

**PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI ASETAT ANHIDRAT PADA  
PEMBUATAN SELULOSA ASETAT DARI SELULOSA MIKROBIAL  
*NATA DE SOYA***

**LAPORAN PENELITIAN**



**DISUSUN OLEH :**

**IIS LARASWATI**

**21150274D**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SETIA BUDI**

**SURAKARTA**

**2020**

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**LAPORAN PENELITIAN**  
**PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI ASETAT ANHIDRAT PADA**  
**PEMBUATAN SELULOSA ASETAT DARI SELULOSA MIKROBIAL**  
*NATA DE SOYA*

**Oleh :**

**Iis Laraswati**

**21150274D**

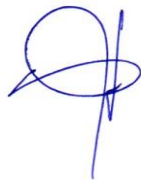
Telah diperiksa dan disetujui pada :

Tanggal 28 Januari 2020

Mengetahui :

Ketua Program Studi

Dosen Pembimbing



Gregorius Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng  
NIS.01201407261183



Ir. Dewi Astuti Herawati, ST., M.Eng  
NIS. 01199601032053

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN PENELITIAN**  
**PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI ASETAT ANHIDRAT PADA**  
**PEMBUATAN SELULOSA ASETAT DARI SELULOSA MIKROBIAL**  
***NATA DE SOYA***

Oleh :  
**IIS LARASWATI**



**21150274D**

Telah Dipertahankan Oleh Tim Penguji  
Pada Tanggal 20 Januari 2020

Nama	Tanda Tangan
Penguji I : Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng.	
Penguji II : Gregorius Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng.	
Penguji III : Dr. Supriyono, ST., MT.	

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Setia Budi  
  
  
Dr. Suseno, M.Si

NIS.01199408011044

Ketua Program Studi

S1 Teknik Kimia

  
Gregorius Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng.

NIS: 012014072661183

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat serta kasih Nya, sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini guna memenuhi syarat untuk menyelesaikan program SI Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi. Dalam penulisan penelitian ini mengambil judul **“PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI ASETAT ANHIDRAT PADA PEMBUATAN SELULOSA ASETAT DARI SELULOSA MIKROBIAL NATA DE SOYA “**

Penyusunan penelitian ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui tugas penelitian ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr.Ir.Djoni Tarigan, M.B.A., selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Dr. Suseno, M.Si., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta.
3. Gregorius Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng.,selaku ketua Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta.
4. Dewi Astuti Herawati, S.T.,M.Eng., selaku pembimbing yang dengan kesabarannya telah memberikan bimbingan kepada penulis hingga terselesainya penelitian ini.
5. Gregorius Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng. dan Dr. Supriyono, ST., MT., selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk menguji penelitian.
6. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan, dorongan, motivasi serta materi.
7. Ikhsan Bahrudin yang telah memberikan semangat serta dukungan dalam mengerjakan laporan.
8. Endah dan Danik teman kost selama di Solo yang telah menemani dalam senang dan duka selalu memberikan semangat.

9. Teman-teman jurusan S1 Teknik Kimia angkatan 2015 yang telah membantu dan memberi semangat.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penelitian ini, untuk itu saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan. Dan semoga penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surakarta,

Penulis

## **DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>INTISARI</b> .....	xi
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Nata <i>de soya</i> .....	4
2.2 Selulosa mikrobial .....	5
2.3 Selulosa Asetat .....	6
 <b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	12
3.2 Bahan Penelitian .....	12
3.3 Alat Penelitian .....	12

3.4 Variabel Penelitian .....	12
3.5 Diagram Alir .....	12
3.1.1 Pembuatan <i>natade soya</i> .....	12
3.1.2 Pembuatan Selulosa Mikrobial .....	13
3.1.3 Pembuatan Selulosa Asetat .....	14
3.6 Cara Penelitian .....	17
3.6.1 Pembuatan <i>Nata De Soya</i> .....	17
3.6.2 Pembuatan Selulosa Mikrobial .....	17
3.6.3 Pembuatan Selulosa Asetat .....	17
3.7 Metode Analisa .....	18
3.7.1 Analisis Kandungan Asetil.....	18
3.7.2 Penetapan Kadar Air .....	19
3.7.3 Analisis Kadar Selulosa mikrobial.....	19

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Nata De Soya.....	20
4.2 Asetilasi ... ..	21
4.3 Data pengamatan selulosa asetat .....	22
4.4 Pengaruh penambahan asetat anhidrat pada selulosa asetat terhadap kadar air dengan variasi waktu asetilasi .....	23
4.5 Pengaruh penambahan asetat anhidrat pada selulosa asetat terhadap kadar asetil dengan variasi waktu asetilasi .....	24

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	26
5.2 Saran .....	26

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Tabel syarat mutu (SNI) selulosa asetat .....	8
Tabel 2. Hubungan antara kadar asetil dengan derajat substitusi .....	8
Tabel 3. . Hasil pengamatan pada selulosa asetat dengan variasi waktu asetilasi & kadar setat anhidrat .....	22



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur selulosa asetat .....	7
Gambar 2. Gambar nata de soya .....	20
Gambar 3. Grafik hubungan antara rasio asetat anhidrat dengan kadar air pada berbagai waktu asetilasi .....	23
Gambar 3. Grafik hubungan antara rasio asetat anhidrat dengan kadar asetil pada berbagai waktu asetilasi .....	24

## DAFTAR LAMPIRAN

lampiran 1. Standarisasi NaOH.....	29
lampiran 2. Standarisasi HCl .....	29
lampiran 3. Tabel kadar air selulosa mikrobial .....	30
lampiran 4. Tabel kadar $\alpha$ -selulosa mikrobial.....	31
lampiran 5. Gambar limbah cair tahu.....	37
lampiran 6. Gambar starter nata .....	37
lampiran 7. Gambar nata de soya.....	38

## INTISARI

Laraswati, Iis. 2020. "Pengaruh Penambahan Variasi Asetat Anhidrat pada pembuatan Selulosa Asetat dari Selulosa Mikrobial *Nata De Soya* ", Tugas Penelitian, Program Studi S1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta, Pembimbing : Ir. Dewi Astuti Herawati, S.T.,M.Eng.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan asetat anhidrat pada pembuatan selulosa asetat dari selulosa mikrobial *nata de soya* dan untuk mengetahui perbedaan waktu asetilasi pada pembuatan selulosa asetat dari selulosa mikrobial *nata de soya*. Penelitian ini memerlukan 3 tahap yaitu pembuatan nata, pembuatan serbuk nata, dan tahap akhir adalah pembuatan selulosa asetat. Pada tahap pembuatan nata menggunakan bahan baku limbah industri tahu sebanyak 1000ml. Kemudian nata yang telah dihasilkan direndam dengan NaOH dan asam asetat, lalu di press dan dikeringkan kemudian di blender agar mendapatkan hasil serbuk nata. Serbuk nata kemudian dihidrolisis menggunakan asam asetat glasial, setelah dihidrolisis serbuk nata kemudian ditambahkan asam asetat anhidrat dengan variasi 1:3, 1:5, dan 1:7 dan ditambahkan asam sulfat sebagai katalis. Setelah proses asetilasi selesai serbuk selulosa dimurnikan lalu dikeringkan.

Pada penelitian ini nata yang dihasilkan memiliki kadar air 9,98-14,31% dengan kadar  $\alpha$ -selulosa 83,303-89,41%. Dan hasil karakteristik selulosa asetat yang dihasilkan memiliki kadar asetil 24,59% dan dapat dikembangkan lagi untuk pembuatan plastik.

Kata kunci : *Nata De Soya* ,  $\alpha$ -selulosa, Asetilasi, Selulosa asetat

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Selulosa asetat merupakan senyawa turunan selulosa yang diperoleh melalui esterifikasi menggunakan pereaksi anhidrida. Selulosa asetat merupakan salah satu jenis polimer yang banyak digunakan untuk industri. Selulosa asetat secara umum dibedakan atas dua jenis yaitu selulosa triasetat (selulosa asetat primer) dan selulosa diasetat (selulosa asetat sekunder). Selulosa asetat primer dibuat melalui reaksi esterifikasi (asetilasi) selulosa dengan pereaksi anhidrid asetat, sedangkan selulosa asetat sekunder dibuat dengan cara menghidrolisis selulosa asetat primer (Desiyarni, 2006).

Selulosa asetat memiliki keunggulan sebagai bahan dasar pembuatan membran karena memiliki struktur asimetrik dengan lapisan aktif yang sangat tipis, dapat menahan bahan terlarut pada lapisan pendukung yang kasar, tahan terhadap terjadinya pengendapan, menghasilkan keseimbangan sifat hidrofilik dan hidrofobik (Kumano & Fujiwara, 2008).

Secara komersial selulosa asetat dibuat dengan menggunakan bahan baku pulp kayu yang berkualitas tinggi. Salah satu masalah yang terdapat pada pembuatan selulosa asetat dari bahan baku pulp kayu adalah rendahnya kualitas dan kemurnian selulosa pulp kayu karena pulp kayu yang masih mengandung hemiselulosa dan lignin. Selulosa mikrobial bersifat *renewable* (dapat diperbarui). Selulosa mikrobial merupakan salah satu alternatif sumber selulosa asetat.

Penelitian sebelumnya pembuatan selulosa asetat dari selulosa mikrobial telah dilakukan oleh Safriani (2000), Darwis *et al.* (2003), dan Sani (2012). Safriani

(2000) telah melakukan penelitian pembuatan selulosa asetat dari selulosa mikrobial berbahan dasar kedelai (*nata de soya*) dan menggunakan selulosa asetat yang dihasilkan sebagai polimer pada pembuatan *coating*.

Darwis *et al.* (2003) telah melakukan penelitian pembuatan selulosa triasetat dari selulosa mikrobial yang berbahan baku air kelapa dan menggunakan selulosa triasetat yang telah dihasilkan sebagai polimer pada pembuatan membran mikrofiltrasi. Sani (2012) telah meneliti potensi *nata de cassava* dari limbah cair tapioka sebagai membran selulosa asetat.

Safriani (2000) telah melakukan asetilasi dalam perbedaan waktu 5, 7.5, dan 10 jam dengan menggunakan rasio serbuk nata : asetat anhidrat 1:2, 1:3, dan 1:4 yang menghasilkan kadar asetil 14.55-41.72%. Biofilm selulosa asetat yang dihasilkan digunakan sebagai penyaring, kemasan, dan amplop.

Penelitian ini dilakukan sebagai salah satu langkah untuk dapat mengantisipasi dan memberikan alternatif meningkatnya kebutuhan sumber selulosa yang selama ini berasal dari kayu dan kapas. Menggunakan bahan baku nata de soya untuk pembuatan selulosa asetat sebagai upaya pemanfaatan limbah cair tahu.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh penambahan asetat anhidrat terhadap kadar air dan kadar asetil pada pembuatan selulosa asetat dari Selulosa mikrobial *nata de soya* ?
2. Bagaimana pengaruh perbedaan waktu asetilasi terhadap kadar air dan kadar asetil pada pembuatan selulosa asetat dari selulosa mikrobial *nata de soya* ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui pengaruh penambahan asetat anhidrat terhadap kadar air dan kadar asetil pada pembuatan selulosa asetat dari selulosa mikrobial *nata de soya*

2. Mengetahui pengaruh perbedaan waktu asetilasi terhadap kadar air dan kadar asetil pada pembuatan selulosa asetat dari selulosa mikrobial *nata de soya*

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Bagi peneliti : Menambah wawasan mengenai proses pembuatan selulosa asetat dari selulosa mikrobial *nata de soya*.
2. Bagi masyarakat : Mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah cair tahu.
3. Bagi IPTEK : Menambah wawasan mengenai pemanfaatan *nata de soya* untuk pembuatan selulosa asetat.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Nata de soya*

Nata adalah hasil fermentasi yang dihasilkan oleh bakteri *Acetobacter xylinum*, bakteri ini berbentuk gel yang mengapung pada permukaan media atau tempat yang menggunakan gula dan asam. Nata adalah sejenis bahan yang mirip dengan agar-agar, tetapi kekerasannya mendekati kekerasan kolang-kaling.

Pabrik tahu menghasilkan produk limbah berupa sisa cairan dari produk tahu yang dihasilkan. Apabila limbah ini dibuang secara serampangan tanpa melalui upaya pengolahan terlebih dahulu, maka sisa kandungan protein dari bahan baku kedelai yang masih ada pada air limbah tahu akan mengalami pembusukan yang mengakibatkan berbagai gangguan kesehatan. Pencemaran akibat limbah tahu merupakan masalah utama yang mengganggu kesehatan. Air limbah tahu adalah sisa penggumpalan tahu (whey tofu) yang dihasilkan selama proses pembuatan tahu (Noffiar, 2009).

Limbah cair dari produksi tahu sangat mudah mengalami degradasi, karena merupakan sumber nutrisi bagi bakteri pembusukan. Jadi jika limbah cair pengolahan tahu ingin dimanfaatkan untuk pengolahan harus dilakukan secara langsung atau penyimpanan agar tidak dalam waktu yang cukup lama.

Karbohidrat yang terkandung dalam limbah tahu dapat dijadikan sebagai salah satu nutrisi yang dapat memacu pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* (Setiani, 2007).

Adanya gula pasir dalam medium limbah cair tahu akan dimanfaatkan oleh *Acetobacter xylinum* sebagai sumber energi, maupun sumber karbon untuk membentuk senyawa metabolit diantaranya adalah selulosa yang membentuk nata de soya. Asam asetat digunakan untuk mengatur keasaman agar sesuai dengan kondisi yang diinginkan yaitu mendekati pH optimum 4,3.

*Nata de soya* dibentuk oleh bakteri *Acetobacter xylinum* yang merupakan bakteri aerob, pada media cair dapat membentuk satu lapisan yang dapat mencapai ketebalan beberapa sentimeter, kenyal berwarna putih (Sulistyo et al, 2007).

*Nata de soya* adalah jenis makanan dalam bentuk nata transparan, merupakan makanan penyegar dan pencuci mulut yang dapat di campur dengan es cream. Nata de soya merupakan perkembangan teknologi pembuatan nata yang dikembangkan oleh penelitian dan pengembangan Industri Pertanian Bogor (Winarno,2002).

Shurtleft dan Aoyogi (1984), menyebutkan bahwa di dalam *whey tofu* terdapat 1% bahan padat, 59% merupakan protein susu kedelai yang tidak tergumpal dan 9% terdapat *whey tahu* tersebut.

## **2.2 Selulosa Mikrobial**

Selulosa mikrobial merupakan membran selulosa hasil pemanfaatan limbah cair dari suatu proses produksi yang masih mengandung karbohidrat,protein dan bahan lainnya. Limbah cair dari produksi tersebut merupakan faktor negatif yang dapat mencemari lingkungan. Dari limbah cair tersebut dapat dibuat suatu membran selulosa yang merupakan hasil fermentasi bakteri *Acetobacter xylinum* (Sheriff, 2005).

*Acetobacter xylinum* dapat menghasilkan selulosa sebagai produk metabolit sekunder, sedangkan metabolit primernya adalah asam asetat. Semakin banyak nutrisi maka bakteri *Acetobacter xylinum* akan menghasilkan selulosa yang cukup banyak. Faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan bakteri untuk



menghasilkan selulosa adalah sumber karbon, pH, dan temperatur (Coban dan Biyik, 2011).

*Acetobacter xylinum* digunakan dalam pembuatan nata karena bakteri mempunyai sifat yang spesifik. Bakteri ini mempunyai kemampuan untuk membentuk selaput tebal pada permukaan cair fermentasi, yang ternyata adalah komponen menyerupai selulosa (selulosa material). Komponen ini adalah lebih lanjut disebut dengan nata. (Stainer *et al* 1963)

Pertumbuhan *Acetobacter xylinum* dalam medium yang cocok menghasilkan massa berupa selaput tebal pada permukaan medium. Lapisan tebal tersebut terbentuk pada permukaan medium, merupakan hasil akumulasi nata yang tersusun oleh jaringan pelikel. Pelikel adalah tipe selulosa yang mempunyai struktur kimia seperti selulosa yang dibentuk oleh tumbuhan tingkat tinggi. (Collado 1987 dan Moat 1988)

Bakteri *Acetobacter xylinum* dapat mengubah gula menjadi selulosa. Selulosa yang terbentuk dalam media berupa benang-benang yang bersama-sama dengan polisakarida membentuk jaringan terus menerus menebal menjadi lapisan nata (Djajati dkk.).

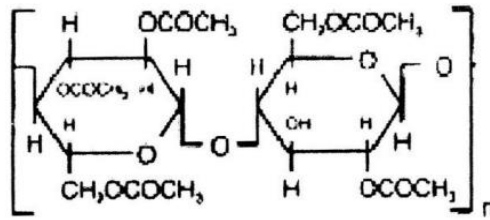
*Acetobacter xylinum* merupakan bakteri penghasil nata, memerlukan sumber nutrisi Carbon, Hidrogen dan Nitrogen serta mineral untuk pertumbuhannya. (Keshk, 2014)

### **2.3 Selulosa Asetat**

Selulosa asetat merupakan modifikasi antara selulosa asetat anhidrat dengan katalisator  $H_2SO_4$  yang mempunyai sifat termoplastik, dapat diproduksi dengan ekstrusi, tidak memiliki barier yang baik, tidak *edible*, sebagai lapisan untuk diwarnai. (Desiyarni 2006).

Selulosa asetat sebagai bahan yang penting digunakan selama Perang Dunia 1 sebagai bahan pelapis sayap pesawat terbang menggantikan selulosa nitrat yang mudah terbakar. Setelah PD 1, penggunaan selulosa asetat semakin luas dalam bidang fotografi, X-ray film dan pencetakan plastik.

Struktur Selulosa Asetat



Gambar 1. Struktur Selulosa Asetat

Selulosa asetat berwujud padat (serbuk), mempunyai rumus molekul  $(C_6H_7O_2(CH_3COO)_3)_n$ , titik lebur : 533,15 K

Sifat kimia selulosa asetat :

- Larut dalam acetone
- Dimetilformamida (DMF)
- Dimetilasetamida (DMA<sub>C</sub>)

Selulosa asetat berwarna putih, berbau menyengat, hambar, dan tidak beracun. Selulosa asetat sangat berguna karena dapat larut dalam aseton, termoplastik, warna yang bagus dan stabil (Mark *et al.*, 1968).

Berdasarkan derajat substitusi selulosa asetat dapat dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Selulosa monoasetat dengan derajat substitusi (DS)  $0 < DS < 2$  larut dalam aseton
2. Selulosa diasetat dengan derajat substitusi (DS) 2,0 – 2,8 dengan kandungan % asetilnya 35-43,5 %
3. Selulosa triasetat dengan derajat substitusi (DS) 2,8-3,5 mempunyai kandungan asetil 43,5 – 44,8%.

Selulosa yang terdapat di dalam nata de soya merupakan jenis selulosa bacterial karena terbentuk dari proses fermentasi oleh bakteri (Ighuci,2000).

Tabel 1. Syarat mutu selulosa asetat (SNI 1991)

Parameter	Persyaratan
Kadar asetil	39,0 – 40,0 %
Kekentalan intrinsik (pelarut aseton)	1,5 – 1,8 dl/g
Kestabilan terhadap kalor	Tidak terjadi pengarangangan saat dipanaskan (180°C, 8 jam)

Selulosa asetat merupakan ester organik yang berbentuk padatan dan tidak berbau, tidak beracun, tidak berasa, berwarna putih (Kros witch, 1990). Sifat selulosa asetat ditentukan oleh derajat substitusinya karena berhubungan dengan kelarutan dalam pelarut tertentu. Hubungan antara kadar asetil dengan derajat substitusinya ditunjukkan pada tabel 2 berikut:

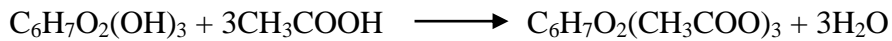
Tabel 2. Hubungan antara kadar asetil dengan derajat substitusi

NO	Derajat substitusi	Kadar asetil (%)	Aplikasi
1.	0,6 – 0,9	13,0 – 18,6	-
2.	1,2 – 1,8	22,2 – 32,2	Plastic
3.	2,2 – 1,8	36,5 – 42,2	Benang, film, kain pembungkus
4.	2,8 – 3,0	42,2 – 44,8	Benang, film, kain pembungkus

Sumber : Fenel and Wegener (1984)

Pembuatan selulosa asetat secara komersial dilakukan dengan proses pelarutan yang terdiri atas tahap aktivasi, asetilasi, hidrolisis dan presipitasi. Pada proses pelarutan, asetilasi terjadi dengan mereaksikan selulosa yang telah diaktivasi dengan asam asetat glasial sebagai pelarut. Dalam hal asetilasi diperlukan permukaan yang luas pada serat selulosa. Hal ini disebabkan karena laju reaksi dari proses asetilasi diperlukan permukaan yang luas pada serat selulosa.

Tahap asetilasi dimana terjadi pencampuran antara selulosa hasil proses dengan asam asetat glasial sebagai *acetylating agent*. Reaksi proses asetilasi sebagai berikut :



Selulosa            Asam asetat glasial            Selulosa asetat            Air

(Nurhayati dkk, 2014)

Selama proses asetilasi berlangsung dilakukan pendinginan untuk mencegah terjadinya panas yang berlebihan karena reaksi ini bersifat eksotermis.

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa selulosa asetat dapat diperoleh dari bahan baku koran bekas (Rodrigues et al., 2008), limbah kapas (Cheng et al., 2010), jerami (Fan et al., 2013), dan pulp kenaf (Widyaningsih & Radiman, 2007).

Berdasarkan data dari BPS, kebutuhan selulosa asetat di Indonesia masih dipenuhi dengan mengimport dari luar negeri, yaitu dari Jepang, Singapura, Amerika, Belanda, Jerman, Swedia, Italia, Prancis, dan Spanyol. Dan Indonesia sebagai salah satu negara penghasil tekstil terbesar di dunia. Jadi untuk selulosa asetat di Indonesia sendiri masih bergantung kepada negara lain.

Ada 3 proses utama yang bisa digunakan untuk mengubah selulosa menjadi selulosa asetat yaitu :

1. *Solution process* (proses larutan)

Merupakan proses yang paling utama dan biasa digunakan. Pada proses asetilasi digunakan asetat anhidrat sebagai *solven* dan berlangsung dengan kehadiran asam asetat glasial sebagai *diluent* serta asam sulfat sebagai katalis.

2. *Solven process* (proses dengan pelarut)

*Methylene chloride* menggantikan semua atau sebagian asam asetat dan aksinya sebagai *solven* bagi selulosa asetat yang terbentuk.

### 3. *Heterogeneous process* (proses heterogen)

Cairan organik *inert*, seperti *benzene ligroin* digunakan sebagai non solven untuk menjaga selulosa: rasetilasi yang telah terbentuk dalam larutan.

Proses produksi selulosa asetat secara garis besar adalah sebagai berikut :

#### 1. Preparasi meliputi *pre-treatment* dan aktivasi

Pada tahap ini dipilih bahan yang mengandung  $\alpha$ -selulosa tinggi (99,7%). Metode *pre-treatment* ini bisa bermacam – macam, misalnya dengan mencampurkan asam asetat pada selulosa dan diaduk hingga homogen.

#### 2. Asetilasi

Langkah kedua adalah langkah asetilasi yang bertujuan untuk memproduksi selulosa asetat primer (TAC). Larutan untuk asetilasi diperoleh dari pemanasan dan pengadukan selulosa dalam reaktor, dengan menambahkan campuran asetat anhidrat yang berlebih, asam asetat glasial dengan perbandingan massa dengan asetat anhidrat. Suhu larutan tidak boleh lebih dari 50 °C. Reaksi asetilasi bersifat endotermis, dan untuk mengontrol suhu saat reaksi asetilasi sehingga tidak melampaui suhu maksimum, maka suhu harus dijaga.

#### 3. Hidrolisis

Langkah ketiga adalah mehidrolisis sisa reaktan asetat anhidrat menjadi asam asetat. Reaksi asetilasi dihentikan dengan menambahkan air yang dimasukkan sebagai larutan asamasetat dengan kandungan air 5-30%.

Jumlah gugus asetil saat akhir proses asetilasi kurang menjadi 3,0 dan turun hingga 2,4 , jumlah gugus asetil dan gugus sulfat berkurang oleh hidrolisis asam yang dipengaruhi lebih mudah daripada gugus asetil. Asam sulfat yang terbentuk meningkatkan sifat keasaman larutan reaksi.

#### 4. *Flake Recovery (precipitation-washing-drying)*

Ini dilakukan berdasarkan spesifikasi produk yang diinginkan. Saat tahap *flake precipitation*, larutan selulosa asetat terhidrolisis dicampur dengan larutan asam asetat dengan kandungan air 5-30 %.

Faktor-faktor yang berpengaruh pada proses asetilasi adalah (Savitri, Emma, 2004).

- Suhu  
Suhu tinggi dapat menyebabkan selulosa dan selulosa asetat terdegradasi sehingga mengakibatkan yield produk turun.
- Waktu asetilasi  
Waktu asetilasi yang panjang dapat menyebabkan selulosa dan selulosa asetat terdegradasi sehingga yield produk menjadi kecil.
- Kecepatan pengadukan  
Kecepatan pengadukan yang tinggi dapat memperbesar perpindahan massa sehingga semakin besar kecepatan reaksi dan yield yang dihasilkan akan semakin meningkat.
- Jumlah asam asetat  
Jumlah reaktan yang besar akan memperbesar kemungkinan tumbukan antar reaktan sehingga mempengaruhi kecepatan reaksi asetilasi.
- Jumlah pelarut  
Jumlah pelarut akan mempengaruhi homogenitas dari larutan tetapi jika jumlahnya terlalu besar akan mengurangi kemungkinan tumbukan antar reaktan (memperkecil konsentrasi reaktan) sehingga akan memperkecil yield produk.

## B. III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium Universitas Setia Budi Surakarta. Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Mei 2019 sampai dengan bulan Juli 2019.

#### 3.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain adalah : Air limbah industri tahu, Gula pasir, Bibit *Acetobacter Xylinum*, Urea, NaOH, Asam Asetat Anhidrat, Asam Asetat Glasial,  $H_2SO_4$ , Aquadest,  $NaHCO_3$ ,  $CH_3COOH$ , etanol, HCL, indikator fenolftalein (PP).

#### 3.3. Alat Penelitian

Peralatan yang akan digunakan antara lain : Panci, tempat cetakan nata, Blender, Neraca analitik, Stirrer bar, Water bath, Pompa saring vakum, Botol, Oven, Desikator, Tabung Reaksi, kaca arloji, Erlenmeyer, Beaker glass, Hot plate.

#### 3.4. Variabel Penelitian

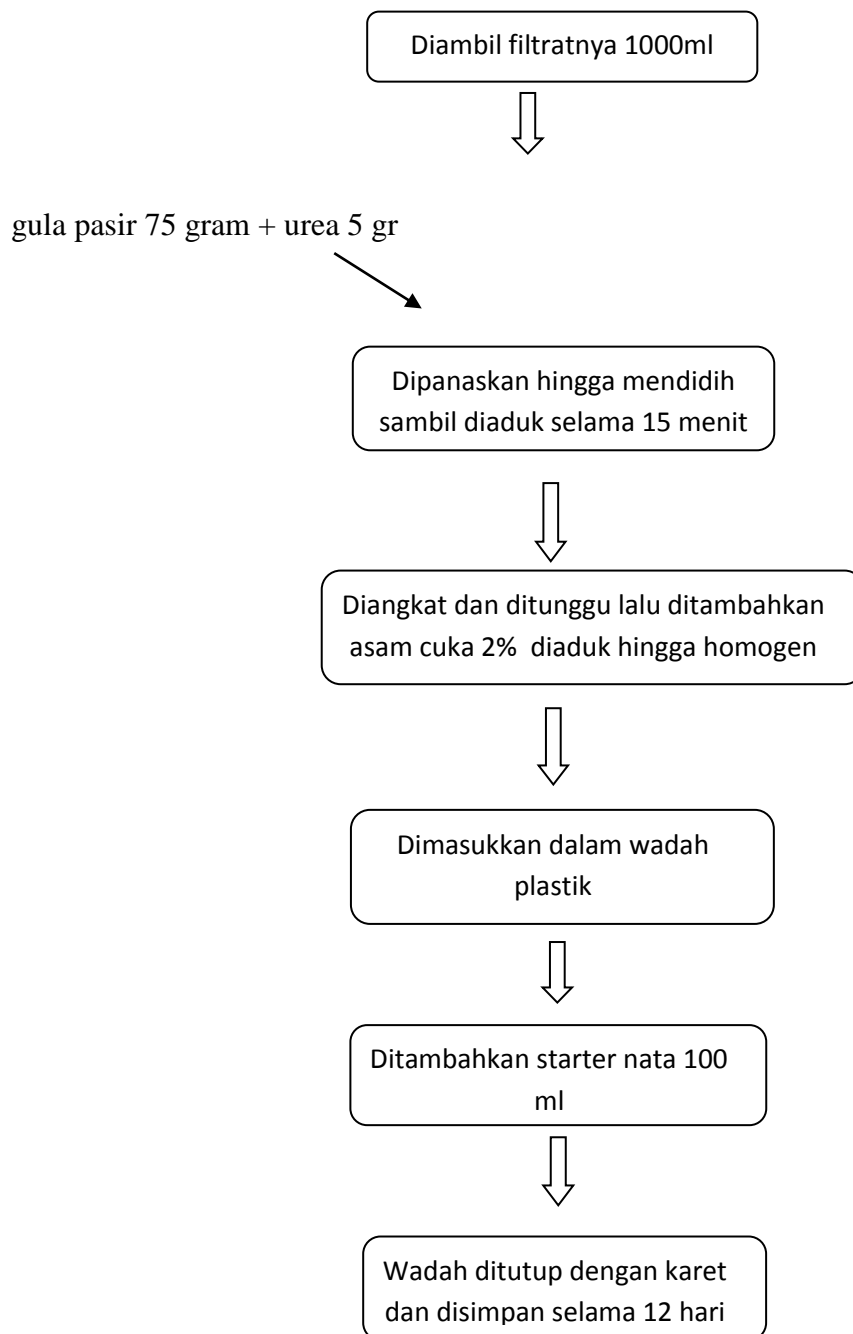
1. Variabel terikat pada penelitian ini adalah sampel limbah cair air tahu.
2. Variabel bebas pada penelitian ini adalah rasio nata dan asetat anhidrat.
3. Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah suhu, waktu, dan rasio.

#### 3.5 Diagram Alir

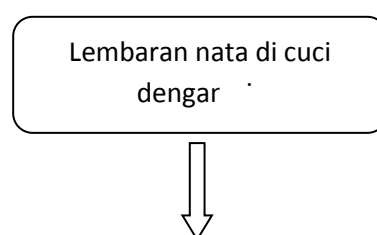
##### 3.5.1 Pembuatan *Nata de soya*

Air limbah industri tahu 1 liter disaring , dan ditampung dalam

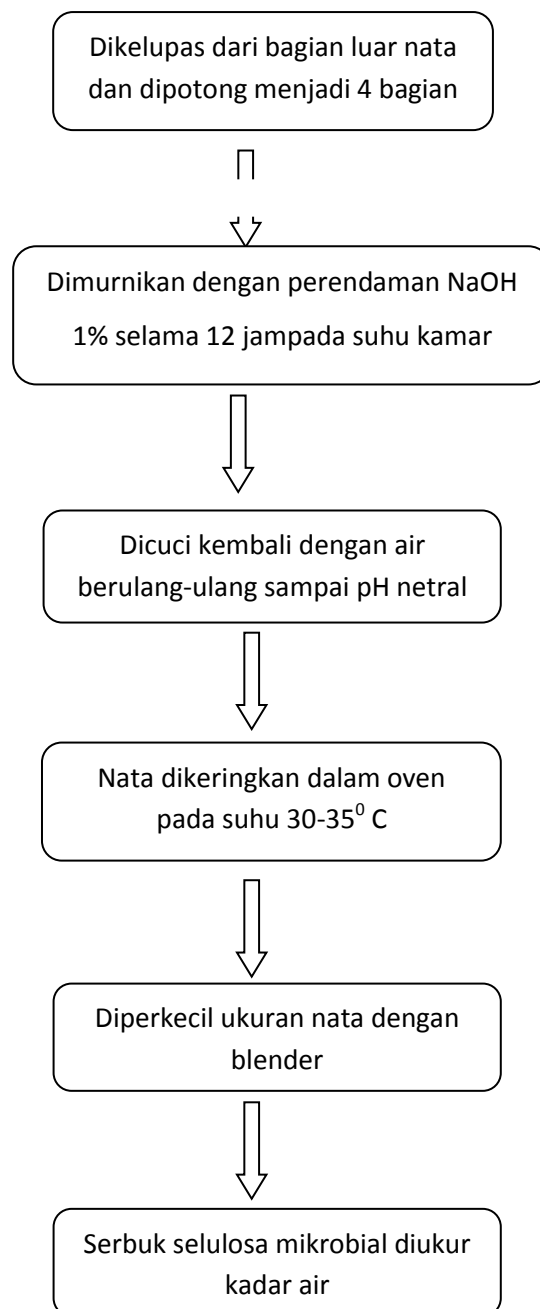




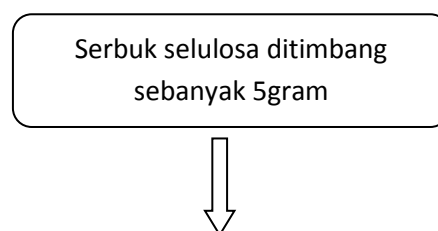
### 3.5.2 Pembuatan Selulosa Mikrobial

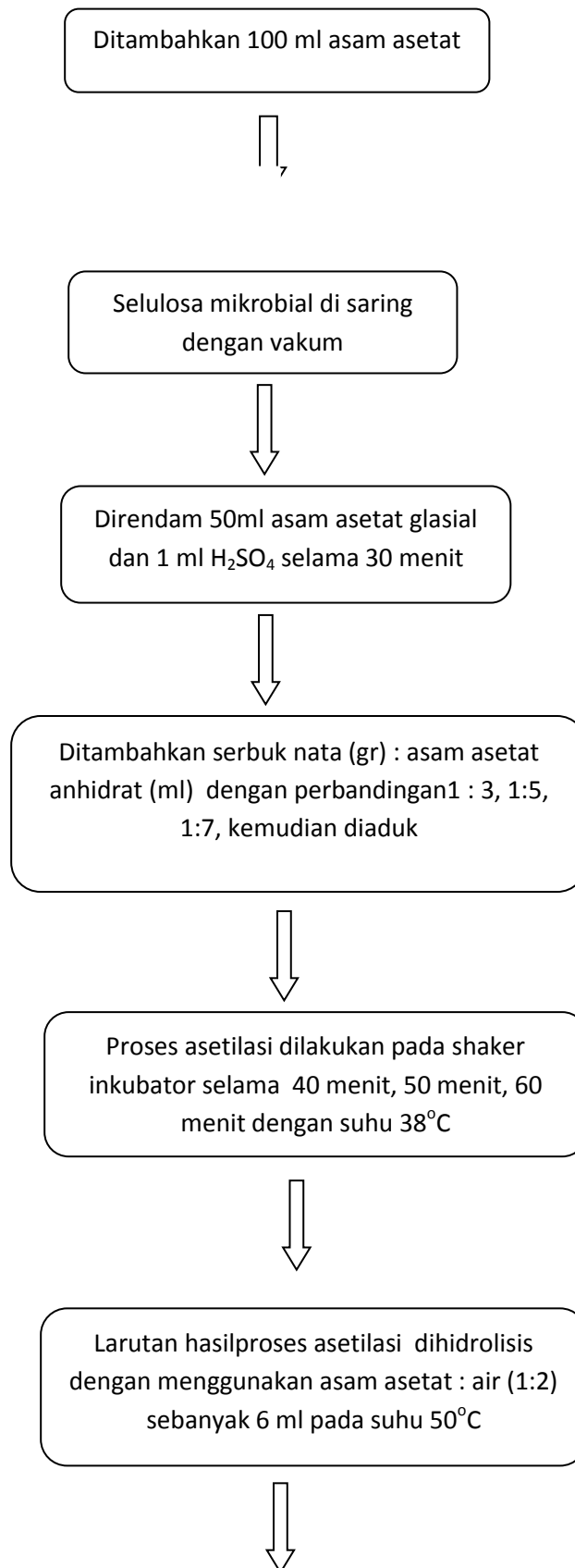


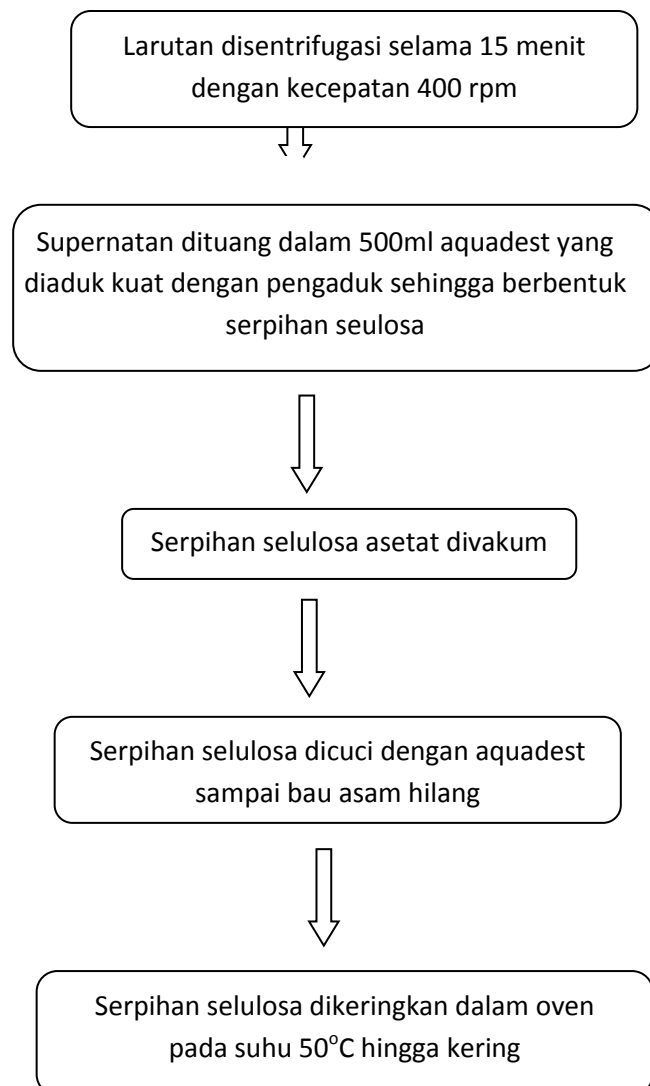




### 3.5.3 Pembuatan Selulosa Asetat







### **3.6 Cara Penelitian**

#### **3.6.1 Pembuatan *Nata de soya***

Air limbah industri tahu disaring menggunakan saringan plastik dan ditampung dalam panci. Kemudian diambil filtrat sebanyak 1000mL, Gula pasir sebanyak 75 gr dan Urease sebanyak 5 gram ditambahkan ke dalam filtrat limbah air tahu. Larutan kemudian dipanaskan hingga mendidih sambil diaduk kurang lebih 15 menit. Diangkat dan ditunggu lalu ditambahkan asam cuka 2%, lalu diaduk hingga homogen. Kemudian dimasukkan dalam wadah plastik dengan ketinggian kira-kira 3-4 cm, kemudian ditutup lalu didinginkan. Ditambahkan starter/bibit nata 100ml, wadah ditutup dan disimpan ditempat aman dan didiamkan selama 12 hari (tidak boleh digoyang).

#### **3.6.2 Pembuatan Selulosa Mikrobial**

Lembaran *nata de soya* dicuci berulang kali dengan air dan dikelupas dari lapisan terluarnya dipotong menjadi 4 bagian. Nata kemudian dimurnikan dengan perendaman dalam larutan NaOH 1% selama 12 jam, dicuci kembali dengan air sampai pH netral. Dikeringkan dalam oven dengan suhu 30-35<sup>0</sup>C. Diperkecil ukuran dengan di blender hingga berbentuk serbuk selulosa. Serbuk selulosa diukur kadar airnya.

#### **3.6.3 Pembuatan Selulosa Asetat**

Sebanyak 5 gram serbuk selulosa mikrobial direndam dengan asam asetat glasial 100 mL, lalu disaring dengan vacuum filter. Serbuk nata kemudian diaktivasi dengan menggunakan asam asetat glasial 50mL dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 mL sebagai katalis dalam shaker inkubator pada suhu 38<sup>0</sup>C selama 30 menit. Asetat anhidrat ditambahkan dengan rasio serbuk nata : asetat anhidrat 1:3, 1:5, 1:7. Proses asetilasi dilakukan pada shaker inkubator selama 40 menit, 50 menit dan 60 menit dengan suhu 38<sup>0</sup> C hingga terbentuk larutan yang lebih kental

berwarna coklat. Setelah proses asetilasi selesai, kemudian dihidrolisis dengan larutan asam asetat encer dengan perbandingan 1:2 (asam asetat : aquadest) sebanyak 6 mL dalam shaker inkubator pada suhu 50<sup>0C</sup> selama 30 menit. Larutan kemudian disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 400rpm. Supernatanyang diperoleh dimasukkan ke dalam 500 mL aquadest dan diaduk dengan kuat , sehingga terbentuk serpihan selulosa asetat berwarna putih. Serpisah selulosa asetat kemudian disaring menggunakan vacum filter dan dicuci menggunakan aqudest sampai bau asam hilang. Serpihan kemudian dikeringkan dalam oven 50<sup>0C</sup> hingga kering.

### 3.7 Metode Analisa

#### 3.7.1 Analisis kandungan asetil (ASTM D-871-91)

Sebanyak berat contoh dikeringkan selama 2 jam pada suhu 105<sup>0C</sup>, lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian ditambahkan 40 ml etanol (75%) dan dipanaskan selama 30 menit pada suhu 55<sup>0C</sup>. Ditambahkan 40 ml larutan NaOH (0,5N) dan pemanasan dilanjutkan selama 15 menit dengan suhu yang sama, kemudian didiamkan selama 48-72 jam pada suhu kamar dan sisa NaOH dititrasi dengan HCL (0,5N) dengan menggunakan indikator fnoftalein (PP), lalu didiamkan selama 1 hari untk memberi kesempatan bagi NaOH berdifusi. Selanjutnya dititrasi dengan NaOH (0,5N) dengan indikator merah metil sampai terbentuk warna merah. Blanko dilakukan dengan cara yang sama dengan contoh. Kadar asetil dan kandungan asam asetat dihitung dengan rumus :

$$Kadarasetil (\%) = [(D - C)Na + (A - B)Nb] \times \frac{F}{W}$$

Keterangan:

A = ml NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi contoh

B = ml NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

C = ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi contoh

D = ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

Na = normalitas HCl

Nb = normalitas NaOH

F = 4,305 untuk kadar asetil

W = bobot contoh (g)

### 3.7.2 Penetapan Kadar Air Selulosa setat

Cawan ditimbang kosong lalu dikeringkan didalam oven bersuhu 105<sup>0</sup>C selama 1 jam. Didinginkan di dalam desikator, kemudian ditimbang bobotnya. Uji timbang sebanyak 0,3-1,0 gram di dalam cawan timbang lalu dikeringkan kembali pada suhu yang sama. Cawan ditimbang setiap interval 1-3 hari. Setelah bobotnya konstan dapat diperoleh kadar air dengan persamaan :

$$\text{Kadar Air (\%)} = 1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\%$$

Keterangan :

W1 : bobot cawan kosong.

W2 : bobot sampel yang ditimbang.

W3 : bobot sampel + cawan timbang setelah dikeringkan konstan.

### 3.7.3 Analisa kadar selulosa mikrobial

Sebanyak 1 gram contoh uji (w2) ditimbang dalam beaker glass 250 ml, ke dalam beaker glass ditambahkan 20 ml NaOH teknis 17,5% (b/v), lalu diaduk selama 5 menit, setelah 15 menit ditambahkan 25 ml air suling (aquadest) dan diaduk kembali selama 1 menit diamkan selama 5 menit setelah 5 menit contoh uji disaring-vakum dengan kaca masir, lalu dicuci sebanyak 12 kali dengan menggunakan 20 ml aquadest pada setiap pencucian, residu yang terdapat pada kaca masir diberi 40 ml CH<sub>3</sub>COOH 10% dan dibiarkan ± 5 menit sebelum disaring kembali, kemudian residu yang ada pada kaca masir di keringkan pada suhu ± 100<sup>0</sup>C didalam oven sampai tercapai bobot yang konstant (W3), kemudian bobot (residu+kaca masir) ditetapkan setiap interval 1-3 hari.

$$\text{Kadar Selulosa} = \frac{W_3 - W_1}{(1 - m) \times w_2} \times 100\%$$

## BA V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. *Nata De Soya*

Larutan limbah industri tahu yang digunakan sebanyak 1 liter. Gula pasir sebanyak 75 gram dan urea sebanyak 5 gram yang digunakan sebagai sumber energi bagi bakteri. Bakteri *A. Xylinum* sebanyak 100 ml sebagai starter, serta pengaturan Ph menjadi 4 dengan penambahan asam asetat glasial merupakan kondisi optimum yang dibutuhkan untuk membuat nata de soya sebanyak 1 liter. Pengaturan pH menjadi 4 bertujuan membuat bakteri *A. Xylinum* lebih unggul dibandingkan dengan bakteri lain dalam hal mendapatkan nutrisi dari media untuk pertumbuhannya sehingga mencegah tumbuhnya bakteri lain yang dapat mengganggu pertumbuhan nata.

Nata de soya yang di dapatkan pada penelitian ini berwarna keruh kekuningan. Sebelum diasetilasi , *Nata de soya* direndam dengan NaOH 1% supaya struktur selulosa membengkak sehingga serat-seratnya dapat terbuka dan mengurangi ikatan intramolekul hidrogen. Perendaman dalam CH<sub>3</sub>COOH 1% dimadsukan untuk menetralkan sifat basa dari struktur *Nata de soya* yang telah dimurnikan.



Gambar 3. *Nata De Soya*

Nata kemudian dikeringkan, lalu dihaluskan dengan menggunakan blender sehingga diperoleh serbuk yang berwarna kecoklatan. Serbuk selulosa yang dihasilkan memiliki struktur yang rapat karena adanya ikatan hidrogen antar molekul selulosa.

#### **4.2 Asetilasi**

Pembuatan selulosa asetat meliputi 5 tahapan, yaitu aktivasi, asetilasi, hidrolisis, netralisasi, dan pengeringan. Tahap aktivasi menggunakan asam asetat glasial di dalam labu leher tiga dan diaduk selama 3 jam untuk menarik air yang masih tersisa di dalam serbuk *Nata De Soya*. Proses perendaman dalam asam asetat glasial juga meningkatkan reaktivitas gugus selulosa karena serbuk *Nata De Soya* yang sulit dimasui pereaksi kimia akan dibengkakkan sehingga dapat mempercepat reaksi pada saat asetilasi.

Proses asetulasi dimaksudkan untuk menyubstitusi gugus hidrolik serbuk *Nata De Soya* dengan gugus asetil sehingga terbentuk selulosa asetat. Asetilasi dilakukan selama 30 menit pengadukan dengan penambahan asam asetat anhidrat dan asam sulfat sebagai katalisnya. Tahap selanjutnya yaitu hidrolisis dengan menambahkan asam asetat glasial dan aquadest. Kemudian mencuci serbuk selulosa asetat hingga bau asam menghilang dan tahap terakhir adalah pengeringan.

Pada hasil penelitian yang telah dilakukan pada pengaruh penambahan variasi asetat anhidrat pada pembuatan selulosa asetat dari selulosa mikrobial. Selulosa asetat yang dihasilkan dalam penelitian ini kemudian diuji kadar airnya.



Hasilnya adalah selulosa asetat memiliki kadar air sebesar 12,17%. Untuk kadar air secara lengkap disajikan pada lampiran 1.

Pada hasil penelitian ini selulosa asetat yang dihasilkan pada penelitian ini juga diuji kadar  $\alpha$ - selulosa mikrobial. Hasilnya adalah selulosa asetat memiliki kadar  $\alpha$ - selulosa mikrobial sebesar 85,87%. Untuk kadar  $\alpha$ - selulosa mikrobial secara lengkap disajikan pada lampiran 2.

#### 4.3. Data pengamatan sintesa selulosa asetat

**Tabel 3. Hasil pengamatan pada selulosa asetat dengan variasi waktu asetilasi dan variasi kadar asetat anhidrat**

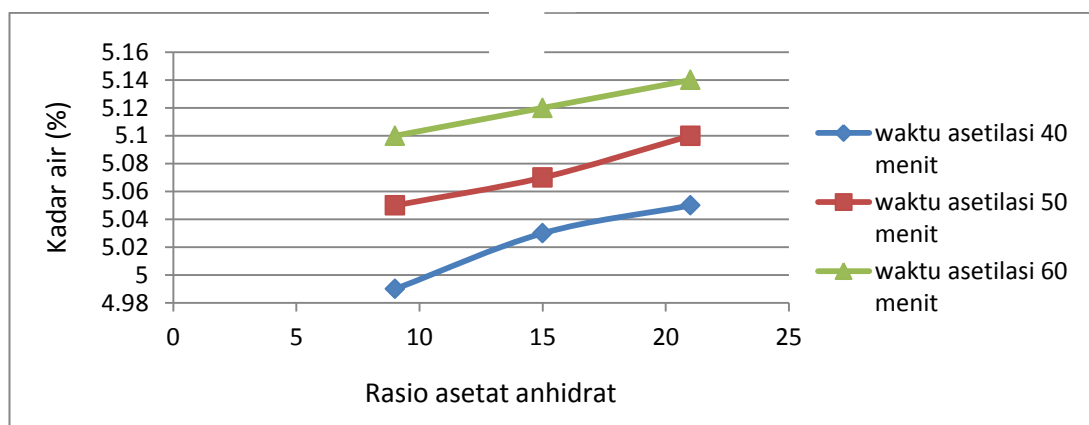
(ml) asetat anhidrat	Waktu					
	40 menit		50 menit		60 menit	
	% Air	% Asetil	% Air	% Asetil	% Air	% Asetil
9 ml	4,99 %	22,94 %	5,05 %	23,64 %	5,1 %	24,04 %
15 ml	5,03 %	23,44 %	5,07 %	23,74 %	5,12%	24,29 %
21 ml	5,05 %	24,44%	5,1 %	23,84 %	5,14 %	24,59 %

Dari hasil tabel diatas didapatkan hasil kadar air dengan variasi asetat anhidrat 9 ml dengan variasi waktu 40 menit : 4,99%, 50 menit : 5,05%, dan 60 menit : 5,1%. Dengan kadar asetil pada variasi waktu 40 menit : 22,94%, 50 menit : 23,64% dan 60 menit : 24,04%

Hasil dengan volume asetat anhidrat 15 ml didapatkan hasil kadar air dengan variasi waktu asetilasi 40 menit : 5,03%, 50 menit : 5,07% dan 60 menit : 5,12%. Dengan kadar asetil pada variasi waktu asetilasi 40 menit : 23,44, 50 menit : 23,74%, dan 60 menit : 24,29%

Hasil dengan volume asetat anhidrat 21 ml didapatkan hasil kadar air dengan variasi waktu asetilasi 40 menit : 5,05%, 50 menit : 5,1%, dan 60 menit : 5,14%. Dengan kadar asetil pada variasi waktu asetilasi 40 menit : 24,44%, 50 menit : 23,84, dan 60 menit : 24,59%.

#### 4.4 Pengaruh penambahan asam asetat anhidrat pada selulosa asetat terhadap kadar air dengan berbagai variasi waktu asetilasi



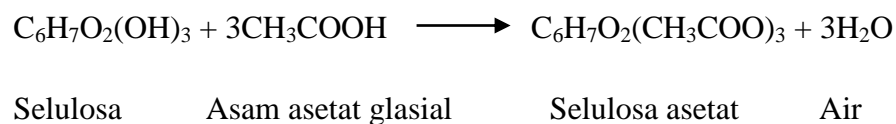
Gambar 3. Grafik hubungan antara rasio Asetat Anhidrat dengan kadar air pada berbagai waktu asetilasi

Berdasarkan data penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil kadar air yang dapat dilihat secara detail pada tabel 3. Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa kadar air cenderung naik seiring bertambahnya rasio asetat anhidrat. Hasil uji keragaman terhadap kadar air asetat menunjukkan bahwa baik rasio asetat anhidrat maupun waktu asetilasi mempengaruhi kadar air pada selulosa asetat. Karena pengeringan dapat berubah karena dipengaruhi suhu dan waktu.

Berdasarkan penelitian diperoleh hasil yang optimal ditunjukkan pada waktu asetilasi 40 menit dengan penambahan asetat anhidrat 1:3 dikarenakan

semakin banyak rasio asetat anhidrat yang ditambahkan membuat hasil selulosa asetat yang dihasilkan kurang baik. Karena penambahan asetat anhidrat juga menyebabkan penambahan air pada hasil.

Kadar air pada serbuk nata sangat mempengaruhi proses asetilasi, kadar air yang tinggi dapat meningkatkan reaktivitas selulosa pada proses asetilasi karena gugus hidroksil air lebih reaktif dibandingkan gugus hidroksil pada selulosa.

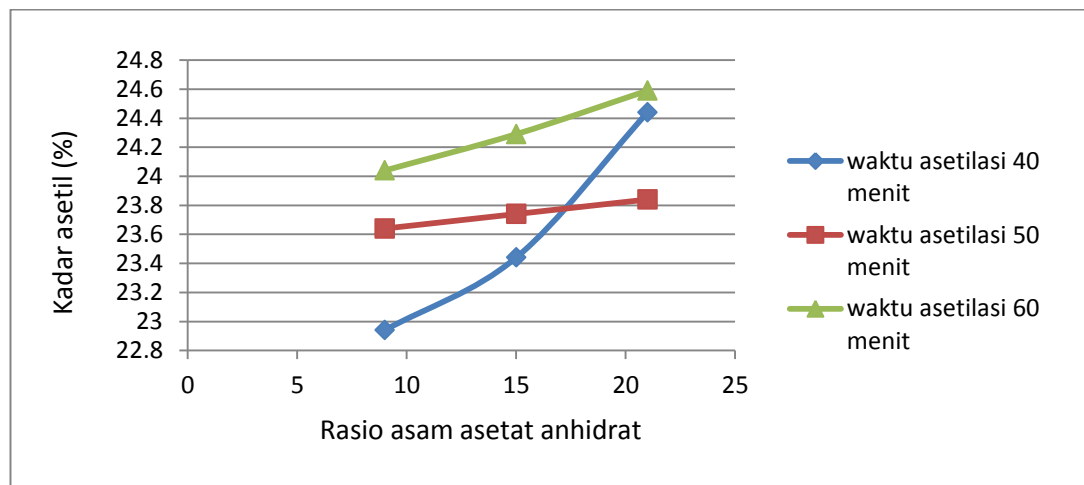


(Nurhayati dkk, 2014)

Selama proses asetilasi berlangsung dilakukan pendinginan untuk mencegah terjadinya panas yang berlebihan karena reaksi ini bersifat eksotermis.

Kadar air terendah yang diperoleh dari penambahan variasi asam asetat anhidrat 9 ml adalah 4,99% dengan variasi waktu asetilasi selama 40 menit. Sedangkan kadar air tertinggi diperoleh dari penambahan variasi asam asetat anhidrat sebanyak 21 ml adalah 5.14% dengan variasi waktu asetilasi selama 60 menit

#### **4.5 Pengaruh penambahan asam asetat anhidrat pada selulosa asetat terhadap kadar asetil dengan berbagai variasi waktu asetilasi**



Gambar 4. Grafik hubungan antara kadar asetil dengan rasio asam asetat anhidrat pada berbagai waktu asetilasi

Berdasarkan percobaan yang telah saya lakukan pada hubungan antara rasio asetat anhidrat dengan kadar asetil pada berbagai variasi waktu asetilasi untuk hasil kadar asetil secara lebih detail ditunjukkan pada tabel 3

Pada rasio asam asetat anhidrat paling optimal pada analisa kadar asetil adalah sampel dengan penambahan volume asam asetat anhidrat 21 ml dengan waktu asetilasi 60 menit. Pada penelitian ini hasil uji keragaman kadar asetil menunjukkan bahwa rasio asam asetat anhidrat dan waktu asetilasi dapat berpengaruh terhadap kadar asetil.

Menurut Fener dan Wegener (1984) menunjukkan bahwa kadar asetil dengan kadar 13,0 – 18,6% tidak dapat diaplikasikan sedangkan kadar asetil 22,2-32,2% dapat diaplikasikan kembali menjadi plastik kadar asetil 36,5-42,2% dapat diaplikasikan menjadi bennag film sedangkan dengan kadar asetil sebesar 42,2-44,8% dapat diaplikasikan menjadu benang film.

Selulosa asetat yang ditargetkan pada penelitian ini sesuai dengan tabel 2 dengan kadar asetil sebesar 22,2-32,2 %. Oleh karena itu didapatkan hasil kadar asetil yang optimal dengan kadar 24,59% yang dapat diaplikasikan kembali untuk pembuatan plastik. Waktu asetilasi yang lebih dari 1 jam akan menyebabkan

degradasi selulosa dan selulosa asetat yang terjadi akan semakin besar (Asnetty, 2007).

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa kadar asetil selulosa asetat meningkat seiring bertambahnya rasio asetat anhidrat. Hasil di atas menunjukkan bahwa rasio asetat anhidrat berpengaruh terhadap kadar asetil selulosa asetat. Peningkatan jumlah asetat anhidrat memberikan kesempatan bagi selulosa untuk bereaksi membentuk selulosa asetat. Semakin banyak selulosa asetat yang terkonversi menjadi selulosa asetat semakin tinggi pula kadar asetilnya.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Didapatkan pengaruh penambahan asetat anhidrat terhadap kadar air tertinggi : 5,14% dan kadar asetil : 24,59% pada pembuatan selulosa asetat dari selulosa mikrobial *nata de soya*.
2. Didapatkan pengaruh perbedaan waktu asetilasi terhadap kadar air dengan waktu asetilasi tertinggi 60 menit : 5,14% dan kadar asetil : 24,59% pada pembuatan selulosa asetat dari selulosa mikrobial *nata de soya*.

## 5.2 saran

1. Perlu dilakukan perbandingan antara selulosa asetat dari berbagai jenis selulosa mikrobial.
2. Perlu dilakukan variasi waktu aetilasi dan juga variasi asetat anhidrat

## DAFTAR PUSTAKA

- Cheng, H.N., Dowd, M.K., Selling, G.W., & Biswas, A (2010).** Synthesis of cellulose acetate from votton by products. *Carbohydrate polymers*. 80(2) ; 449 - 452.
- Coban, E.P, dan Biyik, H.,2011.,** *Evaluation of Different pH dan Temperature for Bacterial Cellulose production HS (Hestin Schramm) medium and Beet molasses Medium. African journal of microbiology Research.*
- Collado LS., 1987.,** *Nata; Processing and Problems of the industry in the Philipines tradional food and their processing in Asia.* Japan : Nodai Research Institute Tokyo University of Agriculture.

- Darwis A, Syamsu K, Suryani A, Yarni D., 2003.,***Proses pembuatan selulosa triasetat dari selulosa mikrobial untuk pembuatan membran mikrofiltrasi*. Paten Indonesia No:ID 0 000 619 S.
- Djajati, S., Sarofa, U., dan Syamsuk A.,** pembuatan Nata De Manggo (kajian:konsentrasi Sukrosa dan Lama Fermentasu). Laporan hasil penelitian Pusat Penelitian UPN “Veteran,” Jawa Timur.
- Desiyarni., 2006.,***Perancangan proses pembuatan selulosa asetat dari selulosa mikrobial untuk membran ultrafiltrasi* [Disertasi]. Bogor : Institut Teknologi Bogor.
- Fan, G, wang, M.,Lioa, C., Fang, T., Li, J., & Zhou, R.,(2013).** Isolation of cellulose from rice straw and its conversion into cellulosa acetate catalyzed by phosphotungstic acid. *Carbohydrate Polymers*. 94(1): 71-76.
- Fengel D, Wegener G.,1984.,** wood :*Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. Berlin : Walter de Gruyter.
- Keshk, S. M., 2004.,** Bacterial Cellulose Production and its Inudustri Aplications, *J Bioproc Biotechniq*.4 (2) : 2-10.
- Noffiar., 2009.,** *Lezatnya nata de soya* mampu menyelamatkan lingkungan.  
<http://fmk82.com>.
- Rindengan, B., 2004.,** *Nata de coco*, pengolahan, teknik perbanyak bibit dan pengembangannya.Monograf Pasca Panen Kelapa. Balitka Manado.Hal. 81-93.
- Rodrigues, G., Santos, D., Meireles, S., Maria, R., & Assunc, N.De., (2008).** Synthesis and characterization of cellulosa acetate produced from recycled newspaper. *Carbohydrate Poymers*. 73: 74-82.
- Safriani., 2000.,***Produksi Biopolimer dari selulosa asetat Nata de Soya* [tesis]. Bogor : Institut Teknologi Bogor.
- Sani CDS., 2012.,***Potensi Nata de cassava dari limbah cair tapioka sebagai membran selulosa asetat* [skripsi]. Bogor : Institut Teknologi Bogor.
- Stainer, Doudoroff, Adelberg., 1963.,** *The Microbial World*. Prentice Hall, inc.

- Sulistyo, Dwi, R and Andrian, N., 2007.** Pembuatan nata dan limbah cair tahu dengan menggunakan molasses sebagai sumber karbon *Acetobacter cylinum*. Ekuilibrium vol.6 No.1
- Widyaningsih, S. & Radiman, C.L., (2007).** Pembuatan selulosa asetat dari pulp kenaf (*Hibiscus cannabinus*). Jurnal Molekul. 2(1): 13-16.
- Winarno, FG, (2002),** pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Standarisasi NaOH

Pengujian	Vol as. Oksalat (ml)	N as. Oksalat (N)	Vol NaOH (ml)	N NaOH (N)
1	10	0,5	10,4	0,4808
2	10	0,5	10,2	0,4902
<b>Rata-rata</b>				<b>0,4855</b>

- Perhitungan N NaOH pengujian 1 :  

$$V_{\text{as.oksalat}} \times N_{\text{as.oksalat}} = V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}}$$



$$\begin{aligned}
 N_{\text{NaOH}} &= \frac{\text{Vas.oxalat} \times N_{\text{as.oxalat}}}{V_{\text{NaOH}}} \\
 &= \frac{10 \times 0,5}{10,4} \\
 &= 0,4808 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan N NaOH pengujian 2 :

$$\begin{aligned}
 \text{V}_{\text{as.oxalat}} \times N_{\text{as.oxalat}} &= \text{V}_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \\
 N_{\text{NaOH}} &= \frac{\text{V}_{\text{as.oxalat}} \times N_{\text{as.oxalat}}}{V_{\text{NaOH}}} \\
 &= \frac{10 \times 0,5}{10,2} \\
 &= 0,4902 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- Rata-rata  $N_{\text{NaOH}}$ 

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,4808 + 0,4902}{2} \\
 &= 0,4855 \text{ N}
 \end{aligned}$$

## Lampiran 2. Standarisasi HCL

Pengujian	Vol Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (ml)	N Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (N)	Vol HCl (ml)	N HCl (N)
1	10	0,5	10,5	0,4762
2	10	0,5	10,3	0,4854
<b>Rata- rata</b>				<b>0,4808</b>

- Perhitungan N HCl pengujian 1 :

$$\begin{aligned}
 \text{V}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} &= \text{V}_{\text{HCl}} \times N_{\text{HCl}} \\
 N_{\text{HCl}} &= \frac{\text{V}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times N_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{V_{\text{HCl}}} \\
 &= \frac{10 \times 0,5}{10,4} \\
 &= 0,4762 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan N HCL pengujian 2 :

$$\begin{aligned}
 \text{V}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} &= \text{V}_{\text{HCl}} \times N_{\text{HCl}} \\
 N_{\text{HCl}} &= \frac{\text{V}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times N_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{V_{\text{HCl}}} \\
 &= \frac{10 \times 0,5}{10,3} \\
 &= 0,4854 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- Rata-rata  $N_{\text{HCl}}$ 

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,4762 + 0,4854}{2}
 \end{aligned}$$

$$= 0,4808 \text{ N}$$

### Lampiran 3. Tabel Kadar air selulosa mikrobial

Ulangan	W1 (g)	W2 (g)	W3 (g)	Kadar Air (%)	Rata-rata
1	2,2773	0,9750	3,1550	9,98 %	
2	2,4951	0,9750	3,3510	12,22 %	12,17 %
3	2,4857	0,9750	3,3212	14,31 %	

#### A. Kadar Air Selulosa mikrobial

##### 1. Kadar air

$$\text{Kadar Air (\%)} = 1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\%$$

Keterangan :

W1 : bobot cawan kosong.

W2 : bobot sampel yang ditimbang.

W3 : bobot sampel + cawan timbang setelah dikeringkan konstan.

- Kadar Air (%) =  $1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\%$

=  $1 - \frac{3,1550 - 2,2773}{0,9750} \times 100\%$

=  $1 - \frac{0,8777}{0,9750} \times 100\%$

= 9,98 %
- Kadar Air (%) =  $1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\%$

=  $1 - \frac{3,3510 - 2,4951}{0,9750} \times 100\%$

=  $1 - \frac{0,8559}{0,9750} \times 100\%$

= 12,22 %
- Kadar Air =  $1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\%$

$$= 1 - \frac{3,3212 - 2,4857}{0,9750} \times 100\%$$

$$= 1 - \frac{0,8355}{0,9750} \times 100\%$$

$$= 14,31 \%$$

**lampiran 4. Tabel Kadar  $\alpha$ -selulosa mikrobial**

Ulangan	W1 (g)	W2 (g)	W3 (g)	Kadar $\alpha$ -selulosa mikrobial (%)	Rata-rata
1	30,1050	1,0060	30,8570	83,03 %	
2	30,1120	1,0030	30,8620	85,18 %	85,87 %
3	30,1050	1,0010	30,8710	89,41 %	

2. Kadar  $\alpha$ -selulosa mikrobial (%)

$$Kadarselulosa (\%) = \frac{W3 - W1}{(1 - m) \times w2} \times 100\%$$

- $$\begin{aligned} \text{Kadar selulosa (\%)} &= \frac{W3 - W1}{(1 - m) \times w2} \times 100\% \\ &= \frac{30,8570 - 30,1050}{(1 - 0,0998) \times 1,0060} \times 100\% \\ &= \frac{0,752}{0,9002 \times 1,0060} \times 100\% \\ &= \frac{0,752}{0,9056} \times 100\% \\ &= 83,03\% \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{Kadar selulosa (\%)} &= \frac{W3 - W1}{(1 - m) \times w2} \times 100\% \\ &= \frac{30,8620 - 30,1120}{(1 - 0,1222) \times 1,0030} \times 100\% \\ &= \frac{0,75}{0,8778 \times 1,0030} \times 100\% \\ &= \frac{0,75}{0,8804} \times 100\% \\ &= 85,18\% \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \text{Kadar selulosa (\%)} &= \frac{W3 - W1}{(1 - m) \times w2} \times 100\% \\ &= \frac{30,8710 - 30,1050}{(1 - 0,1431) \times 1,0010} \times 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,766}{0,8569 \times 1,0010} \times 100\% \\
 &= \frac{0,766}{0,8567} \times 100\% \\
 &= 89,41\%
 \end{aligned}$$

### 3. Kadar Air pada variabel rasio asetat anhidrat dan waktu asetilasi

$$\text{Kadar Air (\%)} = 1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\%$$

Keterangan :

W1 : bobot cawan kosong.

W2 : bobot sampel yang ditimbang.

W3 : bobot sampel + cawan timbang setelah dikeringkan konstan.

**Waktu asetilasi: 40 menit**

- Kadar Air
 
$$\begin{aligned}
 &= 1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\% \\
 &= 1 - \frac{3,1150 - 2,2010}{0,9620} \times 100\% \\
 &= 1 - \frac{0,914}{0,9620} \times 100\% \\
 &= 1 - 0,9501 \times 100\% \\
 &= 4,99\%
 \end{aligned}$$
- Kadar Air
 
$$\begin{aligned}
 &= 1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\% \\
 &= 1 - \frac{3,1145 - 2,2008}{0,9620} \times 100\% \\
 &= 1 - \frac{0,9137}{0,9620} \times 100\% \\
 &= 1 - 0,9497 \times 100\% \\
 &= 5,03\%
 \end{aligned}$$
- Kadar Air
 
$$\begin{aligned}
 &= 1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\% \\
 &= 1 - \frac{3,1140 - 2,2005}{0,9620} \times 100\% \\
 &= 1 - \frac{0,9135}{0,9620} \times 100\% \\
 &= 1 - 0,9495 \times 100\% \\
 &= 5,05\%
 \end{aligned}$$

**Waktu asetilasi: 50 menit**

- Kadar Air  $= 1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\%$   
 $= 1 - \frac{3,1155 - 2,2020}{0,9620} \times 100\%$   
 $= 1 - \frac{0,9135}{0,9620} \times 100\%$   
 $= 1 - 0,9495 \times 100\%$   
 $= 5,05\%$
- Kadar Air  $= 1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\%$   
 $= 1 - \frac{3,1147 - 2,2014}{0,9620} \times 100\%$   
 $= 1 - \frac{0,9133}{0,9620} \times 100\%$   
 $= 1 - 0,9493 \times 100\%$   
 $= 5,07\%$
- Kadar Air  $= 1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\%$   
 $= 1 - \frac{3,1145 - 2,2015}{0,9620} \times 100\%$   
 $= 1 - \frac{0,913}{0,9620} \times 100\%$   
 $= 1 - 0,9490 \times 100\%$   
 $= 5,1\%$

**Waktu asetilasi: 60 menit**

- Kadar Air  $= 1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\%$   
 $= 1 - \frac{3,1160 - 2,2030}{0,9620} \times 100\%$   
 $= 1 - \frac{0,913}{0,9620} \times 100\%$   
 $= 1 - 0,9490 \times 100\%$   
 $= 5,1\%$
- Kadar Air  $= 1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\%$   
 $= 1 - \frac{3,1155 - 2,2027}{0,9620} \times 100\%$   
 $= 1 - \frac{0,9128}{0,9620} \times 100\%$   
 $= 1 - 0,9488 \times 100\%$

$$\begin{aligned}
 &= 5,12\% \\
 \bullet \text{ Kadar Air} &= 1 - \left[ \frac{W_3 - W_1}{W_2} \right] \times 100\% \\
 &= 1 - \frac{3,1150 - 2,2024}{0,9620} \times 100\% \\
 &= 1 - \frac{0,9126}{0,9620} \times 100\% \\
 &= 1 - 0,9486 \times 100\% \\
 &= 5,14\%
 \end{aligned}$$

#### 4. Kadar Asetil

$$\text{Kadar Asetil (\%)} = [(D-C) \times Na + (A-B) \times Nb] \times \frac{F}{W}$$

Keterangan :

A = ml NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi contoh

B = ml NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi blanko

C = ml HCL yang dibutuhkan untuk titrasi contoh

D = ml HCL yang digunakan untuk titrasi blanko

Na = normalitas HCL

Nb = normalitas NaOH

F = 4,305 untuk kadar asetil

W = bobot contoh (g)

**Waktu asetilasi : 40 menit**

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Kadar Asetil (\%)} &= [(D-C) \times Na + (A-B) \times Nb] \times \frac{F}{W} \\
 &= [(20-7) \times 0,5 + (35-10) \times 0,5] \times \frac{4,305}{1,0910} \\
 &= [6,5 + 12,5 + 3,9459] \\
 &= 22,94\% \\
 \bullet \text{ Kadar Asetil (\%)} &= [(D-C) \times Na + (A-B) \times Nb] \times \frac{F}{W} \\
 &= [(20-6,5) \times 0,5 + (35-9,5) \times 0,5] \times \frac{4,305}{1,0910} \\
 &= [6,75 + 12,75 + 3,9459]
 \end{aligned}$$

$$= 23,44\%$$

- Kadar Asetil (%) =  $[(D-C) \times Na + (A-B) \times Nb] \times \frac{F}{W}$   
 =  $[(20-6,) \times 0,5 + (35-9,) \times 0,5] \times \frac{4,305}{1,0910}$   
 =  $[ 7 + 13,5 + 3,9459]$   
 = 24,44%

#### Waktu asetilasi : 50 menit

- Kadar Asetil (%) =  $[(D-C) \times Na + (A-B) \times Nb] \times \frac{F}{W}$   
 =  $[(20-6,3) \times 0,5 + (35-9,3) \times 0,5] \times \frac{4,305}{1,0910}$   
 =  $[6,85 + 12,85 + 3,9459]$   
 = 23,64%

- Kadar Asetil (%) =  $[(D-C) \times Na + (A-B) \times Nb] \times \frac{F}{W}$   
 =  $[(20-6,2) \times 0,5 + (35-9,2) \times 0,5] \times \frac{4,305}{1,0910}$   
 =  $[ 6,9 + 12,9 + 3,9459]$   
 = 23,74%

- Kadar Asetil (%) =  $[(D-C) \times Na + (A-B) \times Nb] \times \frac{F}{W}$   
 =  $[(20-6,1) \times 0,5 + (35-9,1) \times 0,5] \times \frac{4,305}{1,0910}$   
 =  $[ 6,95 + 12,95 + 3,9459]$   
 = 23,84%

#### Waktu asetilasi : 60 menit

- Kadar Asetil (%) =  $[(D-C) \times Na + (A-B) \times Nb] \times \frac{F}{W}$   
 =  $[(20-5,9) \times 0,5 + (35-8,9) \times 0,5] \times \frac{4,305}{1,0910}$

$$= [7,05 + 13,05 + 3,9459]$$

$$= 24,04\%$$

- Kadar Asetil (%) =  $[(D-C) \times Na + (A-B) \times Nb] \times \frac{F}{W}$

$$= [(20-5,7) \times 0,5 + (35-8,6) \times 0,5] \times \frac{4,305}{1,0910}$$

$$= [7,15 + 13,2 + 3,9459]$$

$$= 24,29\%$$

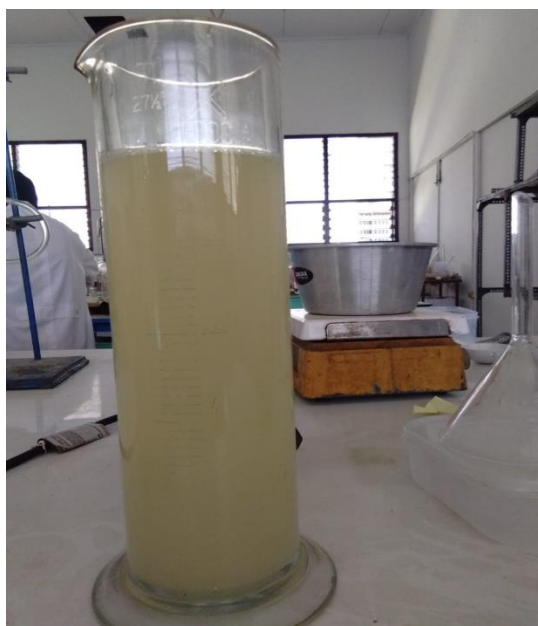
- Kadar Asetil (%) =  $[(D-C) \times Na + (A-B) \times Nb] \times \frac{F}{W}$

$$= [(20-5,4) \times 0,5 + (35-8,3) \times 0,5] \times \frac{4,305}{1,0910}$$

$$= [7,3 + 13,35 + 3,9459]$$

$$= 24,59\%$$

### Lampiran 5. Gambar limbah cair tabung

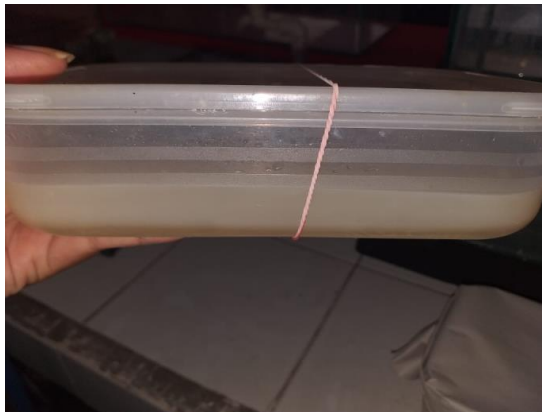




**Lampiran 6. Gambar starter nata**




**Lampiran 7. Gambar Nata de soya**





LEMBAR BIMBINGAN TUGAS PENELITIAN


Nama : Iis Laraswati  
 NIM : 21150214D  
 Program Studi : S1 TEKNIK KIMIA  
 Judul Tugas Penelitian : Pengaruh penambahan variasi Asetat Anhidrat pada pembuatan Selulosa Asetat dari Selulosa Mikrobial Nata de Soya

NO	Tanggal	Acara Bimbingan	Paraf Dosen
1.	18 NOV 2019	Bab IV	
2.	25 NOV 2019	Revisi Hasil penelitian	
3.	27 NOV 2019	Bimbingan Pembahasan	
4.	3 Dec 2019	Revisi Pembahasan	
5.	10 Dec 2019	Revisi pembahasan	
6.	23 Dec 2019	Revisi pembahasan	
7.	3 Jan 2020	Revisi Pembahasan & kesimpulan	
8	7 Jan 20 20	ACC Penelitian	

Dinyatakan Selesai :

Tanggal : 29/1/2020

Dosen Pembimbing

  
 Dewi Astuti Herawati, ST, M.Eng