun, pektin ini juga mempunyai keunggulan dibandingkan dengan polimer alami lainnya yaitu kemampuannya dalam membentuk struktur membran, transparan dan homogen.

Selain matrik, komponen penting penyusun membran kompleks polielektrolit (PEC) adalah zat aktif berupa zat warna yang sensitif terhadap pH. Pigmen atau zat warna adalah zat yang mengubah warna cahaya tampak akibat proses absorpsi selektif terhadap panjang gelombang pada kisaran tertentu (Joewono, 2015). Salah satu dari zat aktif alam ialah antosianin. Antosianin adalah pigmen warna yang tersebar pada tanaman yang dapat diaplikasikan sebagai pewarna alami. Antosianin ialah senyawa organik golongan flavonoid yang dapat larut dalam pelarut polar, serta bertanggung jawab dalam memberikan warna oranye, merah, ungu, biru hingga hitam pada tumbuhan tingkat tinggi seperti bunga, buah-buahan, biji-bijian, sayur-sayuran, dan umbi-umbian.

Penggunaan antosianin memungkinkan menjadi salah satu zat aktif yang difungsikan untuk mendeteksi perubahan pH baik asam maupun basa. Keadaan ini akan memicu perubahan warna yang dapat disaksikan secara visual dan dapat dikuantifikasi menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis. Namun, tidak bisa dipungkiri bahwa masih ada zat aktif alami yang lain yang dapat menghasilkan warna dengan spesifisitas tertentu seperti klorofil, kurkumin dan pigmen angkak. Menurut penelitian Anting dkk., (2018), tentang bahan aktif alami seperti klorofil, kurkumin, antosianin dan pigmen angkak tipe atau variasi warna dari masing-masing bioaktif dapat memberikan respond yang berbeda dan biokatif memiliki selektivitas terhadap lingkungan pH tertentu.

Antosianin berperan memberikan warna yang berpotensi menjadi pewarna alami untuk pangan dan dapat dijadikan alternatif pengganti pewarna sintetis yang lebih aman (Harjanti, 2016). Antosianin mampu menampilkan warna yang berbeda pada rentang pH yang berbeda pula dan sangat cocok digunakan sebagai zat aktif untuk pengukuran secara optic (Safitri dkk., 2019).

Salah satu sumber antosianin yang juga merupakan salah satu kekayaan alam di Indonesia selain buah dan sayuran adalah beras (*Oryza sativa*). Saat ini telah dikenal beberapa jenis beras yang kaya akan antosianin, seperti beras merah, dan beras ketan hitam (Suhartatik dkk., 2013). Menurut Nailufar dkk (2012), melaporkan bahwa dalam beras ketan hitam terdapat zat warna antosianin yang dapat digunakan sebagai pewarna alami pada makanan.

Menurut Suhartatik dkk (2013), Antosianin dalam beras berwarna telah dikembangkan sebagai pigmen dalam minuman isotonik. Warna hitam kemerahan beras ketan hitam disebabkan oleh sel-sel pada kulit ari yang mengandung antosianin (Suasana dkk, 2016). Komponen antosianin utama yang terdapat pada beras ketan hitam adalah sianidin-3-glikosida dan peonidin-3-glikosida. Senyawa antosianin bentuk aglikon sebagai antosianidin. Kadar antosianin pada beras merah berkisar antara 0,33 – 1,39 mg/100 g, sedangkan kadar antosianin pada beras ketan hitam berkisar antara 109,52 – 256,61 mg/100 g (Setiawati dkk., 2013). Pemilihan antosianin dari beras ketan hitam ini dikarenakan mudah diperoleh serta relatif murah. Selain itu, berdasarkan perubahan warna antosianin ini memiliki potensi besar untuk diaplikasikan lebih lanjut dalam pengembangannya sebagai zat aktif (Setiawati dkk., 2013).

Selain antosianin, kurkumin dan klorofil juga bisa menjadi bahan aktif. Namun, antosianin menjadi bahan aktif terbaik dikarenakan dapat memberikan perubahan warna yang unik dan signifikan dibandingkan dengan klorofil dan kurkumin. Antosianin juga mampu menampilkan varian warna yang luas.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengembangkan dan mengkarakterisasi membran kompleks polielektrolit (PEC) berbasis matriks dari pektin dan uretan (PU) dengan dikombinasikan antosianin sebagai zat warna atau indikator dari beras ketan hitam. Beberapa parameter sintesis seperti rasio pektin dan uretan, dan kondisi reaksi akan divariasikan untuk mendapatkan membran atau lapisan dengan sifat yang optimal. Karakterisasi ini akan dilakukan diantaranya analisis morfologi dari permukaan membran menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy (SEM)*, uji ketahanan kimia dan uji kemampuan membran saat menyerap air (uji *swelling*).

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pembuatan membran Kompleks Polielektrolit (PEC) Uretan Pektin dengan kombinasi antosianin dari beras ketan hitam (*Oryza sativa.var. Glutinosa*).

2. Bagaimana karakterisasi membran Kompleks Polielektrolit (PEC) Uretan-Pektin dengan kombinasi antosianin dari beras ketan hitam (*Oryza sativa. var. Glutinosa*).

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian ini antara lain :

1. Untuk mengetahui pembuatan membran Kompleks Polielektrolit (PEC) Uretan-Pektin dengan kombinasi antosianin dari beras ketan hitam (*Oryza sativa. var. Glutinosa*).
2. Untuk mengetahui karakterisasi membran Kompleks Polielektrolit (PEC) Uretan-Pektin dengan kombinasi antosianin dari beras ketan hitam (*Oryza sativa. var. Glutinosa*).

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi tentang pembuatan membran Kompleks Polielektrolit (PEC) Uretan-Pektin dengan kombinasi antosianin dari beras ketan hitam (*Oryza sativa. var. Glutinosa*).
2. Memberikan informasi mengenai Karakterisasi membran Kompleks Polielektrolit (PEC) Uretan-Pektin dengan kombinasi antosianin dari beras ketan hitam (*Oryza sativa. var. Glutinosa*).

I.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Ekstrak antosianin yang digunakan berasal dari beras ketan hitam.
2. Matriks yang digunakan yaitu uretan dan pektin.
3. PU berasal dari minyak biji jarak komersial
4. Karakterisasi Membran PEC yang digunakan adalah uji *swelling*, uji ketahanan kimia dan *scanning Elektron Microscope* (SEM).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Membran

Membran merupakan suatu lapisan tipis antara dua fasa fluida yaitu fasa umpan (*feed*) dan fasa *permeat* yang bersifat sebagai penghalang (*barrier*) terhadap suatu spesi tertentu, yang dapat memisahkan zat dengan ukuran yang berbeda serta membatasi transpor dari berbagai spesi berdasarkan sifat fisik dan kimianya. Membran bersifat semipermeabel, berarti membran dapat menahan spesi-spesi tertentu yang lebih besar dari ukuran pori membran dan melewatkan spesi-spesi lain dengan ukuran lebih kecil. Sifat selektif dari membran ini dapat digunakan dalam proses pemisahan (Elma, 2017)

II.1.1 Sifat Membran

Berdasarkan hasil penelitian Marlina dkk., (2017), diketahui bahwa membran yang sempurna memiliki ciri-ciri atau sifat fisika yang elastis, transparan dan homogen.

II.1.2 Pembagian Membran

Membran dapat berada dalam berbagai kelompok tergantung pada jenis, morfologi, asal, kerapatan pori, sistem operasi, fungsi, dan bentuk (Marlina dkk., 2017).

A. Berdasarkan Jenis

Menurut jenisnya membran terbagi 2 yaitu :

a. Membran non komposit

Membran non komposit merupakan jenis media berpori yang terbuat dari polimer tunggal yang memiliki karakteristik yang tidak diinginkan, seperti tingkat selektivitas yang relative rendah.

b. Membran Komposit

Membran komposit adalah membran asimetris yang terdiri dari lapisan pendukung dengan berbagai jenis material dan lapisan berpori rapat. Membran ini dapat memberikan kinerja optimal dalam hal seleksi, permease laju, dan stabilitas jangka panjang.

B. Berdasarkan morfologi

Pengelompokan membran dilihat dari geometri pori (struktur), yaitu :

a. Membran simetrik

Membran ini mengandung pori dengan kisaran 10-200 μm . Membran ini memiliki struktur internal yang seragam diseluruh kompartmennya. Karena memungkinkannya lebih sering terjadinya *fouling* atau penyumbatan lainnya selama penggunaan, membran jenis ini tidak terlalu efektif.

b. Membran asimetrik

Membran ini terdapat yaitu lapisan, yang merupakan kulit tipis dan rapat dengan ketebalan 0,1 sampai 0,5 μm dan lapisan pendukung berpori besar dengan ketebalan 50 sampai 150 μm . Membran asimetrik menghasilkan selektivitas yang lebih tinggi yang disebabkan karena rapatnya lapisan permukaan membran dan mempunyai kecepatan perbesaran yang tinggi karena tipisnya membran.

C. Berdasarkan asal

Membran ini terdiri dari membran alami dan membran sintetis :

a. Membran alami

Membran alami adalah membran yang terdapat dalam sel makhluk hidup dan terbentuk dengan sendirinya.

b. Membran sintetis

Membran sintetis adalah membran yang dibuat dari material tertentu. Contohnya seperti poliamida, polisulfon, polikarbonat. Membran sintetis dibagi menjadi 2 yaitu membran organik (polimer) dan membran anorganik (keramik).

D. Berdasarkan kerapatan pori

Membran digolongkan tiga kelompok, yaitu :

a. Membran berpori

Terdapat berbagai macam jenis pori dalam membran. Pemanfaatan membran ini berdasarkan pada dimensi pori. Selektivitas ditentukan oleh hubungan antara ukuran partikel dan dimensi pori. Jenis membran ini biasanya digunakan untuk ultra dan mikrofiltrasi. Tergantung pada ukuran kerapatan pada pori, membran dibagi menjadi tiga yaitu :

- a. Makropori : membran ukuran pori $>50 \mu\text{m}$,
- b. Mesopori : membran ukuran pori antara 2 sampai $50 \mu\text{m}$,
- c. Mikropori : membran ukuran pori $<2 \text{ nm}$ (Mulder, 1996).

b. Membran non-pori

Saat memisahkan molekul dengan ukuran yang sama, baik dalam bentuk gas atau cairan, membran tidak berpori dapat digunakan. Membran tidak berpori terdiri dari lapisan tipis dengan pori-pori yang berukuran di bawah $0,001 \mu\text{m}$ dan memiliki kerapatan pori yang rendah. Spesies kecil yang tidak dapat dipisahkan oleh membran berpori dapat dipisahkan oleh membran ini. Untuk filtrasi dan penguapan gas, digunakan membran tidak berpori, seperti membran komposit atau asimetris (Mulder, 1996).

c. *Carrier* membran (membran pembawa)

Molekul pembawa unik yang memungkinkan terjadinya penguncian khusus menentukan mekanisme perpindahan massa dalam jenis membran ini, bukan membran itu sendiri atau bahan yang menyusun membran. Ada dua jenis: pembawa yang bergerak saat terdispersi dalam cairan atau yang tidak bergerak dalam matriks membran (Mulder, 1999).

E. Berdasarkan fungsi

Membran dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis :

a. Mikrofiltrasi

Berdasarkan ukuran partikel yang melewatinya. Membran mikrofiltrasi dapat dibedakan dengan membran *reverse* osmosis dan ultrafiltrasi. Garam-garam tidak dapat langsung dikeluarkan oleh membran. Membran mikrofiltrasi memiliki kisaran ukuran $0,1$ sampai 10 mikron (Mulder, 1996). Tahapan filtrasi dapat dilakukan pada tekanan yang relatif rendah yaitu di bawah 2 bar. Membran mikrofiltrasi dapat dibuat dari berbagai bahan material baik organik maupun anorganik. Membran anorganik sering digunakan karena stabil atau tahan pada suhu tinggi. Beberapa teknik digunakan untuk membuat membran yaitu *sintering*, *track atching*, *stretching*, dan *phase inversion* (Widayanti, 2013).

b. Ultrafiltrasi

Proses ultrafiltrasi berada di antara proses filtrasi nano dan mikro. Ukuran pori membran berkisar antara $0,1 \mu\text{m}$ sampai $0,1 \mu\text{m}$ (Mulder, 1996). Ultrafiltrasi

digunakan untuk memisahkan makromolekul dan koloid dari area sekitarnya. Ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi merupakan membran berpori dimana rejeksi zat terlarut sangat dipengaruhi pada ukuran dan berat zat terlarut relatif terhadap ukuran pori pada membran (Marlina dkk, 2017).

c. Nanofiltrasi (NF)

Nanofiltrasi adalah proses pemisahan jika ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi tidak dapat mengolah air seperti yang diharapkan. Nanofiltrasi yaitu pemisahan yang terjangkau secara ekonomis, tetapi nanofiltrasi belum bisa mengolah mineral terlarut, warna dan salinasi air. Akibatnya air hasil olahan (*permeat*) masih ada kemungkinan mengandung ion monovalen dan larutan dengan pencemar yang mengandung berat molekul rendah seperti alkohol. Pengolahan menggunakan nanofiltrasi membran pada umumnya menggunakan membran dengan ukuran pori 10-3-10-2 mikron (Marlina dkk, 2017).

d. *Reverse Osmosis*

Membran reverse osmosis digunakan untuk mengekstrak item dari larutan yang mengandung unsur organik yang lebih lemah seperti glukosa dan sukrosa atau konstituen organik atau anorganik yang kuat seperti garam dan sukrosa. Teknik ini membutuhkan membran yang lebih padat dengan gaya hidrodinamik yang lebih tinggi (pori-pori yang lebih kecil daripada porositas permukaan yang lebih besar). Ini berarti bahwa tekanan operasi membran osmosis harus cukup untuk menghasilkan aliran yang sebanding dengan yang dihasilkan oleh proses mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi. Membran osmotik di bagian belakang biasanya memiliki struktur asimetris dengan puncak datar yang sempit dan matriks pendukung dengan ketebalan mulai dari 50 hingga 150 m. Lapisan yang bergerak cepat di bagian atas menentukan resistensi. (Widayanti, 2013). Ukuran pori selama proses osmosis antara 10-4-10-3 mikron.

e. Dialisa

Dialisa adalah transfer molekul zat terlarut dari satu cairan ke cairan lainnya melalui membran, yang menyebabkan perubahan potensial kimiawi zat terlarut. Larutan koloid yang mengandung elektrolit dengan berat molekul kecil dipisahkan oleh membran dialisis. (Marlina dkk, 2017).

f. Elektrodialisis

Elektrodialisa adalah proses dialisa menggunakan bantuan dari gaya dorong potensial listrik. Elektrodialisa berlangsung lebih cepat bila dibandingkan dengan proses dialisa. Proses elektrodialisa sering digunakan pada desalinasi dari juice. Proses pemisahan dengan menggunakan membran terdiri dari mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, dan osmosa balik (Marlina dkk, 2017).

F. Berdasarkan Bentuk

Membran berdasarkan bentuknya dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu:

a. Membran datar

Membran datar mempunyai penampang lintang besar dan lebar. Pada saat operasi membran datar terbagi atas :

- a) Membran datar 1 lembar
- b) Membran datar bersusun, yang terdiri dari beberapa lembar atau tingkatan dengan menempatkan pemisahan antara membran yang berdekatan

b. Membran spiral

Membran spiral adalah membran datar bersusun yang digulung dengan pipa dan dibentuk spiral (Marlina dkk, 2017).

c. Membran tubular

Membran tubular adalah membran yang terbentuk pipa memanjang. Membran jenis ini terbagi atas tiga klasifikasi yaitu :

- a) Membran serat berongga ($d < 0,5$ mm)
- b) Membran kapiler ($0,5 > d < 5$ mm)
- c) Membran tubular ($d > 5$ mm) (Marlina dkk, 2017).

II.1.3 Metode Pembuatan Membran

Teknik yang banyak digunakan dalam pembuatan membran yaitu sebagai berikut (Mulder, 1996) :

a. Inversi Fasa

Metode ini dijelaskan oleh Loeb-Sourirajan sebagai cara penguapan pelarut setelah proses pencetakan yang dilakukan pada plat kaca. Proses cetak membran ini dilakukan pada ruang tertutup yang bebas dari kotoran seperti debu dan aliran udara. Faktor-faktor yang mempengaruhi pada proses ini adalah material polimer

dan pelarut, bahan aditif (*swelling agent*), temperatur inversi dan waktu curing (Mulder, 1996).

b. Ikatan silang

Salah satu teknik yang dapat digunakan dalam pembuatan membran rapat yaitu dengan membuat ikatan silang antara polimer dengan zat pengikat silang. Proses ini dapat dilakukan dengan mencampurkan polimer dan zat pengikat silang dalam pelarut yang sesuai dalam keadaan basah, atau dengan pemangangan (proseskering) menggunakan uap pengikat silang. Ikatan silang dapat juga di hasilkan dengan cara film yang didapatkan dengan cara inversi fasa dipaparkan dalam media radiasi (misalnya sinar UV) untuk membuat pusat pusat aktif, kemudian dicelupkandalam wadah yang berisi monomer yang akan ditempelkan, maka membran rapat bisa dihasilkan. Pada dasarnya proses ikatan silang adalah proses pembentukan ikatan kovalen yang mempunyai energi ikatan besar, sehingga sulit untuk diputus. Suatu ikatan silang mengikat tiap molekul yang akan menghasilkan struktur tiga dimensi (3D) yang mempunyai sifat tidak dapat larut dan kuat (Munder, 1996).

c. Polimerisasi Plasma

Proses dialisis Konsentrasi monomer dan tekanan tinggi dikelola dengan cermat untuk mencapai ketebalan yang rata, menghasilkan lapisan yang sangat tipis dengan ketebalan 50 nm. Lamanya proses polimerisasi, tekanan vakum, laju aliran gas, dan tekanan gas merupakan elemen penting dalam menentukan ketebalan membran. Struktur polimer yang dihasilkan biasanya sulit untuk dimanipulasi dan sering menghubungkan molekul zat terlarut ketika berpindah dari satu cairan ke cairan lainnya melalui membran, menyebabkan perubahan potensial kimia zat terlarut. Larutan koloid yang mengandung elektrolit dengan berat molekul kecil dipisahkan oleh membran dialisis (Munder, 1996).

d. Proses Pengeringan Beku (*Freeze Drying*)

Dalam proses pengeringan beku, membran yang telah didapatkan dengan proses inversi fasa dimasukkan kedalam cairan dingin heksana (60°C), dibekukan dengan cepat dalam garam dan es. Pelarut disublimasikan pada tekanan di bawah titik *triple* dengan menaikkan temperature dan tekanan dengan perlahan. Kondisi pada saat proses pengeringan beku berlangsung merupakan faktor yang penting untuk mendapatkan membran dengan fluks yang tinggi (Munder, 1996).

II.2 Membran Polielektrolit (PEC)

Selama dekade terakhir, penelitian ekstensif telah dilakukan pada pembuatan membran kompleks polielektrolit sebagai bahan pendukung (matriks). Kompleks Polielektrolit (PEC) merupakan kompleks asosiasi yang terbentuk antara polimer yang memiliki poliion dengan muatan berlawanan karena adanya interaksi elektrostatik antara polimer ionik yang bermuatan berlawanan tersebut. Interaksi ionik antara polianion (pektin) dan polikation (uretan) membentuk kompleks PEC. Interaksi lain yaitu interaksi yang terbentuk diantara gugus amino dan karboksil, seperti ikatan hidrogen dan kovalen yang dibentuk oleh kimia konjugasi. (Hermanto dkk., 2019). Perpaduan antara pektin dan uretan diharapkan mampu mengatasi sifat masing-masing polisakarida dan memperluas manfaatnya.

Gugus elektrolitik pada unit berulang polimer yang disebut polielektrolit adalah polielektrolit termasuk polikation dan polianion. Tingkat muatan biasanya memiliki dampak yang signifikan terhadap karakteristik fisik larutan polielektrolit. Kekuatan larutan ionik akan dipengaruhi oleh pelepasan ion lawan selama disosiasi polielektrolit. Kompleks biasanya terjadi ketika larutan dari dua polimer yang berpotensi antagonis (seperti larutan polikation dan polianion) digabungkan. Ini terjadi sebagai akibat dari gaya pengikatan antara polimer antagonis (Sagita dkk., 2010).

II.3 Pektin

Pektin adalah karbohidrat yang digunakan dalam pembuatan gel dan selai pada makanan. Pektin mempunyai sifat asam yang bervariasi. Menurut Ayuni dkk., (2016), pektin merupakan kompleks polisakarida yang terdiri dari asam D-galakturonat dan karboksil yang termetilasi sebagian. Asam galakturonat merupakan komponen utama penyusun pektin dan kandungannya sebesar 29,4% . Molekul pektin memiliki 3 yaitu homogalakturonan (HG), ramnogalakturonan I (RGI), dan ramnogalakturonan-II (RG-II). Pektin merupakan asam pektinat yang memiliki kandungan metil ester yang berbeda. Pektin berfungsi sebagai bahan perekat pada dinding tanaman. Secara umum, pektin diklasifikasikan menjadi tiga bagian yaitu asam pektinat (pektin), asam pektat dan protopektin. Propopektin terdapat pada jaringan tumbuhan yang masih muda. Jumlah kandungan asam pektat, asam pektinat dan protopektin tergantung pada tingkat kematangan buah.

(Sulaiman & Muzaifa, 2016).

Penggunaan asam dalam ekstraksi pektin adalah untuk menghidrolisis protopektin menjadi pektin yang larut dalam air ataupun membebaskan pektin dari ikatan dengan senyawa lain, misalnya selulosa. Protopektin menjadi pektin merupakan makromolekul yang berat molekulnya tinggi, terbentuk antara rantai molekul pektin satu sama lain atau dengan polimer lain. Protopektin tidak larut karena dalam bentuk garam kalsium-magnesium pektinat. Proses pelarutan protopektin menjadi pektin terjadi karena adanya penggantian ion kalsium dan magnesium oleh ion hidrogen ataupun karena putusya ikatan antara pektin dan selulosa. Semakin tinggi konsentrasi ion hidrogen (pH) makin rendah kemampuan menggantikan ion kalsium dan magnesium ataupun memutus ikatan dengan selulosa akan semakin tinggi pula dan pektin yang larut akan bertambah (Farida Hanum dkk., 2012).

Pektin secara luas berguna sebagai bahan tekstur dan pengental dalam makanan, mampu membungkus logam berat dan juga sebagai bahan tambahan produk susu terfermentasi. Pektin mempunyai aktivitas anti kanker dan senyawa bioaktif lainnya. Kondisi ekstraksi pektin berpengaruh terhadap karakteristik pektin dan sifat fisik pektin tergantung dari karakteristik kimia pektin. Suhu yang tinggi selama ekstraksi dapat meningkatkan rendemen pektin.

Selulosa dan karbohidrat merupakan bagian penyusun terbesar dari dinding sel yang melindungi sel tumbuhan. Sel tumbuhan tersebut memiliki pori-pori yang mampu menyerap makanan tetapi bersifat kuat dan keras. Fungsi dinding sel adalah sebagai pelindung sel agar tidak pecah dan pengikat lapisan bagian yang mengandung pektin. Senyawa utama yang dihasilkan oleh sel tumbuhan berbentuk polisakarida kompleks seperti pektin (Nurhayati, 2021).

II.3.1 Aplikasi Pektin

Pektin memiliki sifat mudah diuraikan oleh mikroba dan tidak merusak sistem kekebalan tubuh manusia. Keadaan ini telah menjadikan pektin digunakan sebagai bahan tambahan pada makanan. Secara luas pektin digunakan pada makanan, farmasi dan obat-obatan. Aplikasi pektin selain pada produk pangan juga digunakan dalam bidang industri yaitu sebagai *edible film*, produk untuk *edible coating*, adsorben zat warna dan membran atau matrik film. Dalam hal ini,

membran pektin adalah sebagai pembatas atau pemisah dua cairan. Membran berfungsi memisahkan suatu partikel berdasarkan ukuran dan bentuk molekul (Nurhayati, 2021).

II.4 Poliuretan

Poliuretan (PU) adalah bahan polimer yang mempunyai ciri khas adanya gugus fungsi uretan (-NHCOO-) dalam rantai utama polimer. Gugus fungsi uretan dihasilkan dari reaksi antara senyawa yang mengandung gugus hidroksil (-OH) yang biasa disebut polioliol dengan senyawa yang mengandung gugus *isocyanate* (-NCO-) (Sardjono dkk., 2008). Poliuretan memiliki potensi yang tinggi untuk terus berkembang karena banyak memiliki kelebihan baik sebagai bahan dasar ataupun sebagai produk akhir. Poliuretan juga memiliki kemampuan untuk melekatkan bahan yang basah, dimana kumpulan isosianat akan bertindak balas dengan permukaan yang mengandung kelembapan yang tinggi (Ali, 2010). Menurut Nicholson, (1997), menyatakan bahwa poliuretan merupakan polimer termoset yang terbentuk dari reaksi antara senyawa diisosianat dengan senyawa polifungsi yang mengandung sejumlah gugus hidroksi. Bahan dasar untuk membuat poliuretan merupakan polimer yang terdiri atas beberapa unit monomer dalam molekulnya, dikenal sebagai oligomer. Jenis oligomer yang dimaksud dapat berupa poliester polieter.

Secara prinsip, poliuretan dapat dibuat dengan cara mereaksikan dua bahan kimia reaktif yaitu senyawa yang mengandung gugus isosianat (-NCO) dengan senyawa yang mengandung gugus hidroksi (-OH), sehingga dapat membentuk ikatan uretan (-NHCOO-) (Nurman dkk., 2015). Kereaktifan diisosianat merupakan faktor penting dalam mensintesis poliuretan. Diisosianat pada atom karbon primer dapat bereaksi lebih cepat dibandingkan gugus diisosianat pada atom karbon sekunder dan atom karbon tersier. Diisosianat komersial yang biasa digunakan yaitu heksametilen-1,6-diisosianat (HMDI), difenilmetan-4,4- diisosianat (MDI), dan toluena diisosianat (TDI) (Rohaeti, 2005).

II.5 Minyak Biji Jarak

Minyak jarak mengandung trigliserida atau ester gliserol dan asam lemak bebas, dimana komponen utamanya adalah asam risinoleat sebesar 80-90%. Asam

lemak bebas ini mengandung dua gugus fungsi yaitu gugus hidroksil dan ikatan rangkap yang dapat digunakan sebagai sumber –OH sehingga asam lemak dari minyak biji jarak ini dapat diolah menjadi membran poliuretan (Agustania., 2022).

Minyak biji jarak (*Ricinus Communis L*) tidak larut dalam petroleum dan minyak mineral lainnya, namun larut sempurna dalam alkohol pada temperatur kamar dan pelarut polar lainnya. Minyak biji jarak mempunyai warna yang bervariasi tergantung pada cara mendapatkannya, biasanya berwarna kuning pucat, sangat kental dan mempunyai bau khas. Bila dipanaskan sekitar 300°C selama beberapa jam, maka minyak tersebut akan terpolimerisasi dan akan larut dalam minyak mineral serta dapat digunakan sebagai minyak pelumas (ASTM, 1976).

II.6 Beras Ketan Hitam (*Oryza sativa. var. Glutinosa*)

Beras merupakan komoditas pangan serealia yang digunakan sebagai bahan makanan pokok utama bagi sebagian besar penduduk Indonesia, utamanya beras putih dan sisanya beras berpigmen. Pigmen yang diproduksi beras disebabkan oleh senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya.

Beras ketan hitam merupakan salah satu tanaman yang potensial sebagai sumber energi, antioksidan, senyawa bioaktif, dan serat yang penting bagi kesehatan. Warna hitam kemerahan beras ketan hitam disebabkan oleh sel-sel pada kulit ari yang mengandung antosianin. Beberapa fungsi antosianin adalah sebagai antioksidan dalam tubuh, sebagai senyawa antiinflamasi, menghambat sel tumor, serta mampu mencegah obesitas dan diabetes.

Menurut Herbarium Medanense (2011) dalam sistematika tumbuhan, ketan hitam diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*
Kelas : *Monocotyledoneae*
Ordo : *Poales*
Famili : *Poaceae*
Genus : *Oryza*

Spesis : *Oryza sativa L. var glutinosa*



Gambar II.1 Beras ketan hitam

Sumber : dokumen pribadi

Kandungan pigmen atau zat warna pada beras ketan hitam disebabkan oleh adanya senyawa antosianin dan proantosianidin. Jenis kandungan antosianin dalam beras hitam adalah peonidin-3-glikosida dan sianidin-3-glikosida. Senyawa antosianin pada bentuk glikon diikat secara glikosidik sebagai gula dan pada bentuk aglikon sebagai antosianidin. Kandungan antosianin pada beras ketan hitam lebih tinggi dibandingkan pada beras merah. Kadar antosianin pada beras merah berkisar antara 0,33 – 1,39 mg/100 g, sedangkan kadar antosianin pada beras ketan hitam berkisar antara 109,52 – 256,61 mg/100 g (Setiawati dkk., 2013).

Senyawa antosianin yang terdapat dalam beras ketan hitam dapat mengalami kerusakan selama proses pemanasan. Penelitian yang dilakukan oleh Hiemori dkk., (2009) menunjukkan bahwa kadar antosianin beras selama pemasakan menurun dari 630 µg/g menjadi berkisar antara 130,67 – 221,50 µg/g. Suhu selama proses juga mempengaruhi seberapa besar penurunan antosianin dan aktivitas antioksidan produk. Suhu merupakan salah satu faktor yang menyebabkan ketidakstabilan antosianin.

II.7 Antosianin

Antosianin merupakan zat warna alami golongan flavonoid dengan tiga atom karbon yang diikat oleh sebuah atom oksigen untuk menghubungkan dua cincin aromatik *benzene* (C₆H₆) didalam struktur utamanya. Senyawa antosianin merupakan senyawa kation flavium, yang tergolong ke dalam turunan benzopiran. Stuktur utama turunan benzopiran ditandai dengan adanya dua cincin aromatik

benzena (C_6H_6) yang dihubungkan dengan tiga atom karbon dan satu atom O yang membentuk cincin (Saati dkk., 2016).

Antosianin adalah golongan senyawa organik yang dapat larut dalam pelarut polar, serta bertanggung jawab dalam memberikan warna oranye, merah, ungu, biru hingga hitam pada tumbuhan tingkat tinggi seperti bunga, buah-buahan, biji-bijian, sayur-sayuran, dan umbi-umbian. Berdasarkan kepolarnya pada pelarut universal, antosianin dalam tumbuhan berada dalam bentuk aglikon yang dikenal sebagai antosianidin dan antosianin dalam bentuk glikon sebagai gula yang diikat secara glikosidik membentuk ester dengan monosakarida (glukosa, galaktosa, ramnosa, dan pentosa). Bisa juga dikatakan adanya proses hidrolisis pada reaksi esterifikasi sebuah antosianidin (aglikon) dengan satu atau lebih glikon (gugus gula) dapat membentuk antosianin (Saati dkk., 2016).

Antosianin adalah senyawa yang bersifat amfoter, yaitu memiliki kemampuan untuk bereaksi baik dengan asam maupun dengan basa. Antosianin mampu menampilkan warna yang berbeda pada rentang pH yang luas, oleh karena itu, cocok digunakan sebagai zat aktif pH. Saat dalam media asam, antosianin berwarna merah seperti halnya saat dalam vakuola sel dan berubah menjadi ungu dan biru jika media bertambah basa. Perubahan warna karena perubahan kondisi lingkungan ini tergantung dari gugus yang terikat pada struktur dasar dari posisi ikatannya. Perubahan pH mengakibatkan perubahan warna antosianin (Saati dkk., 2016).

Hingga saat ini terdapat lebih dari 700 jenis antosianin yang diisolasi dari banyak jenis tanaman dan telah diidentifikasi, beberapa diantaranya yang berperan penting dalam bahan pangan ialah pelargonidin, sianidin, peonidin, delphinidin, petunidin, malvidin, dan glikosida-glikosida antosianidin. Salah satu jenis antosianin yang sudah umum digunakan dan kandungannya paling banyak dalam adalah turunan sianidin, dan peonidin.

Pigmen antosianin mempunyai absorbansi maksimal pada kisaran Panjang gelombang 480-528 nm, dan menurut Henry (1996), antosianin ditampakkan oleh panjang gelombang dari absorpsi maksimal spektrum pada 525 nm. Masing-masing jenis antosianin memiliki absorbansi maksimal pada panjang gelombang tertentu. Jenis pelargonidin berkisar antara 498-513 nm, sianidin pada 514-523 nm, delphinidin 534 nm dan malvidin 543 nm. Senyawa antosianin ditemukan dalam

ekstrak air tumbuhan, bahkan senyawa yang hanya larut sedikit dalam air ini, kepolarannya memadai untuk diekstraksi oleh metanol, etanol atau aseton, yang juga sering digunakan untuk ekstrak senyawa golongan flavonoid.

Flavonoid umumnya larut dalam air sehingga dapat diekstraksi dengan alkohol. Antosianin tergolong sebagai senyawa alami golongan benzopiron. Struktur utama benzopiron ditandai dengan adanya dua cincin aromatik benzena (C_6H_6) yang dihubungkan dengan tiga atom karbon yang membentuk cincin. Pada tumbuhan, antosianin terletak di bagian vakuola sel. Vakuola merupakan sitoplasmik yang menghasilkan air, akan tetapi dibatasi oleh membran yang identik dengan membran tanaman (Santoso & Estiasih, 2014).

Total antosianin yang terdapat pada buah-buahan sebagian besar tergantung pada beberapa faktor seperti spesies, varietas, kondisi tumbuh tanaman, sifat fisik tumbuhan dan buah, ukuran buah, letak buah pada tanaman, pemberian obat-obatan dan pupuk. Beberapa buah-buahan dan sayuran serta bunga memperlihatkan warna-warna yang menarik yang mereka miliki termasuk komponen warna yang bersifat larut dalam air dan terdapat dalam cairan sel tumbuhan.

Zat warna antosianin dapat digunakan sebagai pewarna alami pada berbagai macam makanan, obat-obatan berkualitas tinggi serta kemajuan teknologi. Antosianin bersifat tidak stabil dan mudah terdegradasi. Sifat dari antosianin yaitu polar dan akan mudah larut dalam pelarut yang bersifat polar (Nizori, 2020). Aplikasinya adalah untuk ekstraksi, pemurnian skala industri, pemurnian mikroba serta dalam hal bioteknologi karena sifat fisikokimia yang kompatibel dari antosianin tersebut. Salah satu zat aktif antosianin dari tumbuhan-tumbuhan seperti dari beras hitam, paprika, kulit bawang Merah (Ilhâm & Sumarni, 2020), mulberry, buah bit (Adam, 2017), rosella (Djaeni dkk., 2017), buah duwet atau buah *jambee kleng* (Sari dkk., 2009) dan ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) (Yudiono, 2011).

Keuntungan menggunakan pewarna alami antosianin, karena toksisitas yang rendah, persiapan mudah, dapat diperbarui dan bebas polusi. Antosianin memberikan potensi yang besar sebagai indikator pH karena perubahan warna yang terjadi secara signifikan pada pH berbeda (Zhang dkk., 2014).

II.7.1 Sifat antosianin dan faktor kestabilan antosianin

Antosianin memiliki sifat yang mudah terdegradasi dan tidak stabil. Secara umum, kestabilan antosianin dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, pH, dan oksigen.

- a. Suhu memiliki peranan penting terhadap kestabilan antosianin. Menurut Hayati dkk., (2012), pemberian suhu yang tinggi selama proses penyimpanan senyawa antosianin akan mempengaruhi degradasi antosianin menjadi tidak berwarna. Semakin tinggi suhu yang diberikan dapat menyebabkan hilangnya glikosil pada antosianin melalui ikatan glikosidik. Struktur aglikon yang diperoleh menjadi tidak stabil sehingga mengakibatkan hilangnya warna pada antosianin.
- b. Kondisi pH yang berbeda akan warna antosianin. Seperti pada pH 1 memiliki warna merah yang lebih stabil dibandingkan dengan pH 4,5 yang hampir tidak berwarna. Antosianin pada pH 7 diperoleh warna biru. Perubahan warna antosianin disebabkan penurunan tingkat keasaman. Kestabilan antosianin yang paling baik berada pada kondisi asam. Penurunan asam akan menyebabkan berubahnya struktur antosianin menjadi kalkon dan mengakibatkan warna antosianin menjadi hampir tidak berwarna (Nielsen dkk., 2003).
- c. Apabila antosianin terlarut dalam suatu larutan yang terdapat campuran oksigen maka antosianin akan teroksidasi secara perlahan. Hal ini menyebabkan perubahan struktur antosianin sehingga warna yang dihasilkan antosianin menjadi tidak berwarna (Warsiki dkk., 2013).



Gambar II.2 Struktur antosianin

Sumber : (Khoo dkk., 2021)

II.7.2 Teknik Isolasi dan Identifikasi Pigmen Antosianin

Ekstraksi merupakan suatu cara untuk memisahkan campuran beberapa zat menjadi komponen terpisah. Ekstraksi adalah proses pengeluaran sesuatu zat dari campuran bahan dengan jalan menambahkan bahan ekstraksi tepat pada waktunya. Hanya zat yang diekstrak yang dapat larut dalam bahan ekstraksi. Pemisahan yang diinginkan dapat terjadi karena adanya perbedaan dalam sifat yaitu dapat larutnya antara bahan-bahan campuran dari suatu campuran zat dalam bahan pelarut. Untuk mendapatkan senyawa pengeksrak yang baik, diperlukan bahan pengeksrak yang memiliki kepolaran yang sama dengan zat yang diekstrak. Senyawa bioaktif yang diekstrak tersebut akan larut dalam pelarut karena kesesuaian/kesamaan polaritas yang disebut *like dissolves like*.

II.8 Karakterisasi Membran

II.8.1 Uji Swelling

Uji *Swelling* digunakan untuk mengetahui berapa kapasitas membran untuk menyerap air atau menguji sifat hidrofilisitas. Uji ini dilakukan dengan cara membran hasil sintesis ditimbang dan didapatkan massa membran (W_d) kemudian membran direndam dalam akuades selama 24 jam dan ditimbang sampai diperoleh berat konstan didapatkan massa akhir membran (W_s) (Nababan, 2019).

$$\text{Uji Swelling} = \frac{\text{Berat akhir } (W_s) - \text{Berat awal } (W_d)}{\text{Berat awal } (W_d)} \times 100$$

II.8.2 Uji Ketahanan Bahan Kimia

Uji Ketahanan bahan kimia dilakukan bertujuan untuk mendapatkan membran yang paling tahan terhadap umpan dalam kondisi yang ekstrim seperti dalam keadaan asam, basa dan garam (Nurman dkk., 2015). Adapun rumus yang digunakan untuk mendapatkan persentase kehilangan berat dari membran setelah dilakukan uji ketahanan terhadap bahan kimia ialah sebagai berikut.

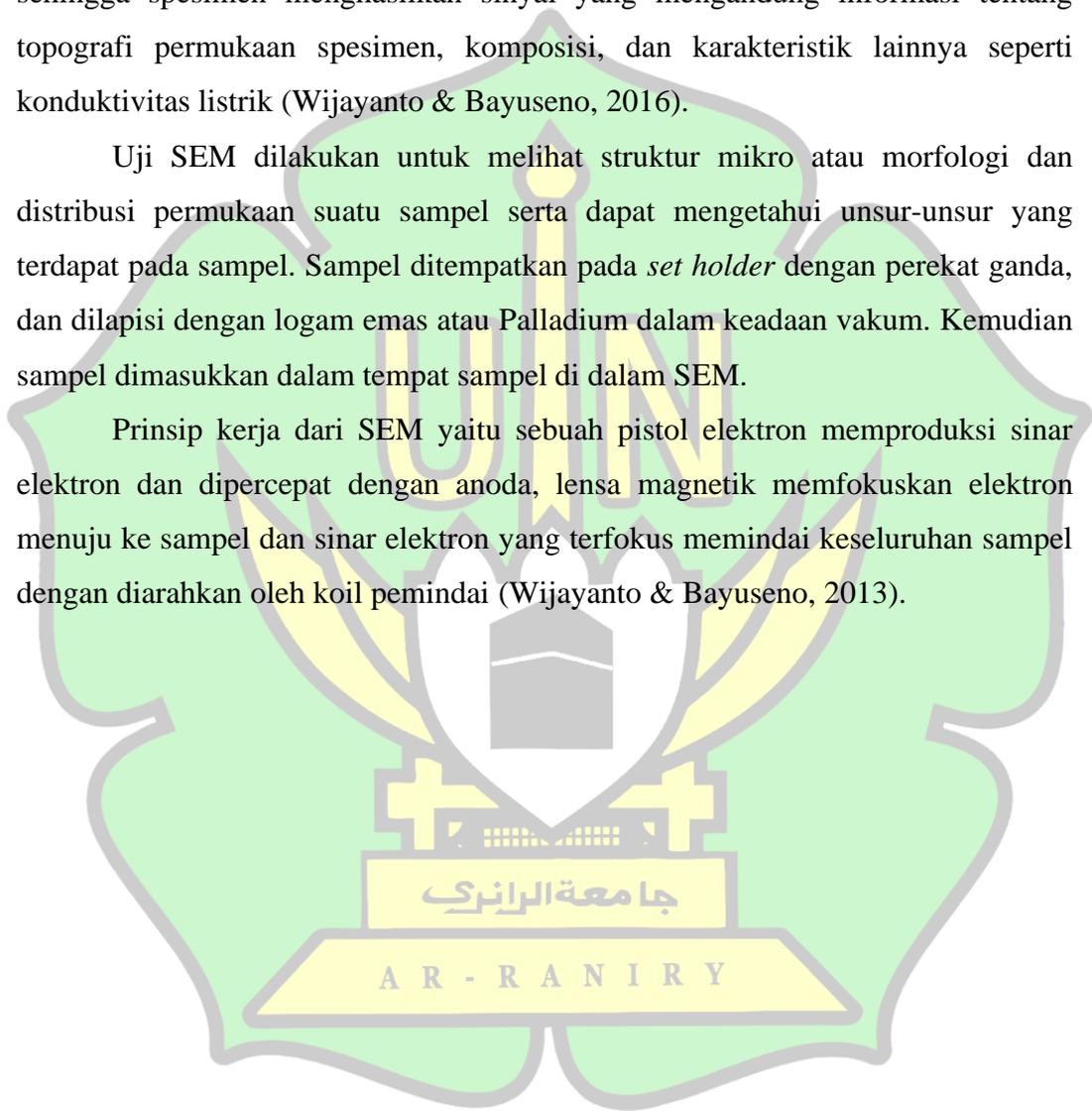
$$\% \text{ Kehilangan} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100$$

II.8.3 SEM (Scanning Elektron Microscopy)

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan jenis mikroskop elektron yang menggambar spesimen dengan memindainya menggunakan sinar elektron berenergi tinggi dalam scan pola raster. Elektron memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada cahaya. Cahaya hanya mampu mencapai 200 nm sedangkan elektron bisa mencapai resolusi sampai 0,1 – 0,2 nm. Elektron berinteraksi dengan atom-atom sehingga spesimen menghasilkan sinyal yang mengandung informasi tentang topografi permukaan spesimen, komposisi, dan karakteristik lainnya seperti konduktivitas listrik (Wijayanto & Bayuseno, 2016).

Uji SEM dilakukan untuk melihat struktur mikro atau morfologi dan distribusi permukaan suatu sampel serta dapat mengetahui unsur-unsur yang terdapat pada sampel. Sampel ditempatkan pada *set holder* dengan perekat ganda, dan dilapisi dengan logam emas atau Palladium dalam keadaan vakum. Kemudian sampel dimasukkan dalam tempat sampel di dalam SEM.

Prinsip kerja dari SEM yaitu sebuah pistol elektron memproduksi sinar elektron dan dipercepat dengan anoda, lensa magnetik memfokuskan elektron menuju ke sampel dan sinar elektron yang terfokus memindai keseluruhan sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai (Wijayanto & Bayuseno, 2013).



BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai dengan Juli 2023, dilaksanakan di Laboratorium Kimia Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

III.2 Alat dan Bahan

III.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis (*Perkin Elmer Lambda 950 UV-Vis-NIR*), SEM (JSM-6360), *rotary evaporator*, timbangan analitik, gelas kimia (pyrex), gelas ukur (pyrex), spatula, batang pengaduk, kaca arloji, magnetik stirrer, pH meter, aluminium foil dan plat kaca.

III.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah beras ketan hitam, metanol (CH_3OH), toluene diisosianat (TDI), pektin (komersial), minyak biji jarak (komersial), akuades (H_2O), asam asetat (CH_3COOH), Natrium hidroksida (NaOH) dan Kalium Iodida (KI).

III.3 Prosedur Kerja

III.3.1 Ekstraksi antosianin (Nurhayati, 2021).

Beras ketan hitam yang digunakan diperoleh dari daerah Lambaroe Aceh Besar. Sampel beras ketan hitam diayak dengan tujuan untuk memisahkan kotoran dengan beras ketan hitam. Ditimbang sebanyak 200 g lalu diekstraksi dengan menggunakan 1000 mL metanol 96% dengan cara maserasi selama 3 hari pada suhu kamar. Kemudian disaring sehingga diperoleh filtrat dan residu. Kemudian filtrat diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50°C hingga diperoleh ekstrak antosianin yang pekat. Ekstrak kemudian diukur pada panjang gelombang antosianin 400-700 nm.

III.3.2 Pembuatan membran Polielektrolit (PEC) dengan kombinasi ekstrak antosianin dari beras ketan hitam

Pembuatan matriks dengan cara melarutkan 1 g pektin dalam 100 mL akuades kemudian distirer hingga homogen. Uretan dilakukan berdasarkan penelitian Khairi, (2021), dengan mencampurkan 1,75 g minyak biji jarak dan TDI 0,85 gram kemudian dihotplate pada suhu 30°C selama 10 menit. Kedua matriks dicampurkan dan dihomogenkan kembali menggunakan *magnetic stirrer* dengan pemanasan. Diambil 10 mL larutan komposit yang homogen selanjutnya ditambah dengan larutan antosianin sebanyak 5 mL, dihomogen Kembali. Larutan (*Dope*) selanjutnya dicetak diatas plat kaca dan diratakan. Selanjutnya dibiarkan mengering pada suhu ruang. Kemudian dilakukan untuk uji karakterisasi.

III.4 Karakterisasi Membran PEC antosianin

III.4.1 Uji Swelling (Bokau, 2013)

Uji *Swelling* digunakan untuk mengetahui berapa kapasitas membran menyerap air. Uji ini dilakukan dengan cara membran PEC uretan/pektin hasil sintesis ditimbang, kemudian didapatkan massa membran (W_d) lalu membran direndam dalam akuades selama 24 jam, setelah direndam, ditimbang sampai diperoleh berat konstan didapatkan massa akhir membran (W_s)

$$\text{Uji Swelling} = \frac{\text{Berat akhir } (W_s) - \text{Berat awal } (W_d)}{\text{Berat awal } (W_d)} \times 100$$

III.4.2 Uji Scanning Elektron Microscopy (SEM)

Struktur morfologi dilihat dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)*, dilakukan di Laboratorium Pusat Survei Geologi Institut Teknologi Bandung (ITB).

III.4.3 Analisa Ketahanan Kimia (Nurman dkk., 2015).

Ketahanan kimia diuji dengan cara merendam membran pada beberapa bahan kimia. Sampel membran PEC dipotong dengan ukuran 2,3 x 4 cm. dikeringkan dalam oven pada suhu 55°C selama 2 jam, didinginkan dan ditimbang sebagai berat awal (W_{t0}). Dimasukkan pada masing-masing larutan (CH_3COOH 0,1 M, NaOH 0,1 M dan KI 0,1 N). Ditutup dan disimpan selama 24 jam. Setelah 24

jam sampel diambil, dicuci menggunakan akuades, dikeringkan dalam oven pada suhu 55°C selama 2 jam, didinginkan dan ditimbang.

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



BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Data Hasil Pengamatan

IV.1.1 Hasil Pembuatan Membran

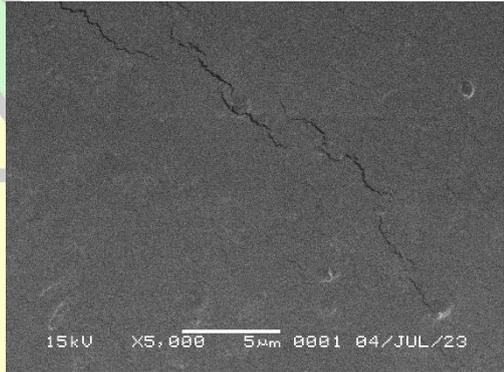
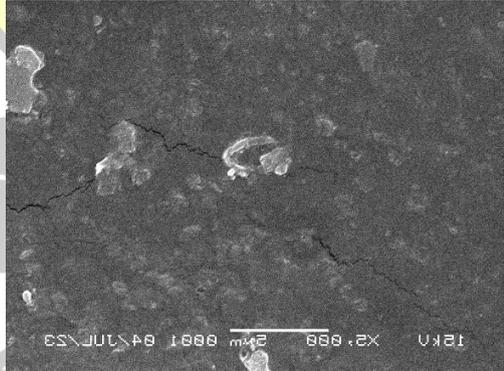
Tabel IV.1 Data hasil pembuatan membran kompleks polielektrolit

Membran	Komposisi			Hasil
	Pektin (g)	TDI (g)	Minyak biji jarak (g)	
Membran PEC tanpa antosianin	1	0,75	1,75	
Membran PEC + antosianin	1	0,75	1,75	

IV.1.2 Hasil Karakterisasi Membran

IV.1.2.1 Hasil Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Tabel IV.2 Data hasil uji *scanning elektron microscope* (SEM)

Membran	Kode Komposisi	Hasil
Membran PEC uretan-pektin	494- SEM 5000x	
Membran PEC uretan-pektin/antosianin	496- SEM 5000x	

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

IV.1.2.2 Hasil Uji Swelling Membran PEC pektin-uretan dan Membran PEC pektin-uretan/antosianin

Data hasil uji *swelling* pada membran kompleks polielektrolit (PEC) uretan-pektin dan membran PEC uretan-pektin/antosianin yang telah direndam menggunakan akuades, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel IV.3 Data hasil uji *swelling* pada membran kompleks polielektrolit (PEC)

Membran	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Derajat Swelling (%)
Membran PEC uretan-pektin	0,1296	0,4033	211,188
Membran PEC uretan-pektin/antosianin	0,1248	0,3297	164,182

IV.1.2.3 Hasil Uji Ketahanan Kimia

Data hasil uji ketahanan kimia pada membran kompleks polielektrolit (PEC) uretan-pektin dan membran kompleks polielektrolit (PEC) uretan-pektin/antosianin yang telah direndam menggunakan larutan asam, basa, dan garam dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel IV.4 Data hasil uji ketahanan kimia

No	Membran	Larutan	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Kehilangan berat (%)
1	Membran PEC uretan-pektin	CH ₃ COOH	0,1185	0,916	22,700
2	Membran PEC uretan-pektin	NaOH	0,1024	0,1113	-8,691
3	Membran PEC uretan-pektin	KI	0,1173	0,095	19,001
4	Membran PEC uretan-pektin/antosianin	CH ₃ COOH	0,1842	0,0789	57,166
5	Membran PEC uretan-pektin/antosianin	NaOH	0,1900	0,2229	-17,315
6	Membran PEC uretan-pektin/antosianin	KI	0,1356	0,1090	19,616

IV.2 Pembahasan

IV.2.1 Preparasi Sampel

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental yang diawali dengan preparasi sampel. Beras ketan hitam yang digunakan sebagai ekstrak antosianin diperoleh dari daerah Lambaroe Aceh Besar.

IV.2.2 Proses Pembuatan Ekstrak antosianin Beras Ketan Hitam

Ekstraksi beras ketan hitam dilakukan dengan metode ekstraksi maserasi. Metode ini merupakan salah satu metode yang paling sederhana dan cepat dan mampu menyaring zat aktif dari sampel secara maksimal. Keuntungan dari penggunaan metode maserasi tersebut yaitu tidak dilakukan dengan pemanasan sehingga dapat mencegah rusak atau hilangnya zat aktif yang ingin disaring (Sa'adah & Nurhasnawati, 2017).

Proses maserasi dilakukan selama 3 hari. Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metanol 96%. Tujuan digunakannya pelarut tersebut dikarenakan metanol merupakan pelarut yang bersifat polar dan dapat melarutkan antosianin dengan baik, tidak merusak struktur antosianin serta mudah diuapkan sehingga tidak meninggalkan residu pada sampel (Trinovani dkk, 2022). Kemudian hasil filtrat dipekatkan untuk menghilangkan pelarut yang masih ada menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50°C hingga didapatkan ekstrak antosianin beras ketan hitam yang pekat. Ekstrak yang dihasilkan sebanyak ±60 mL. Rendemen ekstrak yang dihasilkan 29,9455 %. Rendemen dikatakan baik jika nilainya lebih dari 10%. Oleh karena itu, rendemen ekstrak yang didapatkan dinyatakan baik karena hasil rendemen nya >10%. Menurut Senduk dkk, (2020), Semakin tinggi rendemen maka semakin tinggi kandungan zat yang tertarik pada suatu bahan baku. Hasil rendemen dari suatu sampel sangat diperlukan karena untuk mengetahui banyaknya ekstrak yang diperoleh selama proses ekstraksi (Tamrin, 2022).

Penggunaan suhu 50°C ini dikarenakan antosianin relatif tahan terhadap pemanasan sekitar suhu 50°C. Menurut Penelitian Suhartatik dkk (2013), degradasi antosianin terjadi karena adanya enzim polifenol oksidase. Enzim ini dapat diaktivasi dengan pemasangan sedang (<50°C). Hal inilah yang menjelaskan mengapa pemanasan pada suhu 50°C menunjukkan kadar antosianin yang lebih

banyak. Menurut Sadilova dkk, (2006), menyatakan bahwa kerusakan sebanyak 50% antosianin akan terjadi bila pemanasan pada suhu $>70^{\circ}\text{C}$. Dikarenakan semakin tinggi suhu pemanasan, semakin banyak pula antosianin yang rusak.



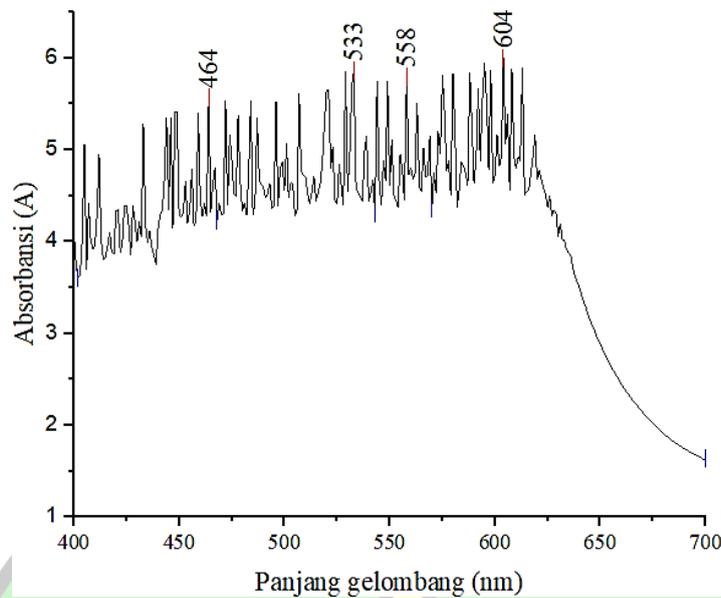
Gambar IV.1 Proses dipekatkan ekstrak beras ketan hitam

Sumber : Pribadi

Setelah dipekatkan, ekstrak antosianin kemudian di ukur panjang gelombang pada rentang antosianin 400-700 nm.

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y



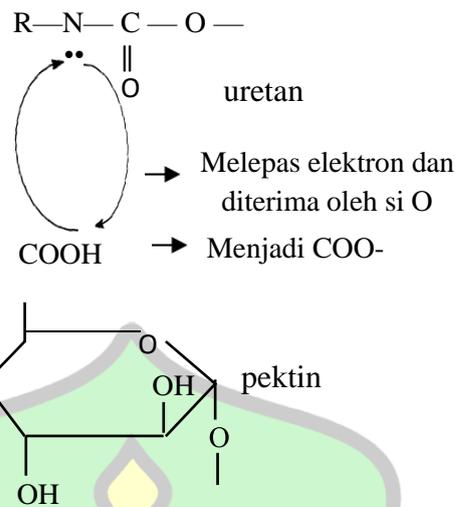
Gambar IV.2 Profil Panjang gelombang maksimum ekstrak antosianin beras ketan hitam

Berdasarkan dari hasil absorbansi beras ketan hitam didapat nilai absorbansi yang diperoleh dari spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk menentukan adanya antosianin didalam ekstrak tersebut berdasarkan dari panjang gelombang dan absorbansi.

Berdasarkan serapan pada daerah panjang gelombang 465-560 nm adalah serapan gugus aglikon yang merupakan antosianin jenis sianidin. Sehingga berdasarkan data spektrum yang diperoleh, maka digunakan panjang gelombang 558 nm dengan absorbansi 5,854392 sebagai panjang gelombang maksimum sianidin. Semakin tinggi nilai absorbansi maka semakin tinggi konsentrasi antosianin didalam ekstrak. Warna ekstrak antosianin yang diperoleh yaitu warna hitam kemerahan, hal ini sesuai dengan penelitian Suhartatik dkk (2013), mengesktrak antosianin dari beras ketan hitam menghasilkan warna gelap.

IV.2.3 Pembuatan membran Polielektrolit (PEC) uretan-pektin/antosianin dari beras ketan hitam

Pembuatan membran kompleks polielektrolit (PEC) menggunakan metode inversi fasa. Metode ini melibatkan melarutkan polimer didalam pelarut dan menuanginya kelapisan pendukung (Ernawati, 2014). Pada penelitian ini matriks yang digunakan dalam pembuatan membran kompleks polielektrolit (PEC) yaitu



Gambar IV.4 Reaksi Pembentukan kompleks polielektrolit (PEC) uretan-pektin

Uretan dan pektin membentuk kompleks polielektrolit karena pektin memiliki gugus karboksil sehingga membentuk polisakarida asam (polianion) sedangkan uretan memiliki gugus amina yang dalam kondisi asam uretan akan bermuatan positif sehingga akan membentuk polisakarida basa (polikation). Hal ini terjadi karena adanya ikatan ionik antara uretan dan pektin. Oleh sebab itu, interaksi ionik akan membentuk kompleks polielektrolit.

Selama proses sintesis antosianin dari beras ketan hitam dapat ditambahkan kedalam larutan campuran uretan dan pektin Antosianin akan terikat dengan polielektrolit. Sehingga membentuk membran kompleks polielektrolit (PEC) dengan tambahan komponen bioaktif. Reaksi antara kompleks polielektrolit dengan antosianin dapat menghasilkan pembentukan kompleks antara keduanya. Polielektrolit kompleks adalah senyawa yang terdiri dari gugus-gugus muatan positif dan negatif yang saling berinteraksi secara elektrostatis. Sedangkan antosianin adalah pigmen yang memberikan warna merah, biru, dan ungu pada berbagai tanaman. Interaksi antara polielektrolit kompleks dan antosianin dapat terjadi melalui berbagai mekanisme, termasuk pengikatan elektrostatis dan pembentukan ikatan hidrogen antara gugus-gugus muatan pada polielektrolit dengan gugus-gugus antosianin. Pembentukan kompleks ini dapat mempengaruhi sifat fisikokimia dari kedua senyawa tersebut.

Membran yang dihasilkan untuk membran PEC tanpa antosianin transparan dan sedikit elastis, sedangkan pada membran dengan penambahan komponen bioaktif antosianin menghasilkan membran berwarna ungu.

IV.2.4 Karakterisasi Membran Kompleks Polielektrolit (PEC)

IV.2.4.1 Uji Morfologi Membran PEC dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Struktur morfologi membran kompleks polielektrolit (PEC) uretan-pektin dan Kompleks Polielektrolit (PEC) uretan-pektin/antosianin ditentukan dengan menggunakan instrumen *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Morfologi membran PEC uretan-pektin tanpa antosianin dan mengandung antosianin sebagaimana yang terlihat pada **Tabel IV.2**.

Hasil *Scanning Electron Microscopy* pada membran PEC uretan-pektin tanpa antosianin dan membran PEC uretan-pektin/antosianin dapat dilihat pada **Tabel IV.2** Data hasil uji *scanning elektron microscopy* (SEM) dengan pembesaran 5000x, pada membran PEC uretan pektin tanpa antosianin menunjukkan morfologi rata. Sedangkan pada morfologi membran PEC pektin-uretan/antosianin menunjukkan tekstur yang berubah dari PEC pektin-uretan, seperti adanya bercak-bercak putih. Hal ini menandakan interaksi membran PEC pektin-uretan dengan antosianin. Interpretasi hasil pengamatan struktur permukaan membran PEC pektin-uretan dengan antosianin sesuai dengan penelitian Humairo., (2014), menyatakan adanya perubahan interpretasi permukaan membran bila membran tersebut ditambahkan dengan zat aktif.

IV.2.4.2 Hasil Uji *Swelling*

Fitriah dkk., (2012), menjelaskan bahwa pengujian *swelling* ini berfungsi untuk memprediksi jumlah zat serta ukuran zat yang bias terdifusi melalui material-material tertentu. Uji *swelling* dilakukan dengan merendam membran menggunakan akuades selama 24 jam. Hasil pengukuran untuk uji *swelling* dapat dilihat pada **Tabel IV.3**, pada tabel tersebut menunjukkan bahwa membran PEC uretan-pektin menunjukkan derajat *swelling* yang paling tinggi yaitu sebesar 211,188%. Sedangkan derajat *swelling* yang paling rendah yaitu pada membran PEC uretan-pektin/antosianin sebesar 164,182%

Berdasarkan hasil yang diperoleh membran kompleks polielektrolit dengan penambahan antosianin memiliki resistensi yang lebih besar. Daya serap air membran dipengaruhi adanya keseimbangan hidrofilik dan hidrofobik pada membran, sambung silang, derajat ionisasi dan interaksi dengan *counter* ion. Meningkatkan hidrofobisitas membran akibat dari terbentuknya kompleks polielektrolit dan diperkirakan akan memiliki resistensi daya tahan yang lebih besar untuk tidak larut dalam air. Ukuran pori berkaitan dengan ruang kosong diantara struktur membran tersebut. Ruang kosong dalam membran ini dapat menjebak larutan yang lebih banyak. Sifat menyerap air pada membran kompleks polielektrolit ini kemungkinan juga disebabkan karena masih adanya ion COO^- yang bersifat hidrofilik dalam membran. Membran yang tingkat hidrofobisitas nya tinggi yaitu membran PEC uretan pektin dengan penambahan antosianin. Berdasarkan hasil tersebut membran PEC dengan penambahan antosianin menghasilkan *swelling* yang lebih baik dan cocok apabila digunakan untuk pengaplikasian melalui proses perendaman dikarenakan membran tersebut tidak mudah larut dan membengkak.

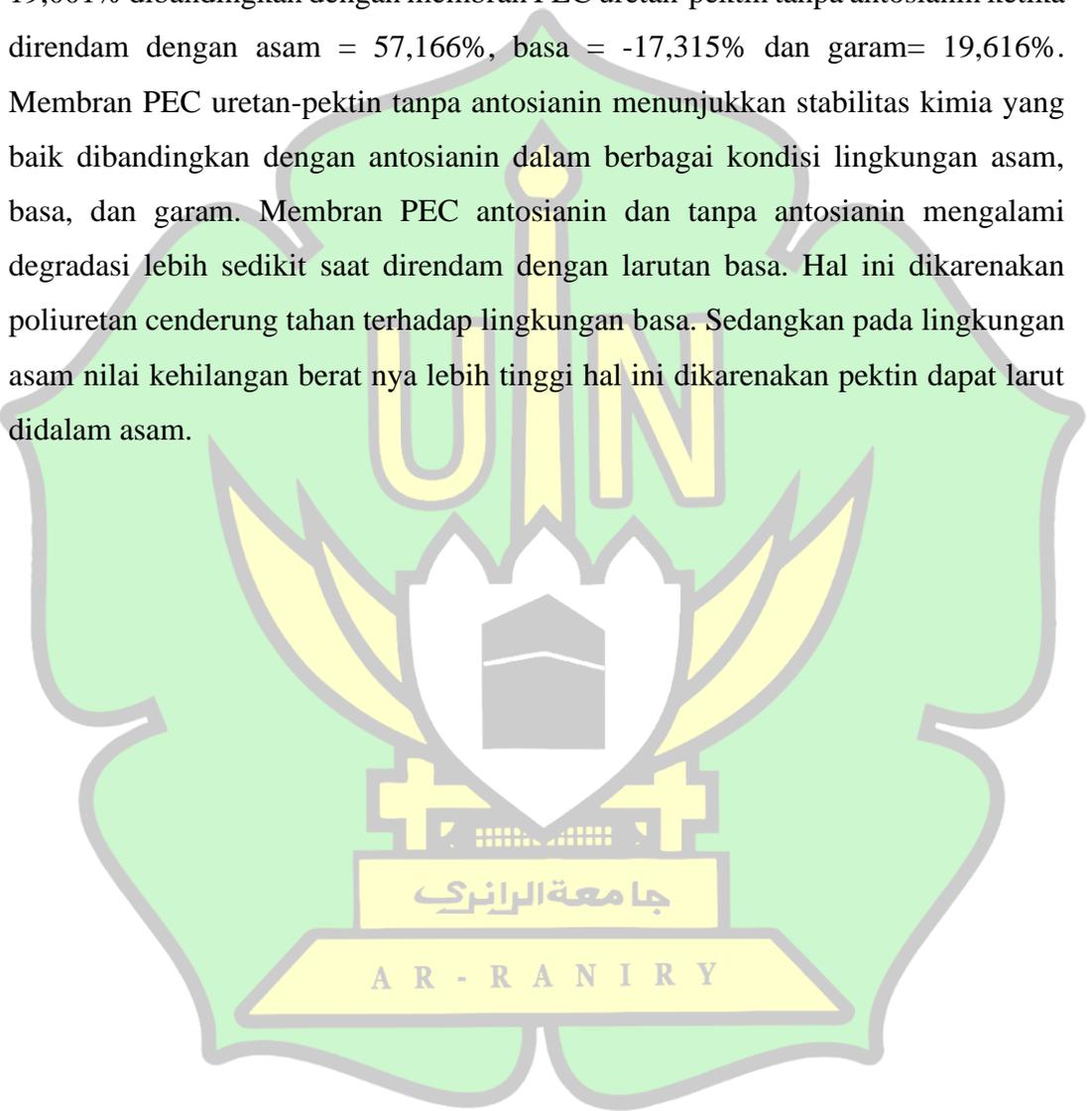
Menurut Wenten dkk, (2015), membran memiliki dua sifat permukaan yaitu hidrofobik dan hidrofilik. Membran dengan sifat yang hidrofobik pembasahan dengan air tidak terjadi (tidak terjadi penyerapan), Sedangkan membran yang bersifat hidrofilik, air akan membasahi membran (menyerap air). Semakin kecil nilai dari derajat *swelling* nya maka sifat hidrofobiknya semakin tinggi begitu juga sebaliknya. Tingginya hasil derajat *swelling* menunjukkan banyaknya interaksi antara molekul air yang mengakibatkan laju difusi dari air kedalam struktur rantai polimer lebih mudah (Kamulyan dkk., 2018).

IV.2.4.3 Hasil Uji Ketahanan Kimia

Uji ketahanan kimia bertujuan untuk melihat ketahanan membran terhadap umpan dengan kondisi yang ekstrim (asam, basa, dan garam). Uji ketahanan terhadap larutan asam, basa dan garam dilakukan untuk mengamati apakah membran PEC uretan-pektin/antosianin mengalami degradasi atau perubahan struktur saat terpapar pada lingkungan dengan pH yang rendah atau tinggi. Hasil penelitian yang ditunjukkan pada **Tabel IV.4**. Hasil uji menunjukkan bahwa membran menunjukkan ketahanan yang baik terhadap lingkungan asam,

basa dan garam didapat pada membran PEC uretan-pektin tanpa antosianin. Hal ini dikarenakan senyawa antosianin tidak kuat terhadap beberapa perubahan pH (Kusuma & Pranoto., 2018).

Dari data tersebut membran yang memiliki nilai kehilangan berat (%) yang paling banyak yaitu pada membran PEC uretan pektin dengan penambahan antosianin ketika direndam dengan asam = 22,700%, basa = -8,691 dan garam = 19,001% dibandingkan dengan membran PEC uretan-pektin tanpa antosianin ketika direndam dengan asam = 57,166%, basa = -17,315% dan garam= 19,616%. Membran PEC uretan-pektin tanpa antosianin menunjukkan stabilitas kimia yang baik dibandingkan dengan antosianin dalam berbagai kondisi lingkungan asam, basa, dan garam. Membran PEC antosianin dan tanpa antosianin mengalami degradasi lebih sedikit saat direndam dengan larutan basa. Hal ini dikarenakan poliuretan cenderung tahan terhadap lingkungan basa. Sedangkan pada lingkungan asam nilai kehilangan berat nya lebih tinggi hal ini dikarenakan pektin dapat larut didalam asam.



BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses pembuatan membran Kompleks Polielektrolit (PEC) berbasis uretan-pektin dengan penambahan antosianin sebagai zat aktif dari beras ketan hitam melalui telah berhasil dilakukan. Proses campuran uretan, pektin, dan antosianin yang tepat yaitu dengan 1 g pektin dan uretan (1,75 g minyak biji jarak dan 0,85 g TDI) serta antosianin dari beras ketan hitam.
2. Hasil dari Karakterisasi membran kompleks polielektrolit (PEC) melalui penggunaan SEM, dapat diamati dengan jelas. Struktur permukaan membran menunjukkan keberadaan antosianin dari beras ketan hitam yang memberikan warna bercak pada membran dan memberikan kontribusi pada karakteristik morfologi membran. Membran PEC uretan-pektin tanpa antosianin menunjukkan stabilitas kimia yang baik dibandingkan dengan antosianin dalam berbagai kondisi lingkungan asam, basa, dan garam. Membran PEC uretan-pektin tanpa antosianin mengalami degradasi lebih sedikit yaitu pada asam = 22,700%, basa = -8,691% dan garam = 19,001% dibandingkan dengan membran PEC uretan-pektin dengan antosianin. Hasil uji *swelling* menunjukkan bahwa membran PEC uretan-pektin/antosianin memiliki kemampuan penyerapan air yang lebih rendah yaitu 164,182% dibandingkan dengan membran PEC uretan-pektin tanpa antosianin yaitu 211,188%. Penambahan antosianin dari beras ketan hitam menurunkan kapasitas penyerapan air pada membran.

V.2 Saran

Penggunaan matriks uretan-pektin dan dikombinasikan dengan zat aktif antosianin dari beras ketan hitam sebagai bahan tambahan pada membran kompleks polielektrolit (PEC) memberikan sifat yang baik, sehingga menarik untuk diteliti lebih lanjut dalam pengembangan aplikasi praktisnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. (2010). Alternatif Penggunaan Minyak Sawit Untuk Bahan baku Pembuatan Polimer Uretan. *Jurnal Polimesin*. 8(1).
- Azzahra, A. (2022). Pengaruh Nilai Fluks Dan Rejeksi Terhadap membran kitosan yang dimodifikasi Dengan Polietilen
- Ayuni, N, P, S., Siswanta, D & Suratman, A. (2014). Sintesis dan Karakterisasi Membran Kompleks Polielektrolit (PEC) Kitosan-Pektin. *Jurnal Wahana Matematika dan Sains*. 8(1).
- Annual Book of ASTM Standarts*. (1976). D-368. Washington, D. C., USA
- Adam, D. H. (2017). Pengaruh Penambahan Asam Terhadap Total Antosianin Dari Buah Bit (*Beta Vulgaris*). *Jurnal Eduscience*, 4(2), 8–11. <https://jurnal.ulb.ac.id/index.php/eduscience/article/view/931>
- Ayuni, N. P. S., Suryaputra, I. G. N. A., & Dewi, N. M. N. (2016). Sintesis Membran Kitosan-Pektin Tertaut Silang Polivinil Alkohol (Pva) dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Zat Warna Azo Jenis Remazol Black B (RBB). *FMIPA Undiksha*, 317–323.
- Djaeni, M., Ariani, N., Hidayat, R., & Utari, F. D. (2017). Ekstraksi Antosianin dari Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*) Berbantu Ultrasonik: Tinjauan Aktivitas Antioksidan *Ultrasonic Aided Anthocyanin Extraction of Hibiscus sabdariffa L. Flower Petal: Antioxidant Activity*. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(3), 71. <https://doi.org/10.17728/jatp.236>
- Elma, M. (2017). *Proses Pemisahan Menggunakan Teknologi Membran*. Lampung Mangkurat University Press. Banjarmasin
- Ernawati, E. (2014). Pembuatan Membran Selulosa Asetat Termodifikasi Zeolit Alam Lampung Untuk Pemisahan Etanol-Air Secara Pervaporasi. *Chemica et Natura Acta*. 2(1) : 101-104.
- Farida, H., Irza, M, D, K & Martha, A, T. (2012). Ekstrkasi Pektin dari Kulit Buah Pisang Raja (*Musa sapientum*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 1(2), 21–26. <https://doi.org/10.32734/jtk.v1i2.1413>
- Fitriah, H, Mahatmanti, F. W., & Wahyuni, S. (2012). Abstrak Abstra Ct. Pengaruh Konsentrasi pada Pembuatan Membran Kitosan Terhadap Selektivitas Ion

- Zn (li) dan Fe (li), 1(2), 1110-1115.
- Goddard, R. J. & Cooper, S, L. (1995). *Polyurethane Cationomers with Pendant Trimethylammonium Groups. Fourier Transform Infrared Temperature Studies, Macromolecules*, 28 : 1390-1400.
- Husni, D, A, P., Rahim, E, A. & R. (2018). Pembuatan Membran Selulosa Asetat Dari Selulosa Pelepah Pohon Pisang. *Kovalen*, 4(1), 41–52.
- Hermanto, D., Mudasir, M., Siswanta, D., & Kuswandi, B. (2019). *Synthesis of Alginate-Chitosan Polyelectrolyte Complex (PEC) Membrane and Its Physical-Mechanical Properties. Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 22(1), 11–16. <https://doi.org/10.14710/jksa.22.1.11-16>.
- Humairo, F, Y. (2015). *Preparasi dan Karakterisasi Membran Serat Berongga PVDF/PEG400-TiO₂ Untuk Pemisahan Limbah Sintetik Air-Minyak. Chemistry Of Departement*
- Hiemori, M., E., Koh & Mitchell, A, E. (2009). *Influence of Cooking on Anthocyanins in Black Rice . J.Agric Food. Chem.*, 57(5), 1908-1914.
- Izzaty, R, E., Astuti, B., & Cholimah, N. (1967). Pembuatan dan Karakterisasi Membran Paduan Kitosan-Polietilenglikol6000. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951-952
- Joewono, K. (2015). Perancangan Media Komunikasi Visual Sebagai Sarana Promosi Sinar Surya Pelangi. *Jurnal Desain Komunikasi Visual*.
- Khairi, M. (2021). Pembuatan dan Karakterisasi Membran Poliuretan (PU) Dari Minyak Biji Jarak (*Ricinus Communis L*) Dengan Kombinasi Silika (SiO₂). *Skripsi. Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh*
- Kusuma, H. S., & Pranoto, Y. (2018). Development of Pectin-Urethane Membrane for Food Packaging Application. *A Journal of Physics: Conference Series*, 1025(1), 012012.
- Kamulyan, B., Hasanah, U., & Matulesi, F.(2018). Kajian Campuran Pelarut Akuades-Aseton Pada Membran Selulosa Propianat. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*. 3(2)
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). *Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. Food and Nutrition Research*, 61(1). <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>.

- Marlina, S., Mustanir, M., Saleha, S., Fathurrahmi, F., Murniana, M., & Khairan, K. (2017). Sintesis Membran Poliuretan Berbasis Bahan Alam. *Sintesis Membran Poliuretan Berbasis Bahan Alam*, February 2022. <https://doi.org/10.52574/syiahkualauniversitypress.354>
- Munder, M. (1996). *Basic Principles Of Membranes Technology Second Edition*. Dordrecht : *Kluwer Academic Publisher*.
- Nurman, S., Marlina., Saiful & Saleha, S. (2015). Sintesis dan Karakterisasi Membran Poliuretan dari Minyak biji karet dan Heksametilen -1,6-diisosiyanat. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 10(4) : 188-195.
- Nurman, S., Marlina & Saiful. (2016). Membran Poliuretan Dari Minyak Biji Karet (*Rubber Seed Oil*) Dengan Heksametilen-1,6-Diisosiyanat : Sintesis, *Jurnal Natural*, 16(1), 33-36
- Nurhayati. (2021). Pembuatan Biosensor Optik Urea Berbasis pektin/kitosan dan Ekstrak Metanol dari Bunga Tapak dara (*Chatarantus roseus*). *THESIS*. Syiah Kuala.
- Nizori, A. (2020). Karakteristik Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) Dengan Penambahan Berbagai Konsentrasi Asam Sitrat Sebagai Pewarna Alami Makanan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2), 228–233. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.2.228>
- Rohaeti, E. (2005). Kajian Tentang Sintesis Poliuretan dan Karakterisasinya. *Prosiding Semnas Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA*, March, 1–9.
- Safitri, E., Afifah, N., Khairi., Lelifajri., Nazaruddin., Susilawati., Sani ND. (2019). *Ruellia tuberosa L Anthocyanin extract as a pH sensitive substance*. *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*
- Sulaiman, I & Muzaifa, M. (2016). *Potensi Limbah Kopi Sebagai Bahan Baku Pektin*. Syiah Kuala University Press
- Sagita, E., Anwar, E., Surini, S. (2010). Pembuatan Matriks dari Kompleks Polielektrolit Kitosan Pektin Untuk Sediaan Tablet Mengapung. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 7(3).
- Saati, A, E., Asiyah, R & Ariesandy, M. (2016). Pigmen Antosianin : Identifikasi dan Manfaatnya Bagi Industri Makanan dan Farmasi. Universitas

Muhammadiyah : Malang.

- Sari, P., Wijaya, C. H., Sajuthi, D., Supratman, U., & I. (2009). *Identification of Anthocyanins in Jambolan Fruit (Syzygium cumini) by High Performance Liquid Chromatography - Diode Array Detection*. *J. Teknolol. Dan Industri Pangan*, 20(2), 102–108.
- Suryanti, V., & Pranoto, Y. (2019). *The Effect of Antocyanin Concentration on the Properties of Pectin-Urethane Membrane for Food Packaging Application*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1282(1), 012013.
- Sardjono, K., Cahyono, A., Jakarta, U. M., Mesin, J. T., & Konvensional, G. S. (2008). *Analisis Karakteristik Material Gear Sprocket Dengan atau tanpa Lapisan Polyurethane pada Sepeda Motor*. 17–27.
- Sadilova, E., Stintzing, F, C & Carle, R. (2006). *Thermal Degradation Of Acylated and Nonacylated Anthocyanins*. *Journal Of Food Science*. 71:C504-C512.
- Santoso, W. E. A., & Estiasih, T. (2014). *Kopigmentasi Ubi Jalar Ungu dengan Kopigmen Na-Kasienat dan Protein Whey serta Stabilitasnya Terhadap Pemanasan*. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(4), 121–127.
- Sa'adah, H., & Nurhasnawati, H. (2017). *Perbandingan Pelarut Etanol dan air pada Pembuatan Ekstrak Umbi Bawang Tiwai (Eleutherine americana Merr) Menggunakan Metode Maserasi*. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 1(2), 149.
- Suhartatik, N., Karyantina, M., Mustofa, A., & Cahyanto, M, N. (2013). *Stabilitas Ekstrak Antosianin Beras Ketan Hitam (Oryza sativa var. Glutinosa) Selama Proses Pemanasan dan Penyimpanan*. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 33(4): 384-390.
- Suhartatik, N., Cahyanto, M, N., Raharjo, S & Endang, S, R. (2018). *Aktivitas Antioksidan Antosianin Beras Ketan Hitam Selama Fermentasi*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 24(1).
- Suasana, D., Ayu, W, D & Ibrahim, A. (2016). *Aktivitas Ekstrak Etanol Beras Ketan Hitam (Oryza sativa L. Var Glutinosa) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Mencit (Mus Musculus)*. *Prosiding Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia*.
- Setiawati, H., Marsono, Y & Sutedja, A, M. (2013). *Kadar Antosianin dan Aktivitas Antioksidan Flake Beras Merah dan Beras Ketan Hitam dengan Variasi*

- Suhu Perebusan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. 12(1) : 29-38.
- Senduk, T, W., Lita A, D, Y., Montolalu., Dotulong, V. (2020). Rendemen Ekstrak Air Rebusan Daun Tua Mangrove *Sonneratia alba*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*.
- Tamrin, M. (2022). Studi Literatur Penetapan Rendemen Ekstrak Etanol Tumbuhan Suku Menggunakan Metode Maserasi. *Karya Tulis Ilmiah*
- Trinovani, E., Kusmiyati, M., Sudaryat, Y & Rhamadianto, M, I. (2022). Penetapan Kadar Antosianin Total dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air, Metanol, Etanol 70% dari Tape Ketan Hitam. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*. 7(4).
- Warsiki, Endang, Nofrida, Rini, I. Y. (2013). *Measurement in Occupational Therapy with Special Reference to Crippled Children*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*.
- Wenten, I, G., Himma, N. F., Anisah, S., & Prasetya, N. (2015). *Membran Superhidrofobik Pembuatan, Karakterisasi dan Aplikasi*. Bandung:ITB.
- Windayanti, N. (2013). Karakteristik Membran Selulosa Asetat dengan Variasi Komposisi Pelarut Aseton dan Asam Format. Jember : Jurusan Kimia Universitas Jember.
- Zhang, X., Lu, S., & Chen, X. (2014). *A visual pH sensing film using natural dyes from Bauhinia blakeana Dunn*. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 198, 268–273. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2014.02.094>

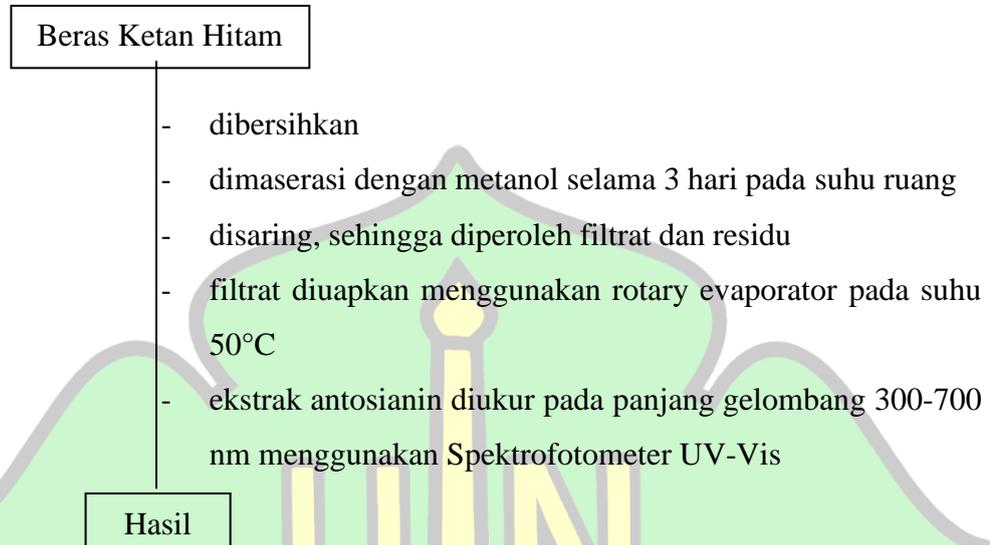
جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y

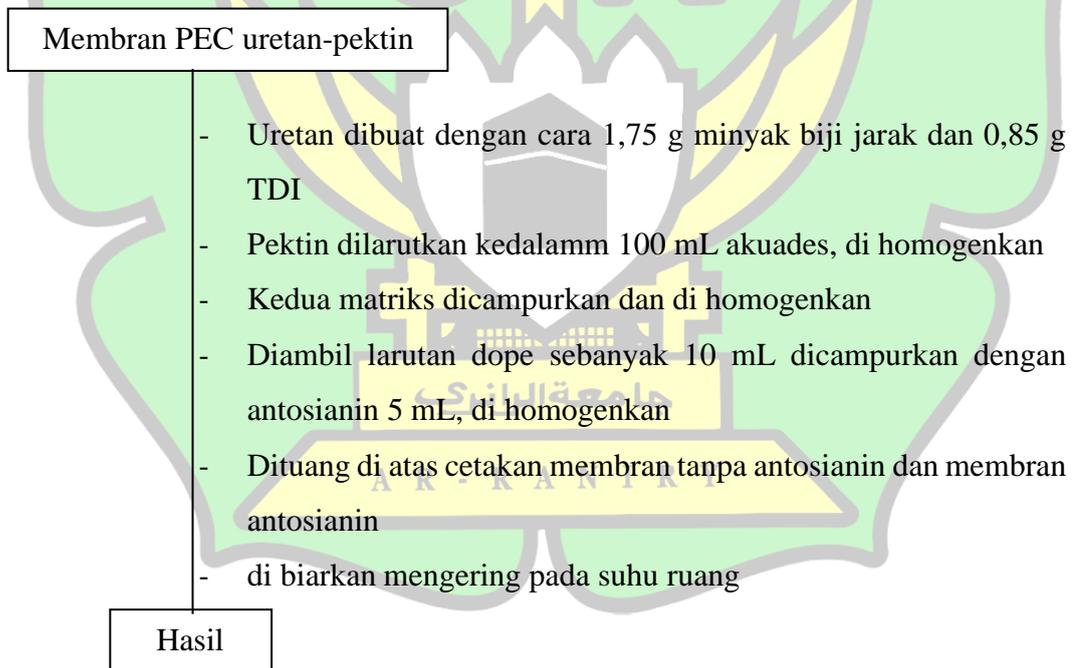
LAMPIRAN

Lampiran 1 Diagram Alir

1.1 Ekstraksi Antosianin dari Beras Ketan Hitam

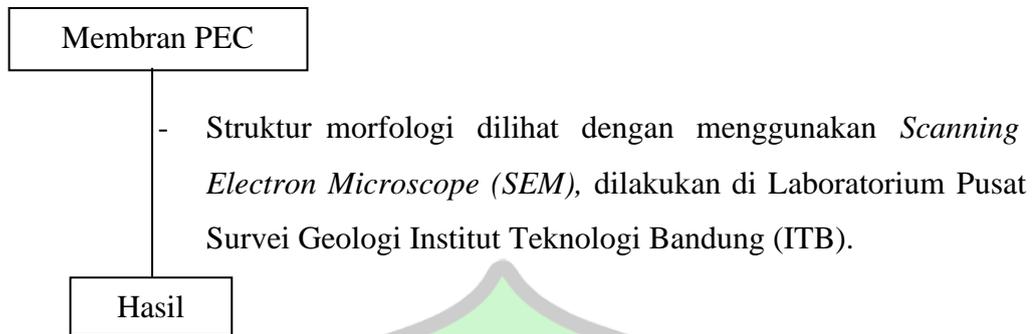


1.2 Pembuatan Membran Kompleks Polielektrolit (PEC) Uretan-Pektin

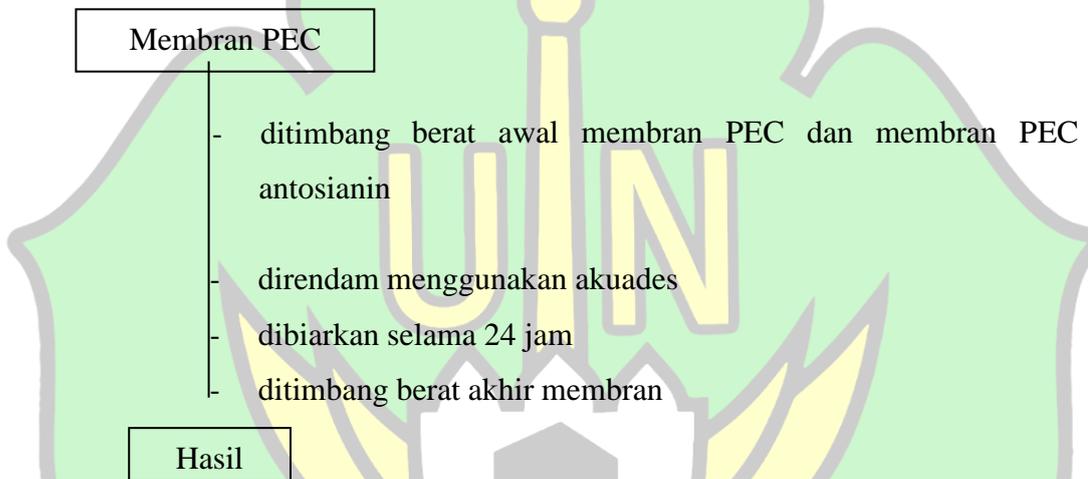


1.3 Karakterisasi Membran

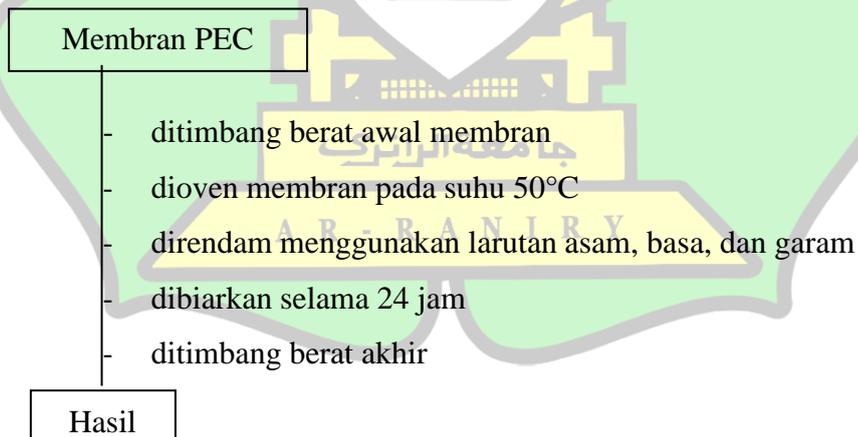
1.3.1 Uji SEM



1.3.2 Uji Swelling



1.3.3 Uji Ketahanan Kimia



Lampiran 2 Foto dan dokumen penelitian

1.1 Proses Ekstraksi antosianin dari Beras Ketan Hitam



Gambar 1 Beras Ketan Hitam



Gambar 2 Hasil Perendaman



Gambar 3 Proses evaporator



Gambar 4 Ekstrak Beras Ketan Hitam

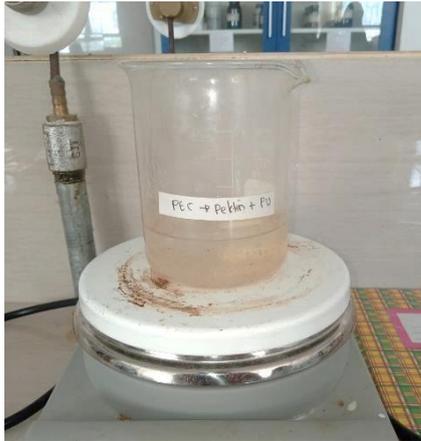
1.2 Proses Pembuatan matriks dan Membran



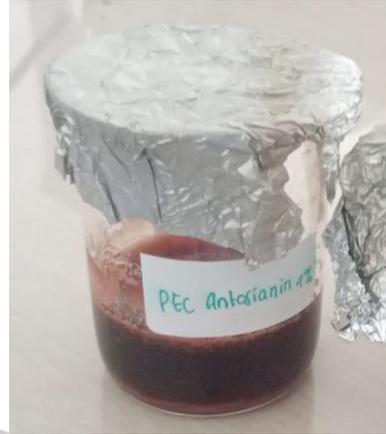
Gambar 5 Pembuatan pektin



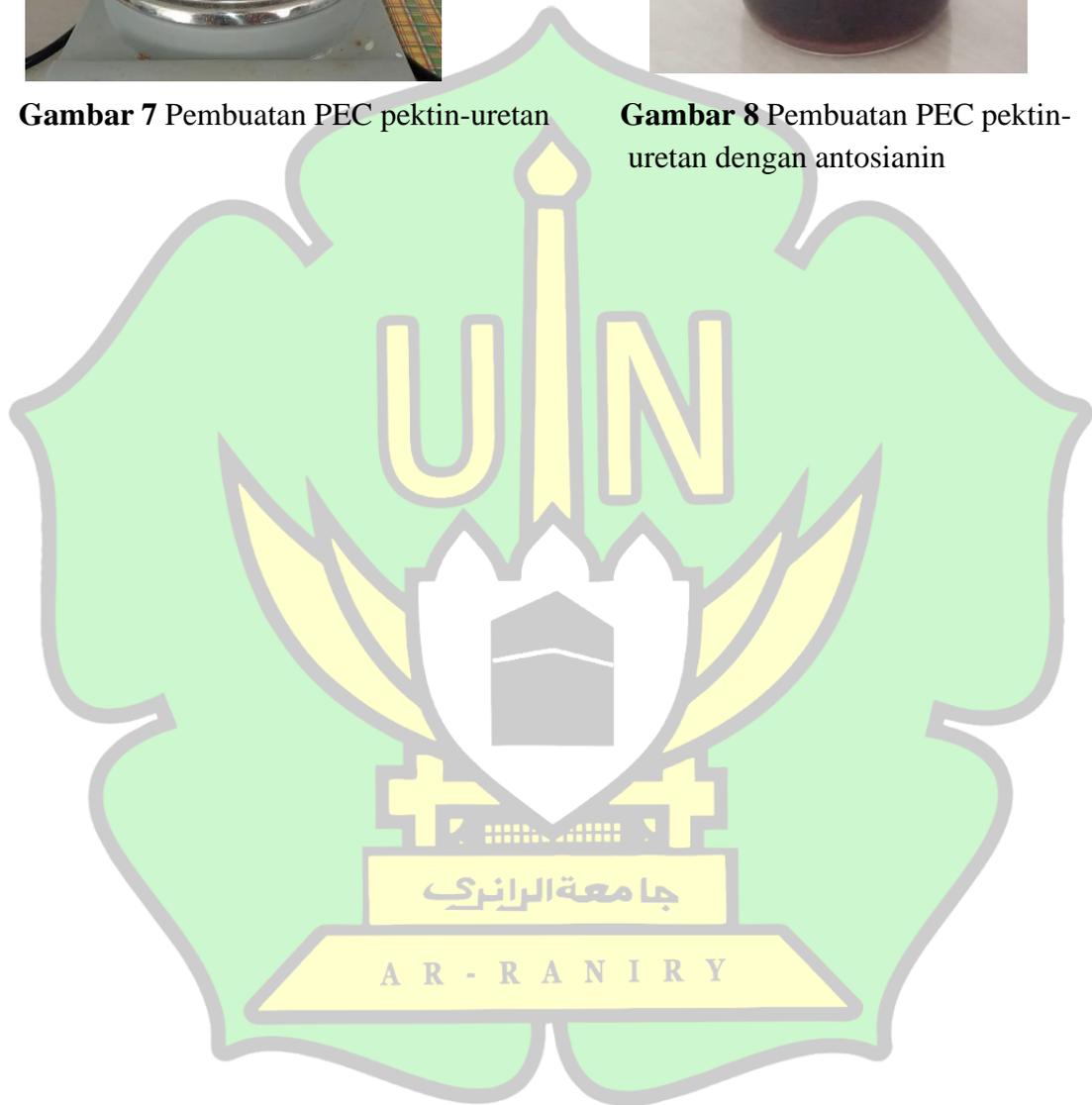
Gambar 6 Pembuatan PU



Gambar 7 Pembuatan PEC pektin-uretan



Gambar 8 Pembuatan PEC pektin-uretan dengan antosianin



Lampiran 3 Perhitungan

1.1 Total % rendemen ekstrak beras ketan hitam

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100$$

Diketahui :

$$\text{Berat sampel} = 200 \text{ g}$$

$$\text{Berat ekstrak} = 59,891 \text{ g}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \% \text{ Rendemen} &= \frac{\text{Berat ekstrak}}{\text{Berat sampel}} \times 100 \\ &= \frac{59,891}{200} \times 100 \\ &= 29,9455 \% \end{aligned}$$

1.2 Uji Swelling

1.2.1 Hasil uji *swelling* membran PEC uretan-pektin

$$\begin{aligned} \text{Swelling (\%)} &= \frac{\text{Berat akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\ &= \frac{0,4033 - 0,1296}{0,1296} \times 100 \\ &= \frac{0,2737}{0,1296} \times 100 \\ &= 2,11188 \times 100 \\ &= 211,188\% \end{aligned}$$

1.2.2 Hasil uji *swelling* membran PEC uretan-pektin/antosianin

$$\begin{aligned} \text{Swelling} &= \frac{\text{Berat akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\ &= \frac{0,3297 - 0,1248}{0,1248} \times 100 \\ &= \frac{0,2049}{0,1248} \times 100 \\ &= 1,64182 \times 100 \\ &= 164,182\% \end{aligned}$$

1.3 Uji Ketahanan Kimia

1.3.1 Membran PEC uretan-pektin

$$\text{CH}_3\text{COOH} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,1185 - 0,0916}{0,1185} \times 100 \\
 &= \frac{0,0269}{0,1185} \times 100 \\
 &= 0,227 \times 100 \\
 &= 22,700\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{NaOH} &= \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\
 &= \frac{0,1024 - 0,1113}{0,1024} \times 100 \\
 &= \frac{-0,0089}{0,1024} \times 100 \\
 &= -0,008 \times 100 \\
 &= -8,691\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KI} &= \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\
 &= \frac{0,1173 - 0,095}{0,1173} \times 100 \\
 &= \frac{0,0223}{0,1173} \times 100 \\
 &= 0,190 \times 100 \\
 &= 19,011\%
 \end{aligned}$$

1.3.2 Membran PEC Uretan-Pektin/antosianin

$$\begin{aligned}
 \text{CH}_3\text{COOH} &= \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\
 &= \frac{0,1842 - 0,0789}{0,1842} \times 100 \\
 &= \frac{0,1053}{0,1842} \times 100 \\
 &= 0,571 \times 100 \\
 &= 57,166\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{NaOH} &= \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\
 &= \frac{0,1900 - 0,2229}{0,1900} \times 100 \\
 &= \frac{-0,0329}{0,1900} \times 100 \\
 &= -0,173 \times 100 \\
 &= -17,315\%
 \end{aligned}$$

$$\text{KI} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100$$

$$\begin{aligned} &= \frac{0,1356 - 0,1090}{0,1356} \times 100 \\ &= \frac{0,0266}{0,1356} \times 100 \\ &= 0,196 \times 100 \\ &= 19,616 \% \end{aligned}$$



