

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Edible film

Edible film adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk di atas komponen makanan atau diletakkan diantara komponen makanan yang berfungsi sebagai penghambat terhadap transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, lipida, zat terlarut). Merupakan salah satu kemasan alternatif untuk mengurangi penggunaan kemasan plastik sintetik (*nonbiodegradable*) yang saat ini masih dominan (Akili *et al.*, 2012).

Edible film merupakan alternatif bahan kemasan yang ramah lingkungan karena bersifat *biodegradable* dan bahkan dapat dimakan sehingga tidak akan mencemari lingkungan. Walaupun tidak dimaksudkan untuk mengganti secara total kemasan dari bahan sintesis, akan tetapi keunggulan dari *edible film* ini antara lain bisa berfungsi sebagai penghambat proses transpirasi, kehilangan aroma, atau proses migrasi antar komponen di dalam makanan, serta dapat berfungsi sebagai zat pembawa *food additive* (zat gizi, pewarna, antioksidan, anti bakteri, *flavor*, dan lain lain) yang akan memberikan nilai tambah yang positif terhadap produk tersebut (Cahyana, 2006). *Edible film* dapat memberikan efek pengawetan karena dapat memberi perlindungan terhadap oksigen, mengurangi pengasapan air, memperbaiki penampilan produk serta dapat digunakan sebagai pembawa senyawa antioksidan dan antibakteri yang dapat melindungi produk terhadap proses oksidasi lemak serta menghambat pertumbuhan mikroba (Amaliya dan Widya, 2014).

Dalam aplikasinya, *edible film* berfungsi sebagai bahan pengemas yang memberikan efek pengawetan. Kualitas makanan yang dikemas mungkin menurun dikarenakan proses oksidasi, perubahan organoleptik, pertumbuhan mikroba, atau penyerapan uap air. Oleh karena itu, bahan pengemas diharapkan

dapat mengurangi kerusakan yang mungkin terjadi pada permukaan produk, yang dapat menurunkan mutu produk tersebut (Anggraeni, 2002).

2.2 Pembentukan *Edible film*

Komponen penyusun *edible film* mempengaruhi secara langsung bentuk morfologi maupun karakteristik pengemas yang dihasilkan. Komponen utama penyusun *edible film* dikelompokkan menjadi tiga, yaitu hidrokoloid, lipida dan komposit. Komposit adalah bahan yang didasarkan pada campuran hidrokoloid dan lipida (Sari *et al.*, 2008).

Edible film yang dibuat dari hidrokoloid mempunyai beberapa kelebihan, di antaranya baik untuk melindungi produk terhadap oksigen, karbondioksida dan lipid, meningkatkan kesatuan struktural produk, dan memiliki sifat mekanis yang diinginkan. Adapun kekurangannya yaitu *film* dari karbohidrat kurang bagus digunakan untuk mengatur migrasi uap air, dan *film* dari protein biasanya sangat dipengaruhi oleh perubahan pH (Murdinah *et al.*, 2007).

Teknik yang paling sering digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah pencetakan larutan. Bahan *edible* yang larut disebar kemudian dikeringkan. Selama pengeringan dari larutan, kelarutan polimer menurun sebagai akibat dari penguapan pelarut. Hal ini penting untuk mengontrol laju pengeringan dan kondisi lingkungan (Kafrani *et al.*, 2016).

Pembentukan *edible film* memerlukan sedikitnya satu komponen yang dapat membentuk sebuah matriks dengan kontinuitas yang cukup dan kohesi yang cukup. Derajat atau tingkat kohesi akan menghasilkan sifat mekanik dan penghambatan *film*. Umumnya komponen yang digunakan berupa polimer dengan berat molekul yang tinggi. Struktur polimer rantai panjang diperlukan untuk menghasilkan matriks *film* dengan kekuatan kohesif yang tepat. Kekuatan kohesif *film* terkait dengan struktur dan kimia polimer, selain itu juga dipengaruhi

oleh adanya bahan aditif seperti bahan pembentuk ikatan silang (Estiningtyas, 2010).

Proses pembuatan *edible film* menurut Sari *et al.*, (2008) dapat dibagi atas 3 tahap sebagai berikut :

- Pembentukan emulsi.

Pembuatan emulsi sangat tergantung pada sifat-sifat fisik-kimia bahan emulsi, jenis emulsifier, jumlah dan konsentrasi emulsifier, ukuran partikel yang diinginkan, viskositas larutan dan jenis alat pengemulsi yang digunakan. Untuk memperbaiki sifat-sifat kelenturan *film* yang diperoleh maka ditambahkan *plasticizer*.

- *Casting*

Casting atau pencetakan bahan emulsi ke permukaan cetakan yang mempunyai permukaan datar dan licin. *Casting* biasanya dilakukan pada permukaan datar dan halus seperti kaca dengan menuangkan bahan emulsi ke permukaan cetakan tersebut pada ketebalan tertentu.

- Pengeringan.

Film kemudian dikeringkan pada aliran udara kering selama 10 – 12 jam.

2.3 Penambahan *Plasticizer* pada *Edible film*

Plasticizer menurut Wirawan *et al.*, (2012) dapat menurunkan gaya intermolekul dan meningkatkan fleksibilitas *film* dengan memperlebar ruang kosong molekul dan melemahkan ikatan hidrogen rantai polimer. Penggunaan *plasticizer* harus diminimalkan karena beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa *plasticizer* dapat meningkatkan permeabilitas uap air dan menurunkan sifat kohesi *film* yang mempengaruhi sifat mekanik *film*. Kadar *plasticizer* yang digunakan pada pembuatan *edible film* dapat mempengaruhi kuat tarik lapisan

film. Tekanan turun dan ketegangan meningkat secara signifikan seiring dengan kenaikan *plasticizer* dalam seluruh lapisan *film*. Ketika suatu *plasticizer* tidak bergabung dalam jaringan polimer, maka jarak antara rantai-rantai polimer semakin melebar. Karena pengaruh kuat tariknya, pergerakan dari rantai polimer berada pada *plasticized film*, sehingga terjadi penurunan suhu transisi gelas dari material-material rantai polimer dan terjadi peningkatan kelenturan dari material-material itu.

Sari *et al.*, (2008) menyatakan bahwa adanya penambahan *plasticizer* akan mengganggu kekompakan. *Plasticizer* akan menurunkan interaksi intermolekul dan meningkatkan mobilitas polimer. Seiring dengan peningkatan konsentrasi *plasticizer*, akan menyebabkan peningkatan *elongasi* dan penurunan kuat tarik.

2.4 Plasticizer Sorbitol

Fungsi, organoleptik, nutrisi *edible film* dapat diubah dengan adanya penambahan bahan kimia yang bervariasi dalam jumlah kecil misalnya *plasticizer*. Penggabungan bahan tambahan itu, menyebabkan perubahan yang signifikan terhadap sifat penghalang *film*. Contohnya, penambahan *plasticizer* hidrofilik, dapat meningkatkan permeabilitas uap air *film* (Krochta *et al.*, 1994).

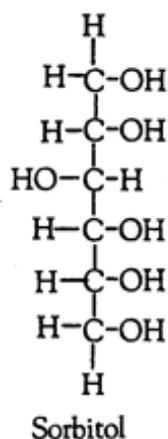
Plasticizer merupakan bahan tambahan yang diberikan pada waktu proses agar plastik lebih halus dan luwes. Fungsinya untuk memisahkan bagian-bagian dari rantai molekul yang panjang. *Plasticizer* adalah bahan *non volatile* dengan titik didih tinggi yang apabila ditambahkan ke dalam bahan lain akan merubah sifat fisik dan atau sifat mekanik dari bahan tersebut. *Plasticizer* ditambahkan untuk mengurangi gaya intermolekul antar partikel penyusun pati yang menyebabkan terbentuknya tekstur *edible film* yang mudah patah (getas) (Rachmawati, 2009). Jumlah *plasticizer* yang ditambahkan ke dalam persiapan

pembentukan *film* hidrokoloid bervariasi antara 10% dan 60% berat hidrokoloid. Yang paling umum digunakan sebagai *plasticizer* adalah: gliserol, sorbitol, polioli (propilen glikol), polietilen glikol, oligosakarida dan air (Murni *et al.*, 2013).

Hidayati *et al.*, (2015) menyatakan bahwa *plasticizer* umum digunakan dalam produksi *film* pati adalah air, gliserol, sorbitol, dan polihidroksi berat molekul rendah lainnya. Polioli seperti sorbitol dan gliserol adalah *plasticizer* berfungsi mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga akan meningkatkan jarak intermolekul. Penggunaan sorbitol sebagai *plasticizer* diketahui lebih efektif, sehingga dihasilkan *film* dengan permeabilitas oksigen yang lebih rendah bila dibandingkan dengan menggunakan gliserol.

Sorbitol dengan rumus kimia $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CH}_2\text{OH}$ (1,2,3,4,5,6-heksol) adalah satu pemanis yang sering digunakan dalam makanan. Penambahan sorbitol sebagai *plasticizer* dalam pembentukan *edible film* dapat mengurangi permeabilitas *film* terhadap oksigen, hal ini juga mampu mengurangi kegetasan *film* sehingga kuat renggang putus dari *film* tersebut meningkat (Murni *et al.*, 2013).

Sorbitol memiliki berat massa yang lebih besar (182 g/mol) dibandingkan dengan berat massa gliserol (92 g/mol). Makin besar berat massa suatu senyawa, makin besar pula jumlah massa per mol bahannya. Sehingga walaupun sorbitol dan gliserol sama-sama merupakan jenis polyol yang baik sebagai *plasticizer*, bila dibandingkan sorbitol memiliki kuat tarik lebih baik daripada gliserol dan dengan penggunaan *plasticizer* sorbitol akan semakin meningkatkan nilai kuat tarik dan kelenturannya (Raharjo *et al.*, 2012).



Gambar 1. Struktur kimia sorbitol (Google image, 2016).

2.5 Sifat-sifat *Edible film*

Sifat fisik *film* meliputi sifat mekanik dan penghambatan. Sifat mekanik menunjukkan kemampuan kekuatan *film* dalam menahan kerusakan bahan selama pengolahan, sedangkan sifat penghambatan menunjukkan kemampuan *film* melindungi produk yang dikemas dengan menggunakan *film* tersebut. Beberapa sifat *film* meliputi kekuatan renggang putus, ketebalan, pemanjangan, laju transmisi uap air, dan kelarutan *film* (Rachmawati, 2009).

Karakteristik *edible film* menurut Murni *et al.*, (2013) adalah sebagai berikut :

a) Ketebalan *Film* (mm).

Ketebalan *film* merupakan sifat fisik yang dipengaruhi oleh konsentrasi padatan terlarut dalam larutan *film* dan ukuran plat pencetak. Ketebalan *film* akan mempengaruhi laju transmisi uap air, gas dan senyawa *volatile*. (Ketebalan *film* dipengaruhi juga oleh bahan penyusunnya. Ketebalan *edible film* pada umumnya berkisar antara 0,1 mm-0,5mm.

b) *Tensile strength* (MPa) dan *Elongasi* (%)

Pemanjangan didefinisikan sebagai prosentase perubahan panjang *film* pada saat *film* ditarik sampai putus. Kekuatan regang putus merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *film* dapat tetap bertahan sebelum *film* putus atau robek. Pengukuran kekuatan regang putus berguna untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area *film* untuk merenggang atau memanjang.

c) Kelarutan *Film*.

Persen kelarutan *edible film* adalah persen berat kering dari *film* yang terlarut setelah dicelupkan di dalam air selama 24 jam.

d) Permeabilitas Uap Air.

Permeabilitas uap air merupakan jumlah uap air yang hilang per satuan waktu dibagi dengan luas area *film*. Oleh karena itu salah satu fungsi *edible film* adalah untuk menahan migrasi uap air maka permeabilitasnya terhadap uap air harus serendah mungkin.

2.6 Rumput Laut

Rumput laut atau alga atau yang juga dikenal dengan nama *seaweed* adalah bagian terbesar dari rumput laut. Sejak zaman dahulu, rumput laut digunakan sebagai bahan makanan dan obat-obatan. Bahkan, orang Yunani kuno dan Romawi memahami potensi dan jenis rumput laut dengan baik. Mereka telah memanfaatkan rumput laut tersebut sebagai bekal pada waktu mengarungi lautan (Winarno, 1996).

Rumput laut merupakan tumbuhan berklorofil, terdiri satu sel, berkoloni dan menempel pada potongan karang dan substrat keras lainnya, baik secara alamiah atau buatan (Danukusumah dan Sri, 2009). Rumput laut dapat dijadikan sebagai sumber gizi karena memiliki kandungan karbohidrat, protein, sedikit

lemak dan abu. Senyawa karbohidrat dalam rumput laut banyak mengandung selulosa dan hemiselulosa yang tidak dapat dicerna seluruhnya oleh enzim dalam tubuh, sehingga dapat menjadi makanan diet yang dapat mencegah sembelit, wasir, dan kanker serta mencegah kegemukan (Dwijayanti, 2009). Nilai gizi rumput laut kering segar dalam satuan berat kering menurut Astawan *et al.*, (2004) adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi rumput laut segar dalam satuan berat kering :

Zat Gizi	JumLah
Kadar abu (%)	29,97
Kadar protein (%)	5,91
Kadar lemak (%)	0,81
Kadar karbohidrat (%)	63,84
Serat pangan tidak larut air (%)	55,05
Serat pangan larut air (%)	23,89
Serat pangan total (%)	78,94
Iodium µg/g	282,93

Sumber : Astawan *et al.*, (2004)

2.6.1 *Euचेuma spinosum*

Euचेuma spinosum memiliki ciri-ciri seperti *thallus* silindris, percabangan *thallus* berujung runcing atau tumpul, dan ditumbuhi nodulus (tonjolan-tonjolan), berupa duri lunak yang tersusun berputar teratur mengelilingi cabang, jumlah duri lebih banyak dari yang terdapat pada *Euचेuma cottonii*. Rumput laut jenis *Euचेuma spinosum*, memiliki kandungan protein, karbohidrat, dan lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Sargassum filipendula* yaitu kadar protein, karbohidrat, dan lemak di dalam *Euचेuma spinosum* berturut-turut yaitu 5,4%, 33, 22% (Kusuma *et al.*, 2014).

Yani (2006), juga menyatakan bahwa *Euचेuma spinosum* dikenal dengan nama ilmiah *Euचेuma denticatum* dan *Euचेuma muricatum*. Bentuk *thallus* bulat tegak, dengan ukuran panjang 5-30 cm, transparan, warna coklat kekuningan sampai merah kekuningan. Permukaan *thallus* tertutup oleh tonjolan yang berbentuk seperti duri-duri runcing yang tidak beraturan, duri tersebut ada

yang memanjang seolah berbentuk seperti cabang. Tanaman tegak karena percabangannya yang rimbun dapat membentuk rumpun. Percabangan *thallus* tumbuh pada bagian yang tua ataupun muda tidak beraturan.

Klasifikasi *Eucheuma spinosum* menurut Cholik *et al.*, (2005) adalah sebagai berikut :

Phyllum	: Hallophyta
Kelas	: Rhodophyceae
Ordo	: Gigartinales
Familia	: Soliriaceae
Genus	: <i>Eucheuma</i>
Spesies	: <i>Eucheuma spinosum</i>



Gambar 2. *Eucheuma spinosum* (Google image, 2016)

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (1990), menyatakan bahwa nilai nutrisi rumput laut *Eucheuma spinosum* seperti pada tabel berikut :

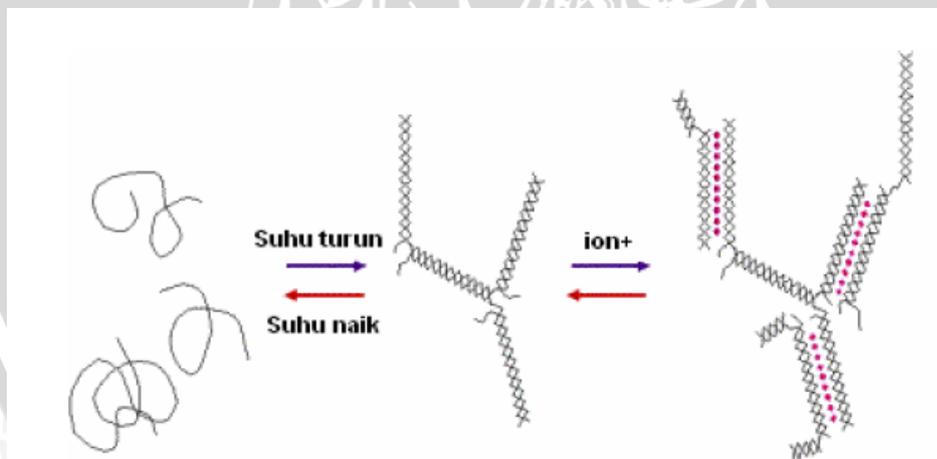
Tabel 2. Nilai nutrisi rumput laut *Eucheuma spinosum*

Komponen	JumLah
Kadar Air (%)	12,90
Protein (%)	5,12
Lemak (%)	0,13
Karbohidrat (%)	13,38
Serat Kasar (%)	1,39
Abu (%)	14,21
Mineral : Ca (ppm)	52,820
Fe (ppm)	0,108
Cu (ppm)	0,768
Thiamin (mg/100g)	0,21
Riboflavin (mg/100g)	2,26
Vitamin C (mg/100g)	43,00
Karaginan (%)	65,75

Sumber : Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (1990)

Eucheuma spinosum mengandung iota karaginan. Gel iota karaginan bersifat elastis dan termoreversibel ($50^{\circ}\text{C} - 55^{\circ}\text{C}$). Campuran iota karaginan dengan garam kalsium akan membuat hidrokoloid cocok sebagai stabilisator. Hal ini disebabkan setiap pasang helix membentuk jaringan tiga dimensi dengan rantai *double helix* sehingga *edible film* memiliki karakteristik mekanik yang baik (Kafrani *et al.*, 2015).

Iota karaginan mempunyai kemampuan untuk membentuk gel pada saat larutan panas dibiarkan menjadi dingin, karena mengandung gugus 3,6-anhidro-D-galaktosa. Proses ini juga bersifat *reversible*, artinya gel akan mencair jika dipanaskan dan bila didinginkan akan membentuk gel kembali. Pada suhu di atas titik cair gel, polimer karagenan dalam larutan berbentuk *random coils*. Polimer akan membentuk *double helix* pada proses pendinginan, pendinginan selanjutnya membentuk struktur tiga dimensi (Puspasari, 2007).



Gambar 3. Mekanisme pembentukan gel karaginan (Puspasari, 2007).

2.6.2 *Sargassum filipendula*

Sargassum filipendula adalah salah satu jenis rumput laut coklat yang belum dimanfaatkan secara optimal. Pengembangan aplikasi alga coklat *Sargassum filipendula* tidak hanya dapat dikembangkan pada bidang pangan seperti alginat, makanan ternak serta pupuk, akan tetapi antioksidan yang terdapat pada alga coklat *Sargassum filipendula* juga mampu menghambat kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas pada produk (Prabowo *et al.*, 2013). Kusuma *et al.*, (2014) menambahkan bahwa kadar protein, karbohidrat, dan lemak rumput laut *Sargassum filipendula* yaitu berturut-turut 5,53%, 19,06%, 0,74%. Sedangkan klasifikasi *Sargassum filipendula* menurut Asfar (2015), adalah sebagai berikut:

Divisi	: Thallophyta
Kelas	: Phaeophyceae
Ordo	: Fucales
Famili	: Sargassaceae
Genus	: <i>Sargassum</i>
Spesies	: <i>Sargassum filipendula</i>



Gambar 4 . *Sargassum filipendula* (Google image, 2016)

Kadar nutrisi *Sargassum filipendula* menurut Handayani *et al.*, (2004)

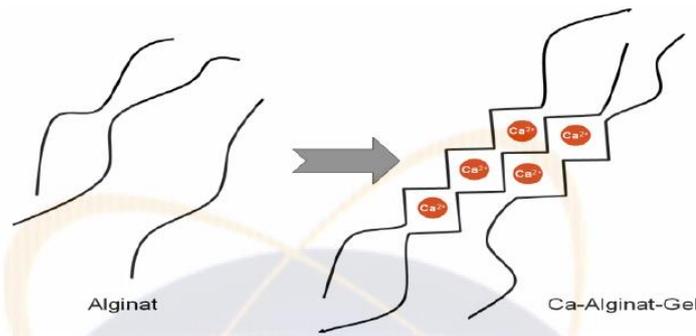
adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Kadar Nutrisi *Sargassum filipendula*

Zat Gizi	Jumlah	Keterangan
Protein	5,19 ± 0,13	Berat basah
Abu dan Mineral (%)		
• Abu (Mineral)	36,93 ± 0,34	Berat kering
• Ca (mg/100 g)	1540,66 ± 6,99	Berat kering
• Fe (mg/100 g)	132,65 ± 3,47	Berat kering
• P (mg/100 g)	474,03 ± 1,01	Berat kering
Vitamin A (µg RE/100 g)	489,55 ± 8,4	Berat kering
Vitamin C (mg/100 g)	49,01 ± 0,75	Berat kering
Lemak (% , b/b)	1,63 ± 0,01	Berat kering
Alginat		
• Kadar (% , b/b)	37,91 ± 0,34	Berat kering
• Warna	Kuning kecoklatan	Berat kering
• pH	6,86 ± 0,005	Berat kering
• Ukuran Partikel	150 mesh	Berat kering

Sumber : (Handayani *et al.*, 2004).

Sargassum merupakan rumput laut coklat yang banyak mengandung alginat. Alginat merupakan poliuronat yang mengandung asam β-D-mannuronat dan asam α-l-guluronat (Draget *et al.*, 2006). Alginat yang larut dalam air membentuk gel pada larutan asam karena adanya ion kalsium atau kation logam polivalen lainnya. Penggantian kation Na⁺ lebih dari 35% dengan kation Ca⁺ akan menghentikan pergeseran molekul dan terbentuk struktur gel yang stabil. Secara kasar penambahan kation Ca⁺ pada konsentrasi rendah tidak menimbulkan perubahan *shear* dan membentuk gel, sedangkan jumlah Ca⁺ yang tinggi menyebabkan perubahan *shear* yang tinggi dan membentuk gel kalsium alginat (Haerunnisa, 2008).



Gambar 5. Pembentukan gel kalsium alginat (Haerunnisa, 2008).

2.7 Udang Windu

Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan salah satu komoditas unggulan sekaligus komoditas perdagangan terpenting Indonesia, dengan kontribusi mencapai 45,6% dari keseluruhan nilai perdagangan ekspor komoditas perikanan (Arafani *et al.*, 2016).

Klasifikasi udang windu menurut Soetomo (1988), adalah sebagai berikut:

- Phylum : Arthropoda
- Subphylum : Mandibulata
- Classis : Crustacea
- Sub Classis : Malacostraca
- Super Ordo : Eucarida
- Ordo : Decapoda
- Sub Ordo : Natantia
- Famili : Penainae
- Genus : *Penaeus*
- Species : *Penaeus monodon*



Gambar 6. Cangkang Udang Windu (Google image, 2016).

Produksi udang terutama dari hasil budidaya pada umumnya diekspor dalam bentuk beku. Proses pembekuan udang untuk ekspor 60-70% dari berat udang menjadi limbah. Limbah tersebut berupa cangkang yang mudah busuk sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan (Nadia *et al.*, 2014).

Limbah udang yang dihasilkan oleh usaha pengolahan udang berasal dari kepala, kulit dan ekornya. Kulit udang mengandung protein 25-40%, kalsium karbonat 45-50% dan khitin 15-20%, tetapi besarnya kandungan komponen tersebut tergantung pada jenis udang dan tempat hidupnya (Agustina *et al.*, 2015).

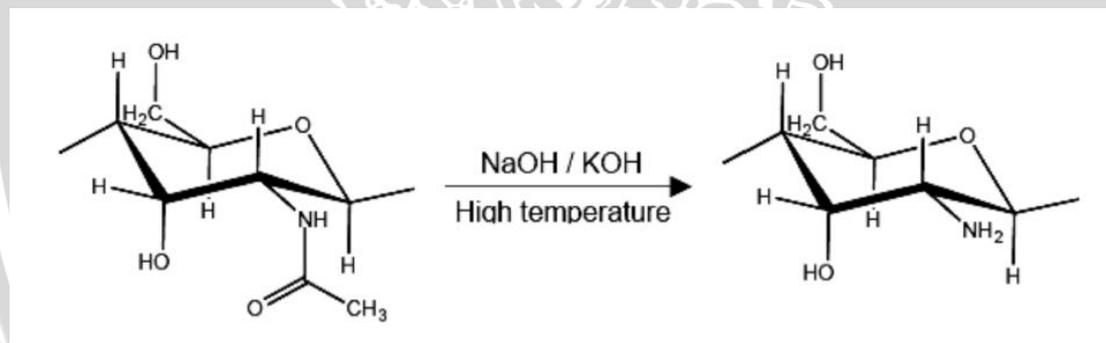
2.8 Kitosan

Industri berbahan baku udang banyak menimbulkan hasil samping yang berupa limbah kulit udang. Dimana limbah ini belum dimanfaatkan secara optimal. Hal ini menyebabkan limbah kulit udang kurang memiliki nilai ekonomis jika dibandingkan dengan mengolahnya menjadi kitin dan kitosan (Harjanti, 2014).

Cangkang udang mengandung banyak kitin yaitu sebesar 15-20%. Kitin itu sendiri dapat diubah menjadi kitosan dengan beberapa tahap yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Deproteinasi adalah suatu tahap penghilangan protein dari cangkang udang dengan menambahkan NaOH encer. Demineralisasi adalah penghilangan mineral dari cangkang udang dengan penambahan HCl berkonsentrasi rendah. Sedangkan deasetilasi adalah pemutusan gugus asetil menjadi gugus amina dengan basa kuat (NaOH 50%) (Wiwit *et al.*, 2015).

Kitosan sebagai polimer yang terdiri dari 2-amino-2-deoksi- β -D-glukosa dapat diperoleh dengan cara merubah gugus asetamida (-NHCOCH₃) pada kitin menjadi gugus amina (-NH₂). Dengan demikian pelepasan gugus asetil pada asetamida kitin menghasilkan gugus amina terdeasetilasi (Ihsani dan Catur, 2014).

Deasetilasi merupakan proses penghilangan gugus asetil (COCH₃) dari kitin menggunakan larutan alkali. Kitin mempunyai struktur kristalin yang panjang dengan ikatan hidrogen yang kuat antara atom nitrogen dan gugus karboksilat pada rantai bersebelahan. Untuk memutuskan ikatan antara gugus asetilnya dengan gugus nitrogen sehingga berubah menjadi gugus amino (NH₂) perlu digunakan natrium hidroksida dengan konsentrasi tinggi dan waktu deasetilasi yang lama (Amalia dan Nafwa, 2010).



Gambar 7. Penghilangan gugus asetil pada gugus asetamida (Ihsani dan Catur, 2014).

Sifat-sifat kitosan dihubungkan dengan adanya gugus-gugus fungsi amina, gugus hidroksi primer dan hidroksi sekunder. Adanya gugus ini menyebabkan kitosan mempunyai kereaktifan kimia yang tinggi dibandingkan kitin. Gugus-gugus fungsi tersebut menyebabkan kitosan dapat berinteraksi dengan zat-zat organik seperti protein, sehingga kitosan relatif lebih banyak digunakan pada berbagai bidang industri terapan dan kesehatan. Kitosan juga merupakan senyawa yang tidak larut dalam air, larutan basa kuat, sedikit larut

dalam HCl dan HNO₃ dan tidak larut dalam H₂SO₄. Pelarut kitosan yang baik adalah asam asetat (Azhar *et al.*, 2010).

Bentuk kitosan adalah padatan amorf berwarna putih dengan struktur kristal tetap dari bentuk awal kitin murni. Bila kitosan disimpan lama dalam keadaan terbuka (terjadi kontak dengan udara) maka akan terjadi dekomposisi, warnanya menjadi kekuningan dan viskositas larutan menjadi semakin berkurang (Nurhikmawati *et al.*, 2014).

Kitosan memiliki beberapa manfaat bagi manusia, sehingga merupakan bahan perdagangan yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Manfaat kitosan antara lain : (1) dalam bidang pertanian, kitosan menawarkan alternatif dalam penggunaan bahan kimia yang kadang berbahaya bagi lingkungan dan manusia. Kitosan membuat mekanisme pertahanan pada tumbuhan, menstimulasi pertumbuhan dan merangsang enzim tertentu. Pengontrol organik baru ini menawarkan pendekatan sebagai alat biokontrol. (2) dalam bidang pengolahan air, kitosan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan membran ultrafiltrasi. (3) dalam bidang makanan, kitosan sudah banyak digunakan dalam komposisi makanan di Jepang, Eropa dan Amerika Serikat sebagai pelengkap lemak yang merupakan terobosan diet dan (4) dalam bidang kesehatan, kitosan digunakan untuk bakteriostatik, imunologi, anti tumor, cicatrizant, homeostatic dan antikoagulan, obat salep untuk luka, ilmu pengobatan mata, ortopedi dan penyembuhan jahitan akibat luka (Kusumawati, 2009).

Salah satu mekanisme yang mungkin terjadi dalam pengawetan makanan yaitu 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. Selain telah memenuhi standar secara mikrobiologi, ditinjau dari segi kimiawi juga aman

karena dalam prosesnya kitosan cukup dilarutkan dalam asam asetat encer (1%) hingga membentuk larutan kitosan homogen yang relatif aman (Harjanti, 2014).

2.9 Nori

Nori adalah rumput laut yang dikeringkan yang digunakan sebagai pembungkus sushi. Bahan baku pembuatan nori adalah jenis rumput laut merah (*Porphyta*). Rumput laut jenis ini tidak ditemukan di daerah Indonesia karena *Porphyta* hidup pada iklim subtropis (Rezekiana, 2015).

Teknologi pengolahan nori dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu cara tradisional dan cara modern. Pengolahan secara tradisional adalah: rumput laut dicuci bersih, kemudian dimasak sampai menjadi bubur. Selanjutnya bubur rumput laut dicetak dan dikeringkan dengan sinar matahari. Sedangkan teknologi pengolahan nori secara modern adalah: rumput laut dicuci bersih dan dipotong kecil-kecil secara mekanik. Hasil pemotongan dapat direndam dengan cuka beras ataupun tidak. Selanjutnya dimasak sampai menjadi bubur. Dalam proses perebusan dapat ditambahkan kecap, gula, minyak wijen, MSG ataupun ikan teri. Selanjutnya dicetak dan dikeringkan menjadi lembaran tipis (Loupatty, 2014).



Gambar 8 . Nori (Google image, 2016)

Ukuran standar satu lembar nori di Jepang menurut Loupatty (2014) adalah 21cm x 19cm yang kemudian dipotong- potong tergantung pada keperluannya. Dilihat dari ukuran besarnya, nori terdiri dari beberapa jenis:

- *Yakinori* ukuran standar: *nori* tawar untuk menggulung *temakizushi* dan *makizushi*.
- *Yakinori* tipe setengah: satu lembar *nori* ukuran standar dibagi dua, digunakan untuk membungkus seluruh bagian *onigiri*.
- *Yakinori* tipe sepertiga: satu lembar *nori* dibagi tiga, diletakan di bagian dasar *onigiri* sehingga mudah dipegang dengan tangan.
- *Ajitsuke nori* atau *okazunori*: satu lembar *nori* standar yang sudah diberi bumbu garam dapur, kecap asin, gula atau *mirin* dipotong menjadi 8 atau 12 potongan kecil. Pada umumnya dimakan sebagai teman makan nasi sewaktu sarapan pagi atau dimakan begitu saja sebagai makanan ringan.
- *Mominori*: *ajitsuke nori* yang sudah diberi bumbu garam , kecap asin, gula atau *mirin* dan dicabik-cabik sampai menjadi potongan berukuran kecil yang tidak seragam. Digunakan sebagai hiasan pada makanan Jepang seperti *donburi* atau *chirashizushi*.
- *Kizaminori*: *yakinori* yang dipotong halus-halus dengan ukuran seragam, berfungsi sebagai hiasan seperti *mominori* .
- *Aonori*: *nori* berwarna hijau berbentuk serbuk kasar berukuran 2 – 3 mm yang ditaburkan di atas *okonomiyaki*, *takoyaki* dan *yakisoba*. Berbeda dengan bahan baku untuk nori standar, *aonori* menggunakan alga berwarna hijau jenis *Monostroma* dan *Enteromorpha*.