

Bab II Tinjauan Pustaka

II.I Cangkang Telur

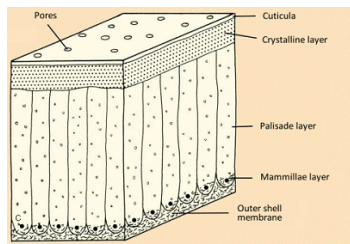
II.1.1 Kandungan Cangkang Telur

Cangkang telur merupakan bagian terluar dari telur, bagian ini mengandung 9-12% dari bobot telur. Fungsi dari cangkang telur adalah untuk melindungi semua bagian dari telur. Sebagian besar dari cangkang telur mengandung 94% kalsium karbonat (CaCO_3), 1% Magnesium karbonat (MgCO_3), 1% Kalsium Fosfat (CaPO_4) dan 4% senyawa organik. Cangkang telur dibentuk dalam pola yang berbeda dengan pori yang berguna untuk pertukaran gas (Haryono, 2018).



Gambar II.1: Cangkang telur ayam negeri

II.1.2 Lapisan Cangkang Telur



Gambar II.2: Lapisan kulit telur

Menurut Nasion (1997), Cangkang telur tersusun atas 4 lapisan utama, yaitu :

1) Lapisan kutikula (*Cuticula layer*)

Lapisan kutikula merupakan lapisan terluar dengan ketebalan berkisar antara 3-10 μm . Pada lapisan ini terdapat pori-pori yang berfungsi sebagai tempat keluarnya air dan gas CO_2 .

2) Lapisan busa (Palisade layer)

Lapisan busa merupakan bagian terbesar dari lapisan cangkang telur yang terletak dibawah lapisan kutikula. Lapisan ini terbentuk dari protein dan lapiskanapur yang terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3), kalsium fosfat (CaPO_4), magnesium karbonat (MgCO_3) dan senyawa organik.

3) Lapisan mamilari (*Mammilae layer*)

Lapisan mamilari merupakan lapisan sangat tipis yang tebalnya kurang lebih sepertiga dari lapisan seluruh cangkang.

4) Lapisan membrana (*Membran layer*)

Lapisan membrana merupakan bagian lapisan cangkang telur yang paling dalam dengan ketebalan kurang dari 65 μm . Lapisan ini terdiri dari dua lapisan selaput yang menyelubungi seluruh isi telur.

II.2 Kalsium Oksida (CaO)

II.2.1 Definisi Kalsium Oksida (CaO)

Kalsium oksida (CaO) adalah senyawa hasil pembakaran kalsium karbonat (CaCO_3). Senyawa ini termasuk ke dalam logam oksida. Kalsium oksida (CaO) umumnya berupa serbuk putih atau putih keabu-abuan dan tidak berbau. Kelarutan dalam air adalah 1 g/840 ml pada 25°C, 1 g/1740 ml pada 100°C. Kelarutan dalam gliserin larut, tetapi tidak larut dalam alkohol (H.Glaze., dkk 1980).

II.2.2 Fungsi Kalsium Oksida (CaO)

Menurut penelitian yang dilakukan Dijaz dkk. (2014), kalsium oksida (CaO) termasuk kedalam salah satu jenis logam oksida yang memiliki aktivitas sebagai antimikroba. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Roy dkk. (2013), nano partikel kalsium oksida (CaO) memiliki aktivitas sebagai antimikroba yang diujikan terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidiss*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Candida tropicalis* dengan nilai KHM secara berturut-turut 2 mM, 4 mM.

Menurut penelitian yang dilakukan Yamamotoa dkk. (2006), menyebutkan bahwa nanopartikel CaO dan MgO menunjukan aktivitas antibakteri yang kuat terkait dengan alkalinitas dan golongan oksigen aktif. Telah diverifikasi bahwa mekanisme antibakteri CaO dan MgO nanopartikel berdasarkan peningkatan nilai pH dengan hidrasi CaO dan MgO oleh air.

II.2.3 Sintesis Kalsium Oksida (CaO)

Kalsium oksida (CaO) dapat disintesis dari kalsium karbonat (CaCO_3) yang terkandung dalam cangkang telur yang ada pada lapisan busa (*palisade layer*). Metode yang dapat digunakan untuk mensintesis kalsium oksida (CaO) dari cangkang telur adalah kalsinasi. Proses kalsinasi dapat mengubah kalsium karbonat (CaCO_3) menjadi kalsium oksida (CaO) sesuai dengan persamaan dibawah ini :



Kalsium oksida (CaO) mulai terbentuk pada suhu sekitar 700°C . Setelah suhu 700°C , peningkatan konversi kalsium karbonat (CaCO_3) menjadi kalsium oksida (CaO) akan berlangsung secara sangat signifikan dan sekitar suhu 900°C akan tercapai kondisi kesetimbangan selama 2 jam (Haryono dkk., 2018).

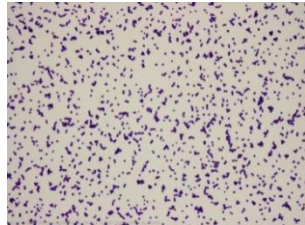
II.3 Bakteri

II.3.1 Definisi Bakteri

Bakteri merupakan suatu mikroorganisme yang termasuk kedalam sel prokariot dan uniseluler. Bentuk dari bakteri bermacam-macam diantaranya, kokus (bulat), basil (batang) dan spiral. Bakteri memiliki ukuran diameter antara $0,5\ \mu\text{m}$ - $1,0\ \mu\text{m}$ dan panjang $1,5\ \mu\text{m}$ - $2,5\ \mu\text{m}$, reproduksi dilakukan dengan pembelahan secara biner. Bakteri dapat tumbuh dalam dua suhu ekstrim, pada suhu 0°C atau pada sumber air panas pada suhu 90°C atau lebih. Bakteri digolongkan menjadi dua kelompok berdasarkan perwarnaan gram yaitu gram negatif dan gram positif (Jawetz, et al., 1995).

II.3.2 Uraian Bakteri Uji

a. *Staphylococcus epidermidis*



Gambar II.3.2.1 : Bakteri *Staphylococcus epidermidis*

Kerajaan	: Bacteria
Filum	: Firmicutes
Kelas	: Bacili
Ordo	: Bacillales
Suku	: Staphylococcaceae
Marga	: Staphylococcus
Jenis	: <i>Staphylococcus epidermidis</i>

Bakteri ini merupakan bakteri gram positif yang bersifat anaerob dengan morfologisel berbentuk bola dengan diameter 1 μ m. Koloninya berwarna abu-abu hingga kuning gelap, beberapa koloni hanya dapat membentuk pigmen setelah masa inkubasi yang lama, sedangkan pigmen tidak terbentuk secara anaerob atau dalam media cair. Bakteri ini merupakan flora normal kulit yang banyak terdapat pada kulit, saluran pernafasan dan gastrointestinal manusia (Jawetz et al, 1995).

b. *Propionibacterium acnes*



Gambar II.3.2.3. : Bakteri *Propionibacterium acnes*

Kerajaan	: Bacteria
Filum	: Actinobacteria
Kelas	: Actinobacteridae
Bangsa	: Actinomycetales
Suku	: Propionibacteriaceae
Marga	: Pronibacterium
Jenis	: <i>Propionibacterium acnes</i>

Bakteri ini merupakan bakteri gram positif dan bersifat anaerob. Bentuk sel nya batang. Bakteri ini memiliki ukuran lebar 0,5 μm dan panjang 1,5 μm . Bakteri ini ikut serta dalam patogenesis jerawat dengan menghasilkan lipase, yang memecahkan asam lemak bebas dari lipid kulit. Asam lemak ini dapat menimbulkan radang jaringan dan ikut menyebabkan jerawat (Jawetz, et al., 1995).

II.4 Antibakteri

II.4.1 Definisi Antibakteri

Antibakteri adalah bahan atau senyawa yang dapat membasmi terutama bakteri pathogen. Obat-obatan yang digunakan untuk

membasmi mikroorganisme yang menyebabkan infeksi pada manusia, hewan ataupun tumbuhan harus bersifat toksisitas selektif artinya obat atau zat tersebut harus bersifat sangat toksis terhadap mikroorganisme penyebab penyakit tetapi relatif tidak toksis terhadap jasad inang atau hospes (Djide, 2008).

Antibakteri dapat bersifat :

- a. Bakteriostatika, yaitu zat atau bahan yang dapat menghambat atau menghentikan pertumbuhan bakteri tetapi tidak menyebabkan kematian seluruh bakteri.
- b. Bakteriosida, yaitu zat atau bahan yang dapat membunuh mikroorganisme (bakteri) tetapi tidak menyebabkan lisis atau pecahnya sel bakteri (Djide, 2008).

II.4.2 Metode pengujian Antibakteri

Uji antibakteri dilakukan untuk melihat ada atau tidaknya pertumbuhan populasi mikroorganisme terhadap agen antibakteri.

Metode pengujian antibakteri dapat berupa :

1) Metode difusi (Djide, 2005)

Difusi adalah proses perpindahan molekul secara acak dari satu posisi ke posisi lain. Ada beberapa metode difusi :

- a) Metode lubang (perforasi) merupakan yang dilakukan dengan cara melubangi agar.
- b) Metode Cakram kertas merupakan metode yang dilakukan dengan cara mencampurkan zat uji dengan cakram kertas, lalu cakram kertas diletakan diatas agar yang sudah memadat yang berisikan

suspensi mikroba dan media. Kemudian diinkubasi pada suhu kamar 25°C selama 24-72 jam untuk jamur sementara untuk bakteri dilakukan pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Diameter hambat diukur di sekitar cakram .

2) Metode tabung/Tubidimetri (Djide, 2005)

Media yang digunakan adalah media cair yang diinokulasi dengan mikroorganisme uji yang sensitive dalam tabung reaksi steril.

Metode difusi dibedakan menjadi dua :

- a) Metode pengenceran tabung merupakan metode dimana zat yang akan diuji disuspensikan dalam media yang cocok dengan menggunakan tabung steril.
- b) Metode pengenceran agar merupakan metode dimana zat yang akan diuji dicampurkan dengan agar steril yang masih mencair pada suhu 45-50°C sampai homogen dalam cawan petri steril dan dibiarkan membeku. Mikroba dioleskan pada permukaan agar dengan menggunakan ose secara merata.

3) Mikrodilusi

Merupakan metode yang menggunakan sejumlah volume kecil *broth* pada *microplate* yang memiliki *well* berbentuk bulat atau kerucut.

II.4.3 Mekanisme kerja Antibakteri

Menurut Talaro (2005), ada 4 mekanisme kerja bakteri yaitu :

- a. Menghambat sintesis dinding sel
Antibakteri menghambat sintesis dinding sel bakteri dengan cara menghambat kerja enzim yang berperan dalam sintesis dinding sel.
- b. Mengganggu fungsi membran plasma
Antibakteri mengganggu fungsi membran plasma dengan cara berkaitan dengan membran plasma kemudian membuka membran plasma sehingga membran plasma menjadi bocor.
- c. Mengganggu sintesis asam nukleat
Antibakteri bergabung dalam sintesis asam nukleat dengan menghentikan sintesis nukleotida, menghambat replikasi DNA dan menghentikan transkripsi.
- d. Menghentikan translasi
Antibakteri menghentikan proses translasi dengan cara mengganggu kerja ribosom-mRNA. Ribosom 30S dan 50S merupakan target spesifik dari antibakteri untuk menghambat translasi

II.5 Metode Sonikasi

Sonikasi adalah suatu teknologi yang memanfaatkan gelombang ultrasonik. Sonikasi dapat digunakan untuk mempercepat pelarutan suatu materi dengan memecah reaksi intermolekuler, sehingga terbentuk partikel berukuran nano. Sonikasi berarti memberi

perlakuan ultrasonik pada suatu bahan dengan kondisi tertentu, sehingga bahan tersebut mengalami reaksi kimia akibat perlakuan tersebut. Metode ini termasuk jenis metode *top down* dalam pembuatan material nano. Kelebihan dari metode *top down* adalah prosesnya cepat dan mudah, tidak membutuhkan banyak penambahan bahan kimia dan tidak mengakibatkan perubahan yang signifikan pada struktur kimia partikel dan senyawa bahan baku yang digunakan. Prosesnya dengan cara menggunakan gelombang ultrasonik yang ditembakkan ke dalam medium cair untuk menghasilkan gelembung kavitasi yang dapat membuat partikel memiliki diameter dalam skala nano (Suslick dkk., 1999).

Gelombang adalah getaran yang merambat melalui medium yang dapat berupa zat padat, cair dan gas. Gelombang terjadi karena adanya sumber getaran yang bergerak terus menerus atau gejala dimana terjadi penjaralan suatu gangguan melalui satu medium. Besaran gangguan dapat berupa medan listrik dan magnet (gelombang elektromagnetik), dapat pula berupa simpangan (gelombang tali, ombak, dll) atau dapat pula berupa perpindahan partikel (gelombang ultrasonik). Gelombang sonik (suara) merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi pada ambang pendengaran manusia yaitu 20 Hz-20KHz. Untuk frekuensi dibawah ambang pendengaran atau kurang dari 20 Hz disebut gelombang infrasonik dan begitu juga sebaliknya frekuensi diatas ambang pendengaran disebut gelombang ultrasonik. Gelombang ini dapat merambat dalam medium padat, cair atau gas, hal ini disebabkan karena gelombang ultrasonik merupakan rambatan energi

dan momentum sehingga merambat sebagai interaksi dengan molekul dan sifat inersia medium yang dilaluinya. (Goberman, 1968).

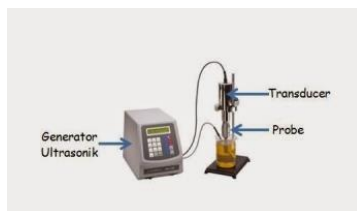
Karakteristik gelombang ultrasonik yang melalui medium mengakibatkan getaran partikel dengan medium amplitudo sejajar dengan arah rambat secara longitudinal sehingga menyebabkan partikel medium membentuk rapatan (*strain*) dan rengangan (*stress*). Proses kontinyu yang menyebabkan terjadinya rapatan dan rengangan di dalam medium disebabkan oleh getaran partikel secara periodik selama gelombang ultrasonik melaluinya (Mason dkk., 2002).

Gelombang ultrasonik bila berada di dalam medium cair akan dapat menimbulkan kavitasi akustik. Selama proses kavitasi akan terjadi *bubble collapse* (ketidakstabilan gelembung), yaitu pecahnya gelembung kecil akibat suara. Akibatnya akan terjadi peristiwa hotspot yang melibatkan energi yang sangat tinggi. Hotspot adalah pemanasan lokal yang sangat intens yaitu sekitar 5000 K dengan tekanan sekitar 1000 atm, laju pemanasan dan pendinginannya bisa sangat cepat yaitu 10^{10} K/s (Suslick dkk., 1999).

Penggunaan gelombang ultrasonik sangat efektif dalam pembuatan materi berukuran nano. Gelombang ultrasonik banyak diterapkan pada berbagai bidang seperti bidang instrumentasi, kesehatan dan sebagainya. Salah satu hal yang paling terpenting dari pengaplikasian gelombang ultrasonik adalah pemanfaatanya dalam

pembuatan bahan yang berukuran nano dengan metode emulsifikasi (Suslick dkk., 1999).

Efek ultrasonik pada polimer adalah pemutusan dan pembentukan ikatan, sehingga memungkinkan terjadi perubahan suktur. Dalam proses kavitasi terbentuk gelombang yang berasal dari salah satu fase yang didispersikan dalam fase yang lain. Pada proses sonikasi terjadi siklus perendaman gelombang dimana terjadi penurunan energi mekanik terhadap waktu dan resonansi. Hal inilah yang menyebabkan nanopartikel yang terkandung di dalamnya dapat juga terpisah satu sama lain sehingga didapatkan nanosfer dengan ukuran kecil (Nakahira dkk., 2007).



Gambar II.6 : Alat Sonikator

II.6 Nanosuspensi

II.6.1 Definisi Nanosuspensi

Nanosuspensi adalah dispersi koloidal partikel obat ukuran nano yang distabilkan oleh surfaktan. Secara definisi, nanosuspensi adalah sebuah sistem dua fase yang terdiri dari partikel tersuspensi ukurannya lebih kecil dari 1 μm yang distabilkan oleh surfaktan. Dalam 10 tahun terakhir ini telah dikembangkan pendekatan lain untuk meningkatkan kelarutan dan kecepatan pelarutan senyawa

aktif farmasi, yaitu dengan mereduksi ukuran partikel senyawa aktif farmasi sampai ke ukuran yang ada dalam rentang nanometer atau submikron. Obat yang kurang larut dalam air dapat diformulasikan dalam bentuk nanopartikel dimana dengan meningkatnya luas permukaan akan meningkatkan laju disolusi disertai dengan berkurangnya partikel obat. Membentuk kumpulan partikel yang lebih kecil dari suatu partikel yang berukuran besar dengan bantuan kosolven. Penurunan ukuran partikel tersebut berarti peningkatan luas permukaan, peningkatan kecepatan pelarutan dan dapat pula meningkatkan kelarutan senyawa aktif farmasi tersebut dalam air. Beberapa senyawa aktif farmasi dapat ditingkatkan bioavailabilitasnya setelah mereduksi ukuran partikelnya menjadi ukuran nanometer (Mauludin dkk., 2010).

II.6.2 Uji Karakterisasi Nanosuspensi

1. Karakterisasi secara organoleptis

Mengetahui morfologi dari nanosuspensi yang mempengaruhi sifat pelepasan zat aktif dari nanosuspensi tersebut. Pengamatan ini dapat dilakukan menggunakan mikroskop optic dengan perbesaran yang disesuaikan. Pengamatan kejernihan dilakukan untuk mengetahui morfologi dan ukuran dari *nanocarrier* secara visual. Partikel yang berukuran nanometer tidak dapat terlihat secara kasat mata, suspensi akan terlihat jernih dan transparan (Perdana, 2007).

2. Karakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD)

Teknik powder *X-Ray Diffraction* (difraksi sinar-x serbuk) menjadi sangat penting bagi saintis farmasi karena merupakan metode yang paling mudah dan cepat untuk memperoleh informasi fundamental tentang struktur zat kristal dalam bentuknya yang bisa diperoleh. Karena mayoritas senyawa obat dijumpai sebagai serbuk kristal, maka pola serbuk senyawa ini sering kali dipakai sebagai sidik jari yang segera diperoleh untuk menentukan jenis strukturnya. Prinsip dasar teknik sinar-x yaitu berkas sinar-x monokromatis yang terkolimasi terdifraksi dalam berbagai arah bila jatuh hablur yang berotasi atau serbuk hablur yang terorientasi acak. Hablur bertindak sebagai kisi-kisi difraksi tiga dimensi terhadap radiasi ini (FI IV, 1995).

3. Karakterisasi *Particle Size Analyzer* (PSA)

Analisis ukuran partikel mengukur ukuran butir atau partikel dalam sampel. PSA menggunakan metode seperti hamburan cahaya, sedimentasi, difraksi laser dan lain-lain untuk menghitung ukuran partikel. Analisis ukuran partikel dapat mengukur ukuran banyak partikel dalam sampel yang sangat cepat dan dapat memberikan data distribusi ukuran partikel, dimana alat ini banyak digunakan pada industri besar. Aplikasi dari instrumen difraksi laser adalah mengukur partikel dari ukuran 0,1 sampai 3000 mikron. Kebanyakan analisis difraksi laser dapat mengukur ukuran dibawah batas limit dimana itu dapat diperoleh dengan memilih sebuah instrumen dengan range batas tang lebar,

untuk resolusi perhitungan besar biasanya menggunakan instrumen yang ukuran partikel diluar dari range alat dari serbuk yang diukur. Juga dapat digunakan analisis difraksi laser untuk menghitung dispersi partikel (dimana partikel yang sama bentuk dan ukuran) antara 0,02 dan 0,1 mikron (20 dan 100 nanometer) (Mutakim, 2010).

4. Karakterisasi *Scanning Electron Microscope* (SEM)

SEM adalah salah satu jenis *microscope electron* yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dianalisis. Prinsip kerja dari *SEM* ini adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas elektron yang dipantulkan dengan energi tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena berkas elektron sekunder ke segala arah. Tetapi dari semua berkas elektron yang dipantulkan terdapat satu berkas elektron yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Detektor didalam SEM akan mendeteksi berkas elektron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis (Hastuti, 2017).

5. Zeta Potensial

Zeta potensial adalah ukuran muatan permukaan partikel yang tersebar dalam medium pendispersi. Zeta potensial biasanya digunakan untuk mengkarakterisasi sifat muatan permukaan nanopartikel, berkaitan dengan interaksi elektrostatik nanopartikel. Interaksi elektrostatik akan

menentukan kecenderungan agregasi dan tolak menolak. Idealnya muatan potensial zeta partikel harus lebih tinggi dari pada medium pendispersi untuk mencegah agregasi.. Nanopartikel dengan zeta potensial diatas ± 30 mV lebih stabil karena muatan pada permukaan nanopartikel mencegah terjadinya agregasi antar partikel. Zeta potensial dianalisis menggunakan zeta sizer (Horiba SZ-100) (Mannuela dkk., 2016).

6. Indeks Polidispersitas

Indeks polidispersitas merupakan jumlah yang dihitung dari dua parameter sederhana untuk data kolerasi (cumulats). Nilai partikel dengan nilai PDI adalah 1 memiliki distribusi ukura yang sangat luas dan mengandung partikel besar atau agrerat yang dapat mengalami sedimentasi (Malvern Instrumen, 2005).

II.6.3 Stabilitas Nanosuspensi

a) Laju sedimentasi

Laju sedimentasi partikel bentuk bulat pada suspensi dinyatakan menurut hukum stokes.

b) Viskositas

Jika dalam suspensi proses sedimentasi tidak dapat dicegah, maka dipilih suat bahan pendispersi dengan sifat rheologis tertentu, yang tidak memungkinkan turunya setiap partikel terdispersi. Diupayakan agar proses sedimentasi atau proses lain yang dpat mempengaruhi homogenitas sediaan seperti flokulasi dapat dihambat (Voight, 1984).

c) Volume sedimentasi

Volume sedimentasi adalah suatu rasio dari volume sedimentasi akhir (V_u) terhadap volume mula-mula dari suspensi (V_0) sebelum mengendap (Voight, 1984).

d) Redispersibilitas

Redispersibilitas merupakan syarat dari suspensi, jadi sedimen yang terjadi harus lenih mudah terdispersi kembali dengan penggojokan agar diperoleh keseragaman dosis (Martin dkk, 1983).

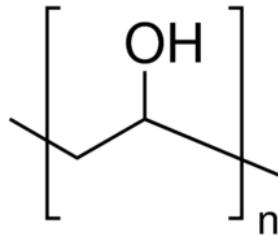
e) Mudah tidaknya dituang

Besar kecilnya kadar zat pensuspensi berpengaruh terhadap kemudahan suspensi untuk dituang. Kadar zat pensuspensi yang besar dapat menyebabkan suspensi terlalu kental dan sukar dituang (Ansel, 1989).

f) Ukuran partikel

Availabilitas fisiologis dan efek terapi dari zat aktif mungkin dipengaruhi oleh perubahan dalam ukura partikel. Ukuran partikel ditentukan secara mikroskopis. Metode ini menggunakan suspensi encer yang dihitung dengan bantuan kisi lensa okuler (Lachman dkk., 1989).

II.7 Polyvinyl Alcohol(PVA)



Gambar II.7: Rumus bangun PVA

Polivinil alkohol merupakan salah satu polimer hidrofilik berbentuk bubuk halus, bewarna putih kekuningan, tidak berbau dan memiliki densitas $1,3 \text{ gram/cm}^3$ (pada 20°C) dengan kisaran pH 3,5-7,0 (jika dilarutkan dengan konsentrasi 40 gram/liter pada 20°C). Polivinil alkohol merupakan polimer yang larut dalam air, tidak toksik, non karsinogenik, mempunyai ketercampuran hayati yang baik dan memiliki sifat fisik yang elastis, serta memiliki kemampuan yang tinggi untuk mengembang dalam air. Polivinil alkohol berbentuk padatan kering, butiran atau bubuk, memiliki bentuk film yang baik, tidak korosif, lembut dan bersifat adesif serta kekuatan tarik yang baik. Polivinil telah digunakan secara luas pada berbagai aplikasi, antara lain pelapis kertas (paper coating), pemodifikasi permukaan mengkilap (warpsizing), bahan adesif dan biomaterial, material sensitif kelembapan. polivinil alkohol diproduksi dari monomer vinil asetat (Jihar Simanjuntak., 2008).

Polivinil alkohol juga dapat menurunkan tegangan permukaan air dan berguna sebagai koloid pelindung. Tegangan permukaan larutan

polivinil alkohol bertambah seiring dengan tingkat penambahan hidrolisis, tapi hanya sedikit terpengaruh oleh tingkat polimerisasi. Larutan polivinil alkohol berubah warna menjadi kuning ketika dipasnaskan. Titik leleh polivinil alkohol untuk kelompok terhidrolisis sebagian pada kisaran 150-190°C dan untuk kelompok terhidrolisis penuh pada 210-230°C (Jihar Simanjuntak, 2008).