



**AMIN (ANTIBACTERIAL MILKING MACHINE) ALAT PERAH SUSU  
OTOMATIS TERMODIFIKASI MEMBRAN NANO KITOSAN/PVA/AgNPs  
SEBAGAI PENYARING DAN PEMBUNUH BAKTERI PADA SUSU**

**Diusulkan oleh:**

**Nurwarrohman Andre Sasongko (24030115130107/ Angkatan 2015)**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2018**

## PENGESAHAN

1. Judul : AMIN (ANTIBACTERIAL MILKING MACHINE) ALAT PERAH SUSU OTOMATIS TERMODIFIKASI MEMBRAN NANO KITOSAN/PVA/AgNPs SEBAGAI PENYARING DAN PEMBUNUH BAKTERI PADA SUSU
2. Penulis
- a. Nama Lengkap/ NIM : Nurwarrohman Andre S/24030115130107
- b. Jurusan : Kimia
- c. Alamat Semarang : Kaliajang lama RT 06/01 Sukorejo
- d. Telp. / No. HP : 082134560050
- e. Alamat email : [nurwarrohmanandres@gmail.com](mailto:nurwarrohmanandres@gmail.com)
3. Dosen Pendamping
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Retno Ariadi Lusiana, S.Si.,M.Si
- b. NIDN : 0002127004
- c. Alamat Rumah/ No. Telp. : Jalan Mekarsari 9, Purwodadi Grobogan
- d. Email dan no. HP : [retno.lusiana@live.undip.ac.id](mailto:retno.lusiana@live.undip.ac.id) / 08773944384

Semarang, 18 April 2018

Menyetujui

Wakil Dekan Akademik dan Kemahasiswaan Penulis  
Fakultas Sains dan Matematika



Drs. Bayu Surarso, M.Sc, Ph.D)  
NIP. 196311051998031001

(Nurwarrohman Andre Sasongko)  
NIM.24030115130107

Wakil Rektor Akademik dan Kemahasiswaan Dosen Pendamping  
Universitas Diponegoro



Prof. Dr. Ir. Muhammad Zainuri, DEA)  
NIP. 196207131987031003

(Dr. Retno Ariadi Lusiana, S.Si.,M.Si)  
NIP.197012021997022001

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan yang Mahakuasa, berkat rahmat-Nya penulis bisa menyelesaikan karya tulis yang berjudul **AMIN (ANTIBACTERIAL MILKING MACHINE) ALAT PERAH SUSU OTOMATIS TERMODIFIKASI MEMBRAN NANO KITOSAN/PVA/AgNPs SEBAGAI PENYARING DAN PEMBUNUH BAKTERI PADA SUSU**. Karya tulis ilmiah ini diajukan guna memenuhi SELEKSI PILMAPRES TINGKAT NASIONAL TAHUN 2018

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sehingga karya tulis ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Karya tulis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi sempurnanya makalah ini. Semoga karya tulis ini memberikan inovasi untuk perkembangan teknologi di Indonesia.

Semarang, 18 April 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PRAKATA</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	v
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat .....	3
<b>BAB II. TELAAH PUSTAKA</b>	
2.1 Susu .....	4
2.2 Membran.....	4
2.3 Membran Kitosan/PVA/AgNPs .....	4
2.4 Metode Inversi Fasa.....	5
2.5 Mekanisme Kerja Membran .....	6
2.6 Membran Ultrafiltrasi .....	6
2.7 Metode Biosintesis Nanopartikel Perak.....	7
<b>BAB III ANALISIS DAN SINTESIS</b>	
3.1 Membran Nano Kitosan/PVA .....	8
3.2 Uji <i>Fourier Transform-Infrared Spectroscopy</i> .....	9
3.3 Hasil Uji SEM Membran Kitosan/PVA/AgNPs.....	10
3.4 Uji Ketahanan pH .....	11
3.5 Desain Membran dan Cara Kerja AMIN .....	12
3.6 Keunggulan AMIN .....	13
<b>BAB IV SIMPULAN DAN REKOMENDASI</b>	
4.1 Simpulan .....	14
4.2 Rekomendasi .....	14
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	15

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Reaksi Kitosan/PVA .....	5
<b>Gambar 2.</b> Proses Kerja Membran (material di (A) pindah ke (B)) .....	6
<b>Gambar 3.</b> Proses biosintesis AgNPs (Guzman, 2012) .....	7
<b>Gambar 4.</b> Reaksi <i>crosslinking</i> Kitosan/PVA .....	8
<b>Gambar 5.</b> Spektra FTIR membrane.....	9
<b>Gambar 6.</b> Hasil SEM membran kitosan/PVA/AgNPs sebelum penyaringan bakteri (a) dan setelah penyaringan bakteri (b).....	10
<b>Gambar 7.</b> Uji Ketahanan Membran kitosan/PVA/AgNPs terhadap pH.....	11
<b>Gambar 8.</b> Desain model tabung pemerah susu termodifikasi nano membran kitosan/PVA/AgNPs .....	12

## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Surat pernyataan

**Lampiran 2.** Dokumentasi

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1.Latar Belakang

Susu adalah salah satu produk peternakan yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat Indonesia untuk memenuhi kebutuhan nutrisi. Menurut Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan pada tahun 2016 jumlah konsumsi susu nasional dan import susu meningkat dari tahun ke tahun namun produksi susu di Indonesia pada posisi yang stagnan. Kendala produksi susu secara umum adalah rendahnya kualitas susu dari peternak sapi di Indonesia. Berdasarkan data dari CODEC, standar maksimum total bakteri pada susu 1.000.000 koloni/mL, namun rerata total bakteri pada susu sapi di Indonesia adalah sekitar 3.000.000 koloni/mL. Tingginya bakteri ini dapat menyebabkan susu cepat basi yang menyebabkan harga jual susu menjadi rendah bahkan tidak laku dan pada akhirnya dibuang. Rendahnya kualitas susu yang ada di Indonesia ini dikarenakan belum adanya teknologi yang tepat pada proses pemerahan sampai pasca pemerahan.

Untuk mengatasi masalah tersebut, digunakan teknologi pasteurisasi, suatu proses yang bertujuan untuk membunuh bakteri patogen dan non patogen, serta memperpanjang masa simpan susu (Bozkurt, 2017). Namun, pasteurisasi memiliki beberapa kelemahan, seperti : susu tidak tahan lama, mudah rusak pada suhu ruang, hanya mampu menghambat pertumbuhan spora bakteri namun tidak mematikan spora, mengakibatkan *loss nutrition*. Selain itu penanganan pada suhu yang tidak tepat menyebabkan bakteri patogen tetap hidup didalam susu, yang mengakibatkan ketahanan susu menjadi berkurang. Oleh karenanya, teknologi tersebut harus diikuti dengan penyimpanan pada suhu rendah.

Nano-teknologi sedang berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Pemanfaatan membran kitosan di bidang industri sedang ramai dikaji dan dikembangkan terutama membran nano-kitosan. Salah satu tujuan penggunaannya adalah untuk meningkatkan sifat antibakteri dan ultrafiltrasi pada minuman. Kitosan memiliki gugus amina ( $-NH_2$ ) sangat reaktif, pada pH rendah bermuatan positif sehingga mampu berikatan dengan dinding sel bakteri yang bermuatan

negatif (Sholihatunnisa, 2015). Bentuk kitosan dalam ukuran nanopartikel mampu menambah aktivitas antibakteri. Membran merupakan suatu lapisan semipermeabel yang bertindak sebagai saringan antara dua fasa fluida yaitu fasa umpan (feed) dan fasa hasil pemisahan (permeat). Pemaduan kitosan dengan PVA (polivinil alkohol) dapat dimanfaatkan sebagai membran ultrafiltrasi. Membran ultrafiltrasi merupakan membran dengan spektrum filtrasi terletak diantara nanofiltrasi dan mikrofiltrasi dan memisahkan konstituen yang berukuran 1–100 nanometer (nm). Untuk meningkatkan sifat antibakteri dilakukan *dopping* menggunakan AgNPs, suatu *silver nanoparticle size*.

Dari permasalahan dan potensi yang ada maka diciptakan sebuah inovasi untuk menghilangkan bakteri dalam susu tanpa merusak kandungan nutrisi yang ada dalam susu tersebut. Inovasi yang diciptakan adalah AMIN (*ANTIBACTERIAL MILKING MACHINE*). Prinsip kerja alat ini adalah penyaringan susu dengan filter berbahan dasar kitosan paduan PVA dan ter'*dopping* AgNPs. Gugus reaktif  $-NH_2$  pada kitosan akan dimanfaatkan untuk berikatan dengan sel dinding bakteri yang bermuatan negatif. Selanjutnya dilakukan pemaduan dengan PVA untuk memperkecil ukuran membran menjadi 10 nm, yang lebih kecil dari ukuran bakteri (0.5-5  $\mu m$ ) agar bakteri terjepit. Untuk meningkatkan sifat antibakteri, dilengkapi dengan *dopping* menggunakan AgNPs. Dengan terciptanya alat ini diharapkan kualitas susu lokal akan meningkat, dengan indikasi hilangnya bakteri pada susu sehingga produksi susu local meningkat dan berimplikasi terhadap peningkatan pendapatan peternak sapi perah.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam karya ilmiah ini :

1. Bagaimana formulasi yang tepat pada pembuatan membran?
2. Bagaimana karakterisasi sifat membran kitosan/PVA/AgNPs?
3. Bagaimana cara kerja mesin pemerah susu?

### **1.3 Tujuan**

Penelitian ini secara umum bertujuan mengatasi permasalahan kualitas susu di Indonesia melalui inovasi pembuatan membran nano dari kitosan (kulit udang), PVA dan AgNPs, melalui metode inversi fasa yang didasarkan pada penelitian eksperimental murni sebagai pemeras susu berfilter nano.

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Mengembangkan formulasi membran berbasis nanoteknologi terapan.
2. Melakukan uji mekanik dan kimiawi formulasi nanokitosan, PVA dan AgNPs sebagai membran
3. Pengembangan riset di bidang industri peternakan dalam mengatasi permasalahan buruknya kualitas susu

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari alat ini adalah meningkatkan kualitas produksi susu lokal yang bebas dari bakteri dan memiliki gizi maksimal, serta menghasilkan susu yang dapat langsung diminum. Mengurangi jumlah impor susu, dan meningkatkan perekonomian masyarakat yang bekerja dalam usaha susu ternak. Selain itu pemerah susu ini berpotensi dijadikan bisnis dibidang perindustrian, wisata, dan pendidikan

## **BAB II**

### **TELAAH PUSTAKA**

#### **2.1 Susu**

Masalah yang sering dihadapi dalam pengolahan susu adalah kerusakan yang terjadi akibat pengaruh bakteri. Bakteri yang terdapat dalam susu adalah *Streptococcus lactis*, *Aerobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus* dan *Bacillus* (Quigley, 2011). Susu juga dapat tercemar bibit penyakit dari binatang penghasil susu itu sendiri (TBC, sakit mulut dan kuku), orang yang memeras susu dan alat yang tidak bersih atau yang dicuci dengan air kotor (Quigley, 2014).

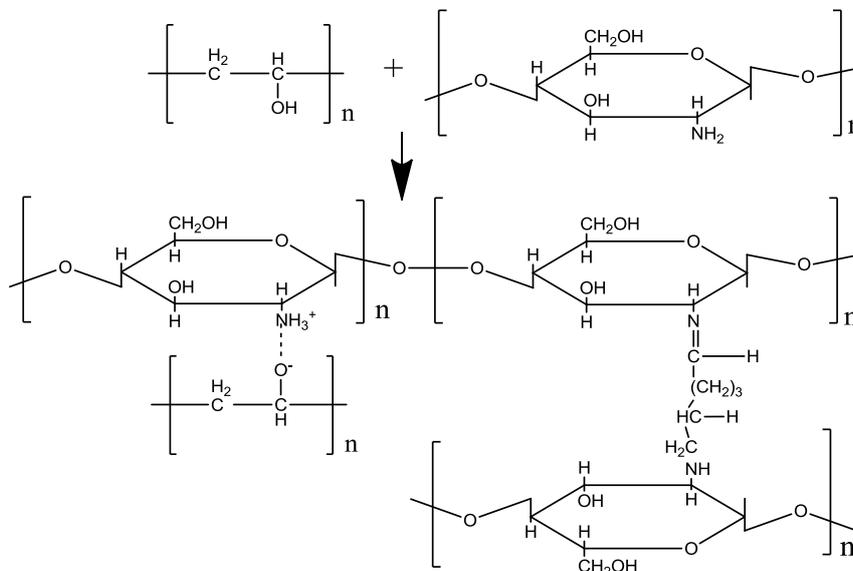
#### **2.2 Membran**

Membran merupakan lapisan tipis yang dapat melewatkan spesi tertentu dan menolak spesi lain secara selektif. Teknologi membran mempunyai beberapa keunggulan, seperti: proses pemisahan berlangsung pada suhu kamar, proses kontinue, penggunaan energi yang rendah dan tidak membutuhkan prapreparasi. Membran dapat dibuat dari bahan organik dan anorganik, yang disesuaikan dengan kebutuhan pemisahan. Beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh membran: berkekuatan mekanik, selektif, spesifik dan berkemampuan sebagai filter.

#### **2.3 Membran Nano Kitosan/PVA/AgNPs**

Membran kitosan dibuat menggunakan bahan baku kitosan, suatu polimer alam yang merupakan turunan kitin. Kitosan merupakan senyawa polikationik dengan ketersediaan tinggi di alam yang biodegradabel, kompatibel dan nontoksik. Kandungan gugus amina berulang ( $-NH_2$ ) pada rantai *backbone*, membuat kitosan mampu terlarut dalam sistem asam encer, dan selanjutnya melalui proses inversi fasa membentuk film tipis membran (Lusiana, 2016). Karena kemudahan pembuatannya, membran berbasis kitosan semakin meluas penggunaannya dalam industri.

Persyaratan utama suatu membran adalah kekuatan mekanik, untuk menjaga agar membran tidak mudah rusak oleh tekanan lingkungan. Namun, membran berbahan dasar kitosan *pure* tidak cukup kuat menahan tekanan dari lingkungan, sehingga perlu dilakukan pemaduan menggunakan senyawa lain yang memiliki kekuatan mekanik lebih tinggi seperti polivinil alkohol (PVA). PVA merupakan polimer sintetik bersifat non-toksik dan inert, yang bergugus fungsi hidroksil ( $-\text{OH}$ ). Pada lingkungan yang sesuai akan terjadi ikatan hidrogen antara gugus  $-\text{OH}$  dari PVA dengan gugus  $-\text{NH}_2$  dan  $-\text{OH}$  dari kitosan (Gambar 1). Ikatan hidrogen ini membuat membran menjadi lebih kuat, sehingga meningkatkan kekuatan mekanik. Untuk meningkatkan sifat antibakteri dilakukan *dopping* menggunakan AgNPs, suatu *silver nanoparticle size* yang dapat disintesis dengan cara *green synthesis nanoparticle size* (Guzman, 2012)



**Gambar 1.** Reaksi Kitosan/PVA

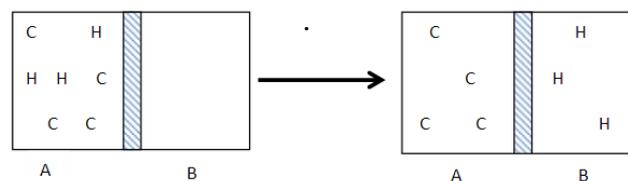
#### 2.4 Metode Inversi Fasa (presipitasi terendam)

Membran inversi fasa dapat dibuat dari berbagai macam polimer dengan syarat polimer yang digunakan harus larut pada pelarut yang sesuai atau campuran pelarut. Secara umum membran dapat dibuat menjadi dua konfigurasi yaitu datar (lembaran) atau pipa (turbular). Tahapan dasar pembuatan membran dengan teknik inversi fasa yaitu pembuatan larutan polimer, proses casting (penebaran diatas permukaan) membentuk lapisan tipis (100-200  $\mu\text{m}$ ), perendaman di non pelarut di bak koagulasi, perlakuan akhir inversi fasa adalah suatu proses dimana

polimer ditransformasi dari fasa cair ke fasa padat melalui mekanisme pengontrolan tertentu (Lusiana, 2016). Proses perubahan fasa ini sangat sering diawali dengan transisi fasa cairan pembentuk membran dari satu fasa cairan menjadi dua fasa cairan (liquid-liquid demixing). Pada tahap tertentu selama proses *demixing*, salah satu fasa cairan mengalami pembekuan sehingga fasa padat terbentuk. Dengan mengendalikan tahap awal perubahan fasa, maka morfologi membran dapat dikendalikan. Kebanyakan membran yang diproduksi dengan presipitasi terendam. Larutan polimer (dope) disebar pada media pencetakan kemudian direndam di bak koagulasi yang berisi non-pelarut. Presipitasi terjadi karena pertukaran pelarut dan non-pelarut. Struktur membran yang dihasilkan merupakan akibat dari kombinasi perpindahan masa dan pemisahan fasa.

## 2.5 Mekanisme Kerja Membran

Membran merupakan suatu lapisan semipermeabel antara dua fasa fluida yaitu fasa umpan (feed) dan fasa hasil pemisahan (permeat). Membran 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 (Aguero, 2018)



**Gambar 2.** Proses Kerja Membran (material di (A) pindah ke (B))

Agar terjadi perpindahan dari fasa larutan umpan ke fasa larutan permeat diperlukan adanya suatu gaya dorong. Gaya dorong perpindahan dapat berupa perbedaan konsentrasi ( $\Delta C$ ), perbedaan tekanan ( $\Delta P$ ), perbedaan temperatur ( $\Delta T$ ), dan perbedaan medan listrik ( $\Delta E$ )

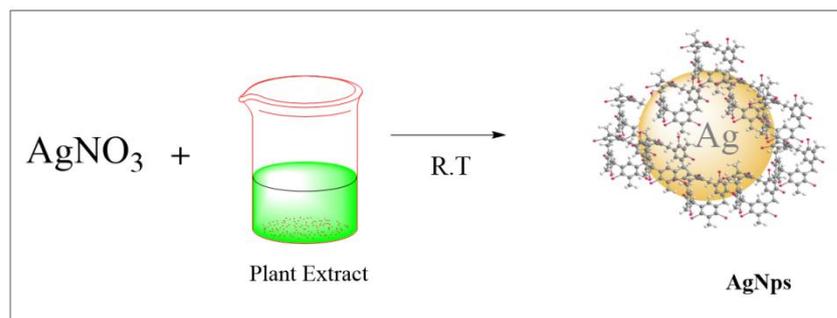
## 2.6 Membran Ultrafiltrasi

Secara umum membran dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu membran berpori (*porous*) dan tidak berpori (*non porous*), membran polimer

(organik) dan keramik (non organik), membran bermuatan dan tidak bermuatan. Membran ultrafiltrasi adalah membran yang spektrum filtrasinya terletak antara nanofiltrasi dan mikrofiltrasi dan memisahkan konstituen yang berukuran 1–100 nm, dan beratnya sekitar 500-500.000 Dalton. Mekanisme kerja membran ultrafiltrasi berdasarkan perbedaan ukuran molekul dengan tekanan. Ultrafiltrasi dapat mengontrol mikroorganisme patogen kecil seperti virus dengan sangat efektif dan mengurangi kekeruhan air (Cruz, 2017).

### 2.7 Metode Biosintesis Nanopartikel Perak

saat ini sudah cukup banyak dikembangkan metode sintesis nanopartikel dengan menggunakan media dari bahan-bahan biologi baik mikroorganisme maupun ekstrak dari tumbuh-tumbuhan, yang disebut dengan metode biosintesis. Metode biosintesis ini memiliki beberapa keuntungan antara lain hemat biaya, ramah lingkungan dan tidak berbahaya. Metode ini tergolong masih dalam tahap perkembangan, sehingga berbagai masalah sering dihadapi berkenaan dengan stabilitas sintesis, pengendalian pertumbuhan kristal dan agregasi partikel.



**Gambar 3.** Proses biosintesis AgNPs (Guzman, 2012).

Pemanfaatan bahan-bahan biologi untuk sintesis nanopartikel dilakukan dengan memanfaatkan senyawa-senyawa organik yang terkandung dalam makhluk hidup, seperti enzim (sueroksida dismutase, katalase, glutation, peroksidase), protein seperti metalotionin, fitokelatin, karbohidrat, atau kelompok senyawa metabolit sekunder seperti terpenoid dan flavonoid) (Guzman, 2012).

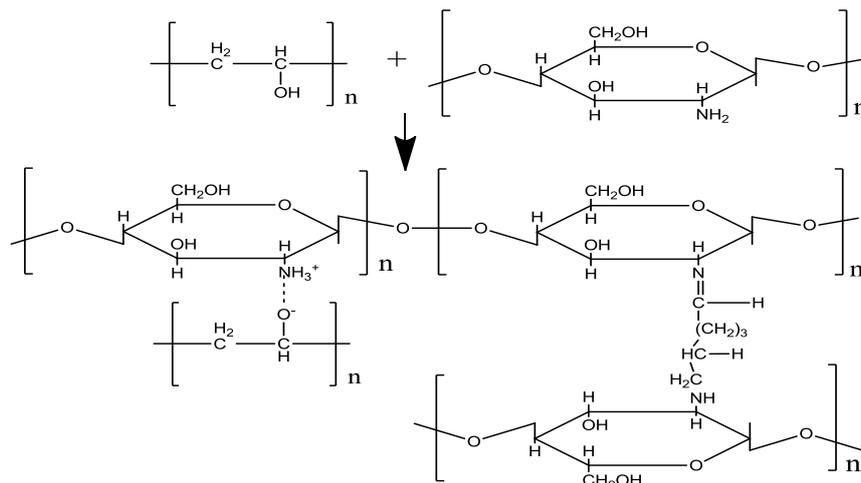
## BAB III ANALISIS DAN SINTESIS

### 3.1 Membran Nano Kitosan/PVA

#### 3.1.1 Sifat Antibakteri Membran Kitosan

Mekanisme kerja zat antimikroba secara umum adalah dengan merusak struktur-struktur utama dari sel mikroba seperti dinding sel, sitoplasma, ribosom, dan membran sitoplasma. Muatan positif dari gugus (-NH<sub>2</sub>) pada kitosan dapat berinteraksi dengan muatan negatif pada permukaan sel bakteri (Sholihatunnisa, 2015). Adanya kerusakan pada dinding sel mengakibatkan pelemahan kekuatan dinding sel, bentuk dinding sel menjadi abnormal, dan pori-pori dinding sel membesar. Hal tersebut mengakibatkan dinding sel tidak mampu mengatur pertukaran zat-zat dari dan ke dalam sel, kemudian membran sel menjadi rusak dan mengalami lisis sehingga aktifitas metabolisme akan terhambat dan pada akhirnya akan mengalami kematian. Dengan sifat tersebut kitosan dapat menghambat pertumbuhan bakteri susu .

#### 3.1.2 Reaksi Kimia Kitosan-PVA

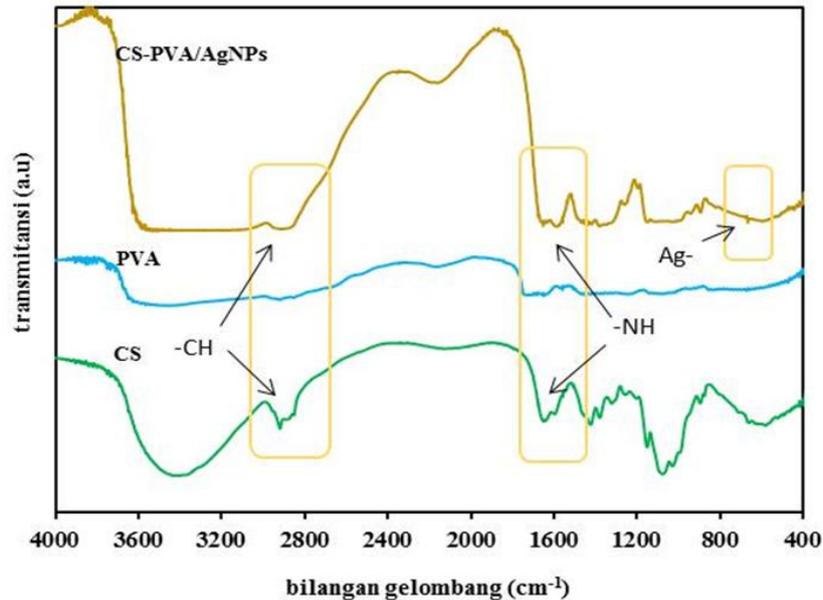


**Gambar 4.** Reaksi *crosslinking* Kitosan/PVA

Reaksi antara kitosan dan PVA dapat terjadi melalui pembentukan ikatan hidrogen, baik inter maupun antar molekul. PVA merupakan suatu polimer linear, begitu juga dengan kitosan. Pada kondisi tertentu, kedua polimer dapat terlibat dalam suatu system berkesetimbangan dan akhirnya saling berikatan satu sama

lain. Apabila rantai-rantai polimer digabungkan oleh ikatan kimia maka polimer tersebut dikatakan telah mengalami proses *cross-linking*. Lebih penting lagi, *cross-linking* bisa mengubah polimer dalam bentuk cairan ke bentuk padatan, yang sering digunakan pada setting bahan cetak (Lusiana, 2016).

### 3.2 Analisis *Fourier Transform-Infrared Spectroscopy* (FTIR)



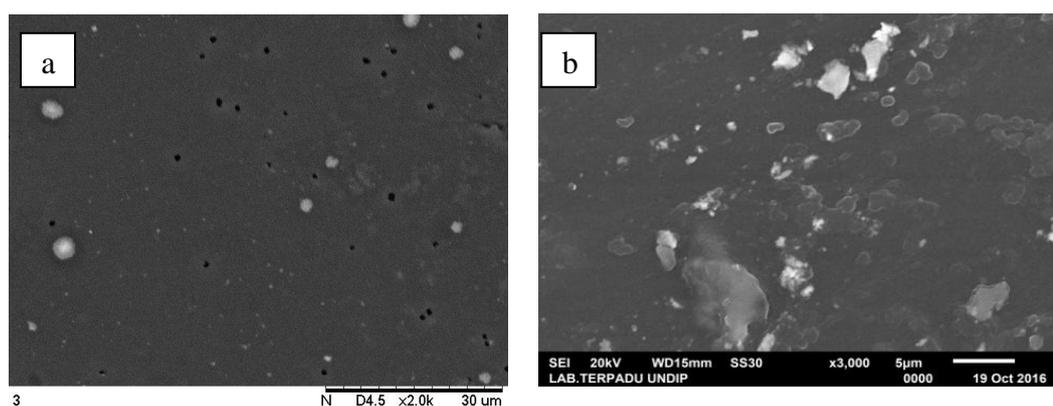
**Gambar 5.** Spektra FTIR membran

Dari spektra FTIR pada Gambar 4, menunjukkan adanya serapan pada daerah  $3400\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan serapan dari gugus  $\text{-OH}$  yang berhimpit dengan  $\text{-NH}_2$ . Spektra spesifik kitosan ditunjukkan dengan adanya serapan kembar gugus amina di daerah  $1550\text{-}1632$ , serapan  $\text{C=O}$  di daerah  $1325\text{ cm}^{-1}$  dan  $2980\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan peregangan asimetris  $\text{-CH}_2$ . Pada spektra dari  $\text{CS/PVA/AgNPs}$  menunjukkan semua puncak karakteristik di atas mengalami sedikit pergeseran dan penurunan intensitas pada puncak  $1550$  sampai  $1511\text{ cm}^{-1}$  sesuai  $\text{-CH}_2$  pita peregangan asimetris. Juga penurunan intensitas pada daerah  $2920$ ,  $1746$  dan  $1240\text{ cm}^{-1}$ , yang menunjukkan bahwa  $\text{AgNPs}$  terikat pada gugus fungsi pada kitosan dan PVA. Meningkatnya intensitas puncak  $\text{-NH}$  pada daerah  $1650\text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan terjadi ikatan ko-ordinasi antara kelompok kaya elektron ( $\text{O-NH}$ ) yang ada dalam kitosan dengan ion  $\text{Ag}^+$  yang menghasilkan perubahan frekuensi ikatan. Serapan khas  $\text{Ag}$  terlihat pada daerah  $660\text{ cm}^{-1}$ . Dengan hasil spektra tersebut, mengindikasikan bahwa nanopartikel perak terikat

pada jaringan film kitosan-PVA. Hasil ini sesuai dengan penelitian dari Purnawan dkk., 2014)

### 3.3 Hasil Uji SEM Membran Kitosan/PVA/AgNPs

Uji *Scanning Electron Microscope* bertujuan untuk mengetahui morfologi dari membran kitosan/PVA/AgNPs dan memperkirakan porositas membran untuk dipilih membran dengan morfologi dan pori pori terbaik yang diaplikasikan pada alat pemerah susu.



**Gambar 6.** Hasil SEM membran kitosan/PVA/AgNPs sebelum penyaringan bakteri (a) dan setelah penyaringan bakteri (b)

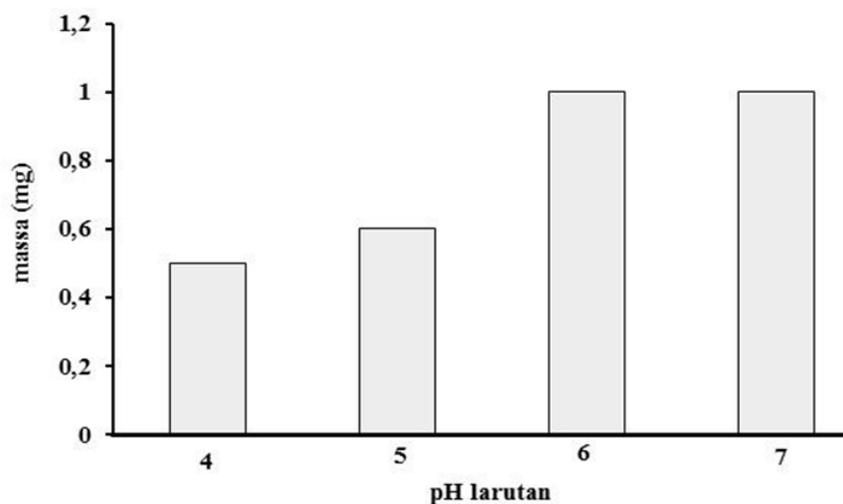
Membran pada perbandingan kitosan/PVA/AgNPs 75%:22%:3%, menghasilkan pori dengan ukuran 180-300 nm. Bakteri mempunyai pori sebesar 500-5000 nm. Berdasar asumsi pada ukuran pori maka dapat dikatakan bahwa membran hasil sintesis mampu menyaring bakteri untuk tidak melewati membran. Pori-pori yang terbentuk dipengaruhi oleh konsentrasi polimer penyusun membran tersebut. Membran kitosan/PVA/AgNPs dengan perbandingan 75%:23%:3% berupa film tipis, memiliki permukaan rata dan memiliki perbedaan pada kedua permukaannya, permukaan atas yang lebih kasar dan permukaan bawah yang menempel pada cetakan memiliki permukaan yang lebih halus. Dari gambar SEM juga terlihat bahwa terdapat penempelan bakteri menempel pada permukaan membran. Hal ini sesuai dengan uji anti bakteri yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Hasil ini membuktikan bahwa membran dengan penambahan AgNPs memiliki sifat antibakteri, hal ini ditenggarai karena

kandungan berulang gugus amin ( $-\text{NH}_2$ ) dan ion  $\text{Ag}^+$  yang reaktif terhadap bakteri dan menjerapnya pada permukaan membran. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa membran nano kitosan/PVA/AgNPs bekerja sebagai anti bakteri dan cocok diaplikasikan pada alat perah susu.

### 3.4 Uji Ketahanan pH

Uji ketahanan pH berfungsi untuk mengetahui ketahanan membran pada segala kondisi baik asam, netral, maupun basa. Uji pH ini dilakukan pada variasi pH 4-7. Langkah pertama membran ditimbang untuk mengetahui massa awalnya ( $w_0 = 1 \text{ mg}$ ). Kemudian membran di rendam pada berbagai variasi pH (4-7) selama 1 hari. Setelah satu hari membran dikeringkan dan ditimbang kembali untuk mengetahui jumlah penurunan massa pada membran. Hasil dari uji membran ini dapat dilihat pada Gambar 6.

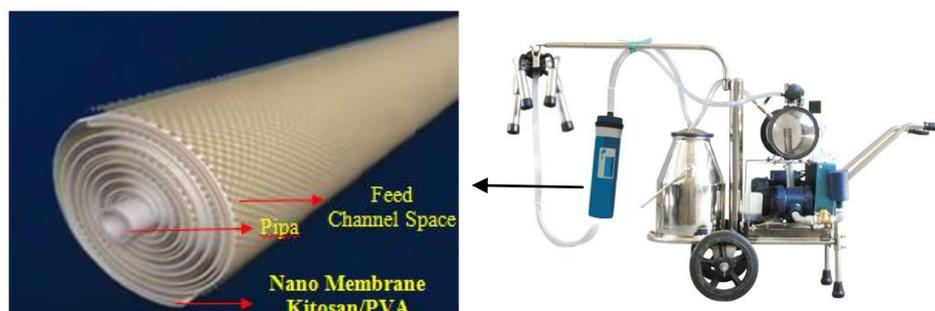
Dari Gambar 6 terlihat, pada pH asam terjadi penurunan berat susu sebesar 0,5 mg. Pada pH 6,7 tidak terjadi penurunan berat membran, hal ini dapat disimpulkan bahwa pada pH tersebut membran bersifat cukup kuat. Susu memiliki kisaran pH antara 6-7, sehingga dapat dikatakan bahwa membran cukup aman digunakan untuk menyaring susu.



**Gambar 7.** Uji Ketahanan Membran kitosan/PVA/AgNPs terhadap pH

### 3.5 Desain Membran dan Cara Kerja AMIN

Desain yang digunakan adalah mengikuti modul spiral, yang mana modul ini banyak digunakan terutama pada *reverse osmosis*. Membran yang dihasilkan adalah mirip dengan lembaran persegi yang digulung berlapis dengan *feed channel space* sebagai batas antar membran.



**Gambar 8.** Desain model tabung pemisah susu termodifikasi nano membran kitosan/PVA/AgNPs

*Feed channel space* berfungsi sebagai batas atau pemisah antara membran satu dan yang agar tidak menyatu, maka ada ruangan untuk transportasi air. Lapisan membran akan menjerap dan membunuh bakteri yang ikut dalam susu, sehingga susu steril akan melewati membran dan masuk ke dalam pipa dan masuk kedalam penampungan susu.

Dalam proses penyaringan susu, susu disaring secara fisika melalui pori-pori dan secara kimia yaitu reaksi elektrostatik antara bakteri bermuatan negatif dengan muatan positif gugus ( $-NH_2$ ) dari kitosan dan AgNPs. Membran kitosan mengandung enzim lisosim dan gugus aminopolisakarida yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Kitosan juga memiliki polikation bermuatan positif yang mampu menekan pertumbuhan bakteri dan kapang. Molekul kitosan memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan senyawa pada permukaan sel bakteri kemudian teradsorpsi membentuk semacam layer (lapisan) yang menghambat saluran transportasi sel, sehingga sel mengalami kekurangan substansi untuk berkembang dan mengakibatkan matinya sel (Sholihatunnisa, 2015). Adanya *doping* dengan PVA membantu mengecilkan pori membran menjadi 180 -300 nm, dengan ukuran yang lebih kecil dari ukuran bakteri 500-5000 nm membuat bakteri terjerap dan tidak dapat menembus permukaan membran. Dengan

penggunaan membran CS/PVA/AgNPs membuat kandungan bakteri pada susu dapat menurun secara signifikan. Melalui penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa susu yang telah diolah menggunakan membran kitosan menjadi steril dan terbebas dari bakteri.

Membran nano kitosan/PVA/AgNPs diletakan diantara *teat milk* dan tabung penyimpanan susu. Terdapat sekat yang menutupi sela-sela tabung dan membran. Sekat tersebut berfungsi untuk menahan susu agar mengalir memasuki membran. Sehingga semua susu yang diperah dapat masuk kedalam membran secara maksimal. Pada bagian ujung alat terdapat dua buah selang yang dihubungkan ke mesin vakum dan yang satu dihubungkan ke tabung penampungan susu. Vakum berfungsi untuk memberikan tekanan untuk pemerah susu dari hewan. Perbedaan tekanan antara atmosfer dan pompa vakum mengakibatkan terjadinya beda tekanan yang tinggi, sehingga susu dapat melalui membran nano kitosan-PVA-AgNPs. Vakum yang digunakan pada pemerah susu ini adalah vakum dengan spesifikasi 1 bar. Susu yang terpompa akan di filter melalui membran, selanjutnya susu yang telah steril akan dialirkan menuju tabung penampungan melalui selang yang terpasang di ujung alat tersebut. Susu yang ditampung merupakan susu yang sudah terbebas dari bakteri.

### **3.6 Keunggulan AMIN**

Alat perah susu otomatis dilengkapi dengan ultrafiltrasi membran nano kitosan/PVA/AgNPs dapat membunuh bakteri tanpa mengurangi kandungan gizi pada susu. Alat pemerah ini sangat mudah digunakan dan dapat dibawa kemana mana. Dengan menggunakan alat pemerah susu ini, susu tidak memerlukan pemanasan dan bisa langsung diminum. Selain itu membran dari alat pemerah susu ini dibuat dari kitosan hasil sintesis dari limbah kulit udang yang ada di Indonesia sehingga dapat mengurangi limbah kulit udang. AMIN berpotensi untuk dikembangkan dalam bisnis terutama pada bidang agrobisnis, agrowisata, dan pendidikan.

## **BAB IV**

### **SIMPULAN DAN REKOMENDASI**

#### **4.1 Simpulan**

1. Dengan perbandingan konsentrasi kitosan 75%, PVA 23%, dan AgNPs 3% menghasilkan membran dengan ukuran pori 180-300 nm. Pori-pori 180-300 nm pada membran dapat memfilter bakteri yang berukuran 500-5000 nm.
2. Hasil dari Uji pH menunjukkan bahwa membran tahan pada pH susu yang dibuktikan dengan sangat kecilnya degradasi masa membran pada pH 6-7
3. Berdasarkan hasil uji menggunakan SEM menunjukkan bahwa membran bekerja dibuktikan dengan adanya penempelan bakteri pada membran.
4. Alat ini dapat membunuh dan memfilter bakteri pada susu. Hal itu dikarenakan susu melewati membran nano kitosan. Sehingga, dapat dihasilkan susu yang bebas bakteri dan bernutrisi optimal.

#### **4.2 Rekomendasi**

Perlu adanya kerjasama antara peneliti dan industri untuk mengembangkan Teknologi pemerah susu ini agar indonesai dapat berkembang dan mengatasi krisis makanan bergizi di indonesia sehingga dapat menciptakan akselerasi IPTEK untuk mewujudkan pembangunan nasional yang Sutera (Sehat, Unggul, dan Sejahtera)

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih kepada FSM UNDIP, yang telah memberi dana penelitian berbasis PKM. Artikel ini merupakan luaran dari program pendanaan tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arjunan, Nithya, Physicochemical investigation of biogenic chitosan-silver nanocomposite as antimicrobial and anticancer agent, *International Journal of Biological Macromolecules* 92 (2016) 77-87.
- Bozkurt-Cekmer, H. and P. M. Davidson. 2017. "Microwaves for Microbial Inactivation—efficiency and Inactivation Kinetics." Pp. 220–51 in *The Microwave Processing of Foods*. Elsevier. Retrieved April 13, 2018
- Guzman M, Dille J, Godet S, Synthesis and antibacterial activity of silver nanoparticles against gram-positive and gram-negative bacteria. *Nanomedicine : Nanotechnology, Biology and Medicine* 8 (2012) 37-45.
- Lusiana, R.A, Protoningtyas, W.P., Wijaya, A.R., Siswanta, D, Mudasir, M., and Santosa, S.J., 2016, Chitosan-Trypoly phosphate Sinthesis Through Crosslinking Process: The Effect of Consentration Toward Membranes Mechanical Characteristic and Urea Permeation, *Orient. J.C.*, 19-36.
- Purnawan, C., Martini T., Rawaningtyas S., and Zidny, 2014, Aktivitas Antibakteri Kain Kasa Terlapisi TiO<sub>2</sub>/Ag amorf, Ag dan Kitosan-Ag Terhadap Bakteri Gram positif dan negative, *J.Manusia dan Lingkungan*, Vol 21, 1.
- Quigley, Lisa et al. 2011. "Molecular Approaches to Analysing the Microbial Composition of Raw Milk and Raw Milk Cheese." *International Journal of Food Microbiology* 150(2–3):81–94. Retrieved
- Sholihatunnisa, Diviany, Bertha Rusdi, and Anggi Arumsari. 2015. "Uji Efektivitas Kitosan Sebagai Pengawet Pada Susu Kedelai." *Prosiding Penelitian SPeSIA Unisba* 239–45.
- Cruz, Mercedes Cecilia, Luis Cesar Romero, Maria Soledad Vicente, and Veronica Beatriz Rajal. 2017. "Statistical Approaches to Understanding the Impact of Matrix Composition on the Disinfection of Water by Ultrafiltration." *Chemical Engineering Journal* 316:305–14. Retrieved April 14, 2018
- Aguero, R., E. Bringas, M. F.San Román, I. Ortiz, and R. Ibañez. 2017. "Membrane Processes for Whey Proteins Separation and Purification. A Review." *Current Organic Chemistry* 21(17). Retrieved April 14, 2018

## SURAT PERNYATAAN

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurwarrohman Andre Sasongko  
Tempat/Tanggal Lahir : Semarang, 24 Mei 1997  
Program Studi : Kimia  
Fakultas : Sains dan Matematika  
Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro  
Judul Karya Tulis : **AMIN (ANTIBACTERIAL MILKING MACHINE) ALAT PERAH SUSU OTOMATIS TERMODIFIKASI MEMBRAN NANO KITOSAN/PVA/AgNPs SEBAGAI PENYARING DAN PEMBUNUH BAKTERI**

Dengan ini menyatakan bahwa Karya Tulis yang saya sampaikan pada kegiatan Pilmapres ini adalah benar karya saya sendiri tanpa tindakan plagiarisme dan belum pernah diikutsertakan dalam lomba karya tulis. Apabila di kemudian hari ternyata pernyataan saya tersebut tidak benar, saya bersedia menerima sanksi dalam bentuk pembatalan predikat Mahasiswa Berprestasi.

Semarang, 18 April 2018

Mengetahui,  
Dosen Pendamping



(Dr. Retno Ariadi Lusiana, S.Si., M.Si)  
NIP.197012021997022001

Yang menyatakan

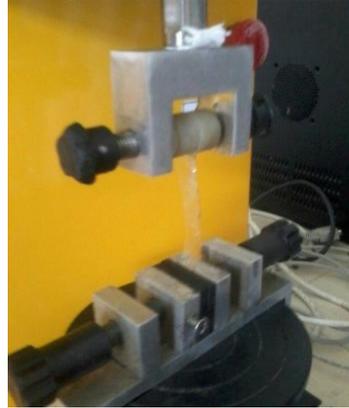


(Nurwarrohman Andre Sasongko)  
NIM.24030115130107

**Lampiran 2. Dokumentasi**



**Larutan Kitosan**



**Uji Kuat Tarik**



**Pelepasan Membran**



**Penimbangan membran untuk uji pH**



**Pencampuran Kitosan/PVA**



**Oven Membran**



**Menguji Membran pada Susu Sapi**



**Pembuatan Larutan pH**



**Kerja sama dengan peternak sapi perah di salib putih Salatiga**



**Analisis Menggunakan *Scanning Electron Microscope***