

PENGARUH KONSENTRASI PLASTICIZER GLISEROL DAN KOMPOSISI KHITOSAN DALAM ZAT PELARUT TERHADAP SIFAT FISIK *EDIBLE FILM* DARI KHITOSAN

Sari Katili¹, Bayu Tri Harsunu², Suryo Irawan³

^{1,2} Departemen Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok

³Balai Besar Kimia dan Kemasan, Departemen Perindustrian RI

ABSTRACT

The shrimp skin in Indonesia is widely known as waste with limited advantages. One of the alternatives is by recycling the shrimp skin as the source of chitosan. In the next process the chitosan can be transformed into edible film. The chitosan edible film is being developed as a modern package which is friendly to our environment because it can be eaten directly and it also can easily absorb by nature. To make the edible film, the chitosan is mixed with the acetat glacial acid 1 %. The making of edible film has to pass the process of stirring and heating on the temperature of 50°C. Next, the chitosan is poured on an acrylic media to be able to form the edible film. Plasticizer can be added to reduce the fragillity and to increase the flexibility and the strength of the film. In this research, the glicerol is used as plasticizer.

The result of the research shows that the thickness of the edible film is between 0,018 mm \pm 0,0011 % to 0,097 mm \pm 0,0029 %, the thickness increases along with the increasing of the concentrate of plasticizer glicerol and the compotition of chitosan. The result of the tensile strength test is that the tensile strength is decreases along with the increasing of the concentrate of plasticizer glicerol. This can be seen from the sample of IA to ID. The IA sample (2 gr chitosan, 0,2 ml/gr glicerol), the IB sample (2 gr chitosan, 0,4 ml/gr glicerol), the IC sample (2 gr chitosan, 0,6 ml/gr glicerol), the ID sample (2 gr chitosan, 0,8 ml/gr glicerol), the average of the tensile strength is 111,130 kgf/cm² \pm 18,378 % decrease until to 18,696 kgf/cm² \pm 2,085 %. On the analysist of elongation, the lowest score is 5,2000% \pm 0,8367% on sample IA and the highest is 32,800% \pm 3,5637% on the IVD sample (5 gr chitosan, 0,8 ml/gr glicerol). The length of the edible film increases by the increasing of the concentrate of plasticizer glicerol and the compotition of chitosan being used. For the result of WVTR, the lowest score is 165,56 g/m²/24 hours \pm 0,14% and the highest is 559,48 g/m²/24 hours \pm 2,47%. The water vapor transmission rate tends to increase along with the increasing of the concentrate of plasticizer glicerol and the compotition of chitosan. Meanwhile, on the analysist test of O₂TR, the lowest score is 0,32 cc/m²/24 hours \pm 0,0004% and the highest is 1,33 cc/m²/24 hours \pm 0,74%. The score of oxygen transmission rate which shown in this research tends to decrease along with increasing of the concentrate of plasticizer glicerol and the compotition of chitosan.

Based on these result, to be seen that the increasing of the concentrate of plasticizer glicerol and the compotition of chitosan can increases thickness, percentage of elongation, and water vapor transmission rate chitosan edible film, but it can be decreases score of oxygen transmission rate. For tensile strength test, the score is decreases along with the increasing of the concentrate of plasticizer glicerol but increases along with the increasing of the compotition of chitosan.

Keywords : *Edible Film, Chitosan, Plasticizer, Glicerol, Glacial Acetat Acid*

INTISARI

Kulit udang selama ini di Indonesia hanya dianggap sebagai limbah yang pemanfaatannya masih terbatas.

Salah satu alternatif daur ulang limbah kulit udang adalah sebagai sumber khitosan. Melalui proses lanjutan, khitosan dapat dibuat menjadi *edible film*. *Edible film* khitosan sedang dikembangkan sebagai pengemas modern yang ramah lingkungan karena dapat langsung dimakan dan terurai oleh alam. Untuk membuat *edible film*, khitosan dilarutkan dalam pelarut asam asetat glasial 1%. Pembuatan *edible film* harus melalui proses pengadukan dan pemanasan pada suhu 50°C.

Selanjutnya larutan khitosan dituang di atas media cetak akrilik untuk dapat membentuk *edible film*. *Plasticizer* dapat ditambahkan untuk mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan *film*. Pada penelitian ini menggunakan gliserol sebagai *plasticizer*.

Hasil penelitian menunjukkan untuk analisis ketebalan *edible film*, diperoleh nilai rata-rata berkisar antara 0,018 mm \pm 0,0011 % sampai dengan 0,097 mm \pm 0,0029 %, ketebalan meningkat

seiring dengan meningkatnya konsentrasi *plasticizer* gliserol dan komposisi khitosan. Untuk analisis kekuatan tarik, nilai kuat tarik menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol. Dapat terlihat pada sampel IA sampai dengan ID. Sampel IA (2 gr khitosan, 0,2 ml/gr gliserol), sampel IB (2 gr khitosan, 0,4 ml/gr gliserol), sampel IC (2 gr khitosan, 0,6 ml/gr gliserol), sampel ID (2 gr khitosan, 0,8 ml/gr gliserol), diperoleh nilai rata-rata kuat tarik sebesar $111,130 \text{ kgf/cm}^2 \pm 18,378 \%$ makin menurun sampai dengan $18,696 \text{ kgf/cm}^2 \pm 2,085 \%$. Pada analisis uji elongasi, nilai terendah sebesar $5,2000\% \pm 0,8367\%$ pada sampel IA dan tertinggi sebesar $32,800\% \pm 3,5637\%$ pada sampel IVD (5 gr khitosan, 0,8 ml/gr gliserol). Pemanjangan *edible film* meningkat dengan meningkatnya konsentrasi gliserol dan komposisi khitosan yang digunakan. Untuk hasil analisis uji WVTR, diperoleh nilai terendah $165,56 \text{ g/m}^2/24\text{jam} \pm 0,14\%$ dan tertinggi $559,48 \text{ g/m}^2/24\text{jam} \pm 2,47\%$. Laju transmisi uap air cenderung meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol dan komposisi khitosan. Sedangkan pada analisis uji O_2TR , diperoleh nilai yang terendah sebesar $0,32 \text{ cc/m}^2/24\text{jam} \pm 0,0004\%$ dan tertinggi sebesar $1,33 \text{ cc/m}^2/24\text{jam} \pm 0,74\%$. Nilai laju transmisi oksigen yang didapat pada penelitian ini cenderung semakin menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol dan komposisi khitosan.

Berdasarkan hasil penelitian ini, terlihat bahwa peningkatan konsentrasi gliserol dan komposisi khitosan dapat meningkatkan ketebalan, persentase pemanjangan, dan laju transmisi uap air *edible film* khitosan, namun dapat juga menurunkan nilai laju transmisi oksigen. Untuk uji kuat tarik, nilainya semakin menurun dengan peningkatan konsentrasi gliserol, namun semakin meningkat dengan peningkatan komposisi khitosan.

Kata kunci : *Edible Film*, Khitosan, *Plasticizer*, Gliserol, Asam Asetat Glisial

PENDAHULUAN

Pengemasan merupakan salah satu proses perlindungan suatu produk pangan yang bertujuan menjaga keawetan dan konsistensi mutu. Produk yang dikemas akan memiliki masa simpan relatif lebih lama dibanding dengan tanpa kemasan. Seperti yang telah kita ketahui, kemasan pada makanan banyak menggunakan plastik sebagai kemasan atau bahan dasar. Material plastik banyak digunakan karena mempunyai sifat unggul, antara lain ringan, transparan, tahan air, serta harganya relatif murah dan terjangkau oleh semua kalangan masyarakat. Sebaliknya, plastik masih mempunyai sifat kurang menguntungkan. Plastik tidak mudah hancur oleh lingkungan, baik oleh cuaca hujan dan panas matahari maupun mikroba yang hidup dalam tanah sehingga dapat menimbulkan permasalahan baru yaitu pencemaran terhadap lingkungan.

Oleh karena itu, *edible film* (film yang dapat dimakan) berbahan dasar khitosan adalah salah satu solusi dari permasalahan diatas, *edible film* merupakan salah satu alternatif pengemasan produk makanan yang dapat menggantikan polimer yang berasal dari minyak bumi yang saat ini banyak digunakan sebagai material untuk aplikasi pengemasan. *Edible film* adalah lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk melapisi produk (*coating*) atau diletakkan diantara komponen produk yang berfungsi sebagai penghalang (menghambat migrasi) terhadap perpindahan massa (misalnya uap air, gas, lemak, zat terlarut, cahaya) dan untuk meningkatkan penahanan suatu makanan. (A.G. Richards

1951). *Edible Film* tidak seperti halnya formalin, aman bagi kesehatan untuk dikonsumsi dan ramah lingkungan dikarenakan sifatnya yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme karena material dasar penyusunnya berasal dari makhluk hidup.

Bahan alami yang sekarang ini banyak diaplikasikan untuk pembuatan *edible film* yaitu kulit udang dikarenakan jumlahnya yang melimpah di Indonesia. Seperti kita ketahui bersama, Indonesia adalah negara kelautan dengan hasil lautnya yang sangat melimpah, udang adalah salah satu komoditas andalan yang dapat menambah devisa negara dengan nilai ekspornya yang relatif stabil bahkan cenderung naik dari tahun ke tahun. Berdasarkan data Kompas, selama ini potensi udang Indonesia rata-rata meningkat sebesar 7,4 persen per tahun (B. Focher, et al., 1992).

Data tahun 2001, potensi udang nasional mencapai 633.681 ton.^[2] Dengan asumsi laju peningkatan tersebut tetap, maka pada tahun 2004 potensi udang nasional diperkirakan sebesar 785.025 ton dan pada tahun 2008 diperkirakan sebesar 961.928 ton. Dari proses pembekuan udang untuk ekspor, 60-70 persen dari berat udang menjadi limbah (bagian kulit dan kepala) sehingga diperkirakan akan dihasilkan limbah udang sebesar 673.350 ton pada ekspor tahun 2008. Limbah sebanyak itu, jika tidak ditangani secara tepat, akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.

Sebagian dari limbah udang tersebut diatas memang telah dimanfaatkan oleh

masyarakat, namun modifikasinya masih sangat terbatas. Masyarakat biasanya menggunakan limbah udang untuk pembuatan terasi, kerupuk udang, petis, *flavor*, dan untuk bahan pembuatan saos. Pemanfaatan secara tradisional ini telah dikenal cukup lama di kalangan masyarakat khususnya para nelayan dan petani tambak. Walaupun demikian, jumlah limbah udang yang belum dimanfaatkan secara optimal masih sangat besar jumlahnya. Masih banyak yang bisa dimanfaatkan dari limbah udang. Salah satu pemanfaatannya yang bernilai ekonomi tinggi adalah pembuatan *edible film* dari limbah kulit udang yang dikenal dengan nama *edible film* khitosan.

Dari hasil-hasil penelitian, diketahui kulit udang termasuk dalam jenis polisakarida. Polisakarida pada kulit udang ini dikenal dengan nama khitin yang bobotnya bisa mencapai 20-30 persen dari berat keringnya. (E. Cabib 1987)

Khitin diperoleh dari ekstraksi kulit udang melalui dua tahapan proses yaitu penghilangan protein (deproteinase) dan penghilangan mineral (deminalisasi). Untuk mendapatkan khitosan, dilakukan tahap deasetilasi, yaitu penghilangan gugus asetil dari khitin dengan alkali. Selanjutnya khitosan ini dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan *edible film* yang bernilai ekonomi tinggi serta dapat dimanfaatkan sebagai alternatif kemasan pengganti plastik pada bahan makanan, sayur-sayuran, dan buah-buahan. Selain aplikasi tersebut, khitin dan khitosan dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang lainnya, baik pertanian, pangan, bioteknologi, kosmetik, maupun kesehatan.

Untuk mendapatkan *edible film* dari khitosan yang optimal, perlu diketahui sifat fisiknya. Dengan mengetahui sifat fisik yang diperlukan untuk membuat *edible film* dari khitosan yang berkualitas bagus, pada akhirnya kita dapat mengaplikasikannya sebagai kemasan produk makanan secara baik pula (dapat memperpanjang masa simpan makanan secara maksimal). Sifat fisik yang optimal untuk pembuatan *edible film* dari khitosan dapat diteliti dengan memvariasikan konsentrasi *plasticizer* gliserol dan komposisi khitosan dalam zat pelarutnya.

Secara umum parameter sifat fisik yang penting yang diukur dan diamati dari *edible film* berbahan dasar khitosan pada penelitian ini adalah kekuatan tarik (*tensile strength*), persen pemanjangan (*elongation to break*), permeabilitas terhadap uap air (uji WVTR, *Water Vapor Transmission Rate*) dan gas oksigen (uji O₂TR, *Oxygen Transmission Rate*), dan ketebalan dari film tersebut. Parameter-parameter penting tersebut di atas tidak terlepas

dari pengaruh komposisi khitosan serta banyaknya penambahan *plasticizer* (pemelastis) pada pembuatan *edible film*.

Metodologi Penelitian

Proses pembuatan *edible film* khitosan dilakukan melalui proses pelarutan, pemanasan, pengadukan, penyaringan, penuangan larutan pada cetakan, pengeringan, dan pengelupasan *film* dari cetakan. Proses pembuatan *edible film* khitosan ini dilakukan di Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK) Jl. Balai Kimia No.1, Pekayon, Pasar Rebo Jakarta Timur.

Prosedur Penelitian

Pembuatan *edible film*

Prosedur pembuatan *edible film* khitosan adalah modifikasi metode Vojdani dan Torres dalam Butler, *et. al.*, , prosedur pembuatan tersebut sebagai berikut:

1. Masing-masing komposisi khitosan (2, 3, 4, dan 5 gram) khitosan dilarutkan dengan 100 ml asam asetat glasial 1%. Proses pelarutan dilakukan sedikit demi sedikit supaya terbentuk gel campuran khitosan dan asam asetat glasial secara sempurna.
2. Larutan khitosan dipanaskan pada suhu 50 °C di atas *hot plate* selama 60 menit dengan pengadukan menggunakan *stirer*. Proses ini menyempurnakan pembentukan gel campuran khitosan dan asam asetat glasial.
3. Larutan khitosan kemudian divakum dan disaring dengan bantuan pompa vakum, agar gelembung udara dan kotoran yang terperangkap di dalam larutan dapat hilang.
4. Kemudian larutan khitosan dipanaskan kembali pada suhu 50 °C selama 15 menit, selama pemanasan dilakukan pengadukan dan penambahan *plasticizer* gliserol (dengan variabel konsentrasi 0,2, 0,4, 0,6, dan 0,8 ml/gram khitosan) untuk tiap masing-masing komposisi khitosan (2, 3, 4, dan 5 gram), untuk sampel tanpa penambahan gliserol cukup diaduk saja selama 15 menit pada suhu 50 °C. Pengadukan dilakukan untuk mencegah pembentukan gumpalan khitosan. Selama pencampuran dan pemanasan larutan *film* terjadi reaksi antara khitosan dan asam asetat glasial dengan penambahan atau tanpa penambahan gliserol.
5. Setelah batas waktu 15 menit tercapai, diharapkan campuran telah homogen. Larutan *edible film* khitosan dituang ke media cetak yang berupa akrilik (20 x 20 cm²), yang sebelumnya terlebih dahulu

dibersihkan dengan alkohol 96%. Bagian pinggir dari akrilik dibatasi dengan lakban untuk mencegah keluarnya larutan. Setiap sampel dituangkan kedalam media cetak yang berjumlah sama, agar diketahui perbedaan ketebalan masing-masing sampel sejalan dengan penambahan konsentrasi *plasticizer*.

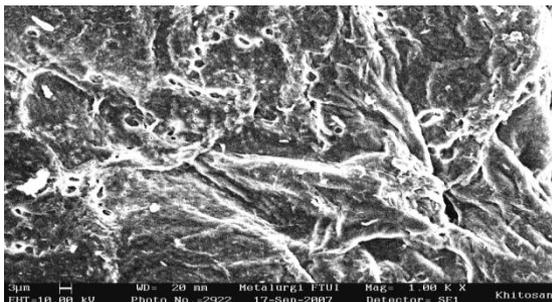
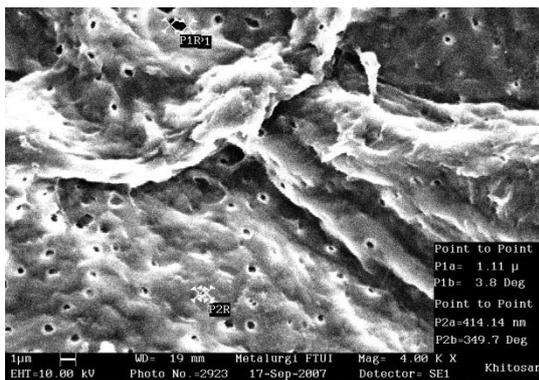
6. Kemudian *edible film* yang telah siap didinginkan pada suhu kamar selama kurang lebih 24 jam, pendinginan ini dimaksudkan agar larutan *edible film* khitosan tersebut membeku dan membentuk lembaran *edible* khitosan.
7. Lembaran *edible film* khitosan kemudian dikelupas dari media cetak, untuk kemudian dilakukan pengujian terhadap sifat fisik dari *edible film* khitosan tersebut.

PEMBAHASAN

Khitosan yang digunakan pada penelitian ini berbentuk serpihan yang berwarna putih kekuning-kuningan dengan spesifikasi :

- Ukuran partikel : 30 mesh
- *Moisture*/ uap air : 9,05 %
- Derajat deasetilasi : 86,64 %
- Viskositas : 4,8 Cps
- pH : 7,5

Khitosan yang digunakan memiliki penampakan struktur sebagai berikut :



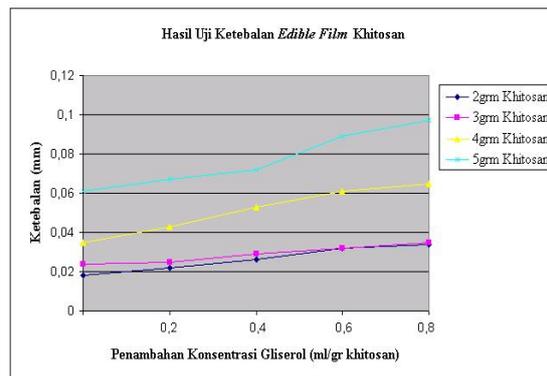
Gambar 1. Foto SEM khitosan sampel uji SEM

Dari Gambar foto SEM yang dilakukan di Departemen Metalurgi dan Material FTUI,

terlihat bahwa struktur makro khitosan adalah serat-serat panjang berpori. Pori-pori inilah yang nantinya akan diisi oleh molekul *plasticizer* gliserol ketika proses pembuatan *edible film* berlangsung.

Hasil Analisis Ketebalan

Ketebalan merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap pembentukan *edible film*. Tebal pada *film* diukur pada lima tempat yang berbeda lalu hasil yang didapat dirata-ratakan. Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan *Microcal Meshmer* diperoleh rata-rata ketebalan berkisar antara 0,018 mm \pm 0,0011 % sampai dengan 0,097 mm \pm 0,0029 %. *Edible film* yang tidak ditambahkan gliserol memiliki rata-rata ketebalan terendah sebesar 0,018 mm \pm 0,0011 % pada komposisi 2 gram khitosan (sampel 0) dan tertinggi sebesar 0,061 mm \pm 0,0004 % pada komposisi 5 gram khitosan (sampel 0). Sedangkan *edible film* yang ditambahkan gliserol memiliki rata-rata ketebalan terendah sebesar 0,022 mm \pm 0,0018 % pada komposisi 2 gram khitosan dengan penambahan *plasticizer* gliserol sebesar 0,2 ml/gr khitosan (sampel IA) dan tertinggi sebesar 0,097 mm \pm 0,0029 % pada komposisi 5 gram khitosan dengan penambahan gliserol sebesar 0,8 ml/gr khitosan (sampel IVD).



Gambar 2 Hasil uji ketebalan *edible film* khitosan

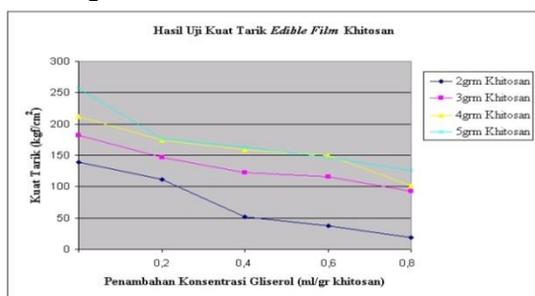
Gambar 2 menunjukkan bahwa ketebalan *edible film* meningkat dengan meningkatnya konsentrasi gliserol yang digunakan pada masing-masing komposisi khitosan. Dari grafik terlihat ketebalan *edible film* khitosan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi *plasticizer* gliserol dan komposisi khitosan yang ditambahkan. Semakin banyak konsentrasi gliserol yang ditambahkan, maka larutan akan semakin

kental dan *edible film* yang dihasilkan semakin tebal. Ketebalan juga akan meningkat jika komposisi khitosan yang dilarutkan semakin banyak, karena total padatan yang terlarut akan semakin besar yang menyebabkan *edible film* khitosan yang dihasilkan semakin tebal. Ketebalan *film* dipengaruhi juga oleh volume larutan yang dituangkan ke dalam cetakan. Ukuran cetakan yang digunakan sama, yaitu 20 x 20 cm² dengan ketebalan 5 mm.

Tanpa penambahan gliserol pun khitosan mampu membentuk *film* setelah bereaksi dengan asam asetat untuk membentuk gugus karboksilat dan hidroksil yang berperan dalam proses polimerisasi kondensasi.

Hasil Analisis Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)

Kekuatan tarik berperan penting terhadap sifat mekanik *edible film*. Kekuatan tarik adalah tegangan regangan maksimum sampel sebelum putus. Kekuatan tarik *edible film* khitosan yang dilarutkan dalam asam asetat glasial tanpa penambahan gliserol memiliki nilai rata-rata antara 139,446 kgf/cm² ± 5,251 % sampai dengan 257,144 kgf/cm² ± 24,701 %. Pada *edible film* yang ditambahkan dengan gliserol, nilai kuat tarik menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol. Dapat terlihat pada sampel IA sampai dengan ID. Pada sampel IA didapatkan nilai rata-rata kuat tarik sebesar 111,130 kgf/cm² ± 18,378 %, sampel IB didapatkan nilai rata-rata kuat tarik sebesar 51,334 kgf/cm² ± 5,5197 %, sampel IC didapatkan nilai rata-rata kuat tarik sebesar 37,554 kgf/cm² ± 3,7515 %, sampel ID didapatkan nilai rata-rata kuat tarik sebesar 18,696 kgf/cm² ± 2,085 %.



Gambar 3 Hasil uji kuat tarik *edible film* khitosan

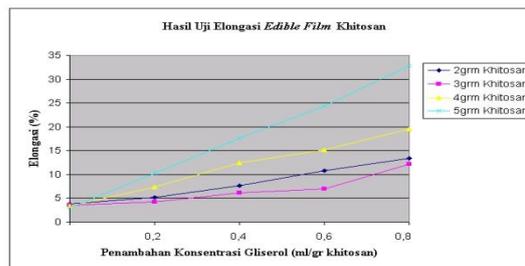
Berdasarkan hasil pengukuran rata-rata kekuatan tarik *film* (Gambar 3) diperoleh hasil bahwa peningkatan konsentrasi gliserol akan menurunkan nilai kekuatan tarik dari *edible film* yang dihasilkan. Menurut Park, *et al.*, Bentuk, jumlah atom karbon dalam rantai dan jumlah gugus hidroksil yang terdapat pada molekul *plasticizer* akan mempengaruhi sifat mekanis

(kekuatan tarik dan persen pemanjangan) suatu *film*. Hal ini sesuai dengan pendapat Krochta^[1] yang menyatakan bahwa *plasticizer* akan menurunkan ikatan hidrogen dalam *edible film* sehingga meningkatkan fleksibilitas dari *film*, dengan meningkatnya fleksibilitas maka kuat tarik dari *edible film* akan semakin kecil.

Penambahan gliserol akan mengurangi gaya antar molekul rantai polisakarida sehingga struktur *film* yang dibentuk menjadi lebih halus dan fleksibel.^[53] Hal ini memungkinkan karena gliserol merupakan molekul *hidrofilik* kecil yang dapat dengan mudah masuk di antara rantai-rantai molekul tersebut dan membentuk ikatan hidrogen amida dengan protein, maka akan terjadi ikatan silang antara khitosan dengan gliserol yang mampu memperbaiki kekuatan tarik sehingga tidak kaku seperti pembentukan *edible film* dari khitosan tanpa penambahan gliserol. Pada Gambar 4.3 terlihat untuk *edible film* yang tidak ditambahkan gliserol (0 ml/gr gliserol), kuat tarik akan semakin meningkat seiring dengan penambahan komposisi khitosan. Hal ini dapat terjadi karena makin tinggi komposisi khitosan, maka akan semakin tebal *edible film* yang dihasilkan sehingga kuat tariknya pun akan semakin tinggi.

Pemilihan *edible film* khitosan yang memiliki nilai kekuatan tarik tertentu tergantung dari penggunaannya. *Edible film* khitosan yang memiliki nilai kuat tarik yang tinggi (*edible film* tanpa gliserol) dapat dimanfaatkan sebagai bahan kemasan untuk produk-produk yang perlu perlindungan yang tinggi, seperti kemasan tinta, sedangkan *edible film* yang memiliki nilai kuat tarik yang rendah (dengan penambahan *plasticizer* gliserol) dapat dimanfaatkan sebagai bahan kemasan untuk produk-produk ringan seperti permen, bumbu mie, makanan ringan, dan produk pangan lainnya.

Hasil analisis persentase pemanjangan (*elongation*)



Gambar 4 Hasil uji elongasi *edible film* khitosan

Pengukuran nilai kuat tarik biasanya dilakukan bersamaan dengan pengukuran persentase pemanjangan (elongasi). Data hasil analisis (Gambar 4.) menunjukkan bahwa pemanjangan *edible film* meningkat dengan meningkatnya konsentrasi gliserol yang digunakan. Nilai pemanjangan *film* pada *edible film* yang ditambahkan gliserol diperoleh nilai terendah sebesar $5,2000\% \pm 0,8367\%$ pada sampel IA (2 gr khitosan dengan penambahan gliserol 0,2 ml/gr khitosan) dan nilai tertinggi sebesar $32,800\% \pm 3,5637\%$ pada sampel IVD (5 gr khitosan dengan penambahan gliserol 0,8 ml/gr khitosan). Sedangkan pada sampel yang tidak mengalami perlakuan penambahan gliserol, didapatkan data nilai persentase elongasi yang semakin menurun seiring dengan meningkatnya massa (gram) khitosan yang dilarutkan dalam 100 ml asam asetat glasial 1%. Pada sampel 0 (2 gr khitosan dalam 100 ml asam asetat glasial 1%) diperoleh nilai persentase elongasi sebesar $3,800\% \pm 0,8367\%$, sampel 0' (komposisi 3 gr khitosan) nilai persentase elongasinya sebesar $3,600\% \pm 1,1402\%$, sampel 0'' (komposisi 4 gr khitosan) diperoleh nilai sebesar $3,400\% \pm 0,8944\%$, dan terakhir pada sampel 0''' (komposisi 5 gr khitosan) nilai persentase elongasinya sebesar $3,000\% \pm 0,7071\%$.

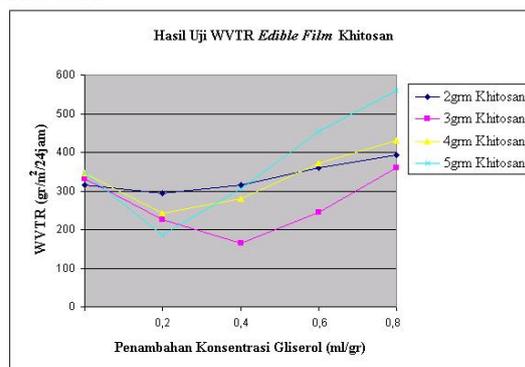
Edible film tanpa penambahan gliserol bersifat kaku atau tidak elastis sehingga kemampuan *edible film* tersebut untuk mulur menjadi berkurang, berakibat nilai persentase elongasi yang didapat juga kecil/ rendah. Nilai tersebut semakin menurun seiring dengan makin banyaknya gram khitosan yang terlarut pada *edible film* yang dihasilkan.

Peningkatan jumlah gliserol akan menghasilkan *edible film* dengan persentase pemanjangan yang lebih tinggi dalam batasan *edible film* yang tidak sampai lembek. Hal ini disebabkan karena dengan adanya peningkatan jumlah gliserol maka akan menurunkan kekuatan gaya antar molekul sehingga mobilitas antar rantai molekul meningkat dan persentase pemanjangan *edible film* pun semakin meningkat. Persentase pemanjangan menentukan keelastisan suatu *film*. Semakin tinggi nilai persentase pemanjangan maka *film* tersebut semakin elastis. Gliserol dalam fungsinya sebagai *plasticizer* dapat menurunkan ikatan kohesi mekanik antara polimer dan dapat merubah sifat rigiditasnya sehingga *edible film* yang terbentuk lebih elastis. Penambahan gliserol akan mengurangi gaya *intermolekuler* sehingga mobilitas antar rantai molekul polimer meningkat. Hal ini yang menyebabkan *edible film* menjadi elastis dibandingkan dengan tanpa penambahan gliserol.

Hasil Analisis Laju Transmisi Uap Air (Wvtr)

Laju transmisi uap air atau *water vapor transmission rate* (WVTR) merupakan salah satu sifat yang paling penting pada *edible film*. Nilai WVTR dapat digunakan untuk mengetahui nilai permeabilitas suatu bahan terhadap uap air.

Permeabilitas uap air adalah ukuran suatu bahan karena dapat dilalui (ditembus/diresapi) oleh uap air. *Edible film* berbahan dasar polisakarida seperti halnya *edible film* khitosan pada umumnya memiliki permeabilitas uap air yang relatif tinggi karena sifat *hidrofilik* yang dimiliki oleh khitosan tersebut. Transmisi uap air sangat dipengaruhi oleh RH (*Relative Humidity*), suhu, ketebalan *film*, jenis dan konsentrasi *plasticizer*, serta sifat bahan dasar pembentuk *edible film*. Pada penelitian kali ini RH nya sebesar 75 % dan suhu 22°C . Permeabilitas uap air *edible film hidrofilik* akan meningkat dengan meningkatnya ketebalan dari *edible film* tersebut. Ketebalan *film* sendiri akan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi *plasticizer* gliserol dan komposisi khitosan.



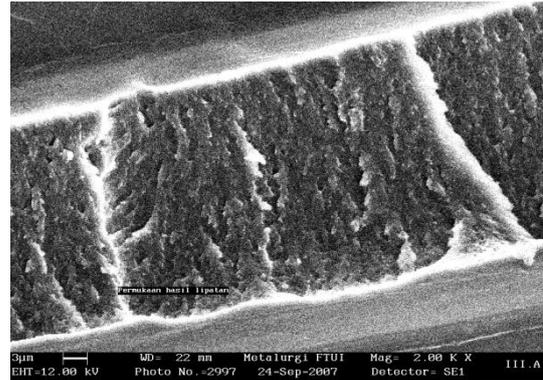
Gambar 5 Hasil uji WVTR *edible film* khitosan

Data hasil analisis laju transmisi uap air yang ditunjukkan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa laju transmisi uap air cenderung meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol. Nilai terendah $165,56 \text{ g/m}^2/24\text{jam} \pm 0,14\%$, dan nilai tertinggi $559,48 \text{ g/m}^2/24\text{jam} \pm 2,47\%$. Nilai terendah sebesar $165,56 \text{ g/m}^2/24\text{jam} \pm 0,14\%$ didapat dari sampel IIB (3 gr khitosan, 0,4 ml/gr gliserol), sedangkan pada sampel IIA (3 gr khitosan, 0,2 ml/gr gliserol) diperoleh nilai sebesar $226,24 \text{ g/m}^2/24\text{jam} \pm 15,93\%$. Nilai tertinggi $559,48 \text{ g/m}^2/24\text{jam} \pm 2,47\%$ diperoleh dari sampel IVD (5 gr khitosan, 0,8 ml/gr gliserol).

Seharusnya pada sampel IIB diperoleh nilai laju transmisi uap air yang semakin meningkat dibandingkan sampel IIA

seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol yang ditambahkan, seperti terlihat pada data sampel IVC dan IVD terjadi peningkatan nilai WVTR yang cukup signifikan.

Hal ini dapat terjadi karena pada sampel IIB molekul gliserol belum merata mengisi celah-celah antar rantai molekul khitosan sehingga nilai WVTR yang didapatkan lebih kecil dari sampel IIA, sedangkan pada sampel IIA molekul gliserol masih belum bergerak aktif mengisi celah-celah rantai molekul polimer khitosan karena konsentrasi gliserol yang ditambahkan masih relatif kecil nilainya sehingga hanya dipengaruhi oleh komposisi khitosan. Pada sampel IIC molekul gliserol mulai merata mengisi celah molekul khitosan dan pada sampel IID molekul gliserol telah merata mengisi celah molekul khitosan sehingga terjadi peningkatan nilai WVTR yang cukup signifikan dari sampel IIB ke sampel IIC dan IID. Selain konsentrasi *plasticizer* gliserol, nilai WVTR *edible film* khitosan juga dipengaruhi oleh komposisi khitosan (banyaknya gram khitosan yang terlarut). Dapat terlihat pada sampel IA sampai dengan ID (Gambar 5) terjadi peningkatan nilai WVTR seiring dengan peningkatan komposisi khitosan yang terlarut dan konsentrasi gliserol. Hal ini disebabkan karena pada sampel I komposisi khitosan masih relatif kecil (2 gr) sehingga molekul gliserol yang ada akan dengan cepat mengisi celah-celah rantai molekul khitosan, akibatnya terjadi kenaikan nilai WVTR mulai dari sampel IA sampai ID. Untuk sampel III dan IV, karena komposisi khitosannya lebih besar dari sampel I dan II maka peningkatan nilai WVTR nya dari sampel A ke sampel D lebih besar dari sampel I dan II karena makin banyak/ tinggi komposisi khitosan, maka makin tinggi pula nilai WVTR yang diperoleh, dikarenakan *edible film* khitosan adalah *edible film* yang *hidrofilik*, sehingga bersifat menyerap uap air. Selain itu gliserol sendiri juga bersifat *hidrofilik*, sehingga gliserol justru akan menghasilkan penyerapan air pada RH tinggi. Hal ini nantinya akan menyebabkan peningkatan terjadinya difusitas yang menyebabkan meningkatnya mobilitas rata-rata dari molekul air. Adanya komponen *hidrofilik* menyebabkan *film* jadi mudah mengembang dan banyak menyerap air. Irisan yang dilakukan pada sampel IIIA *edible film* khitosan (4gr khitosan) dengan penambahan gliserol 0,2 ml/gr khitosan (Gambar 6) memperlihatkan bahwa selain gliserol berfungsi sebagai pengisi celah antar rantai molekul polimer khitosan, juga berfungsi membentuk lapisan putih pada permukaan *edible film* yang dihasilkan.

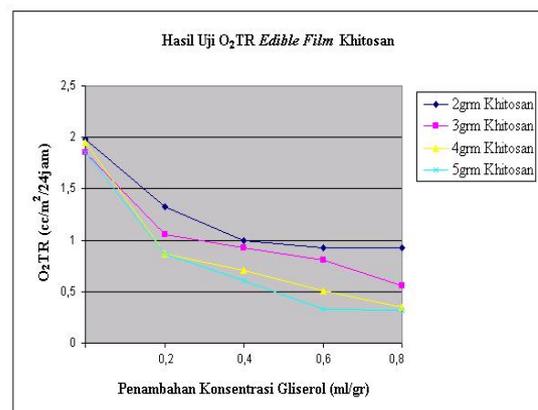


Gambar 6. Foto SEM irisan sampel IIIA

Untuk sampel yang tidak ditambahkan gliserol (0 ml/gr gliserol) seperti terlihat pada Gambar 5, peningkatan nilai WVTR terjadi relatif stabil seiring dengan peningkatan komposisi khitosan. Hal ini dikarenakan penyerapan uap air oleh *edible film* tidak dipengaruhi oleh gerakan molekul gliserol untuk mengisi celah-celah molekul polimer khitosan, tetapi hanya dipengaruhi oleh komposisi khitosan yang ada, makin tinggi komposisi khitosan makin tinggi pula nilai WVTR yang didapat, karena *edible film* khitosan makin *hidrofilik*. Parameter laju transmisi uap air dapat digunakan untuk memperkirakan daya simpan produk.

Hasil Analisis Laju Transmisi Oksigen (O_2tr)

Gas yang terdapat di udara yang mempengaruhi bahan pangan sebagian besar adalah O_2 dan CO_2 . Oksigen menyebabkan kerusakan, seperti adanya oksidasi *lipid* dan oksidasi vitamin sehingga dapat menyebabkan penurunan kualitas nutrisi dari makanan. *Edible film* dapat mencegah kerusakan pada produk makanan karena *edible film* memiliki sifat penghalang oksigen yang baik.



Gambar 7 Hasil uji O_2TR *edible film* khitosan

Dari hasil analisis seperti yang terlihat pada Gambar 7, *edible film* yang dihasilkan mempunyai permeabilitas oksigen yang terendah sebesar $0,32 \text{ cc/m}^2/24\text{jam} \pm 0,0003\%$ (sampel IVD) dan yang tertinggi sebesar $1,33 \text{ cc/m}^2/24\text{jam} \pm 0,74\%$ (sampel IA) untuk sampel uji dengan penambahan gliserol. Sedangkan larutan *edible film* khitosan tanpa menggunakan gliserol, memiliki nilai permeabilitas tertinggi sebesar $1,980 \text{ cc/m}^2/24\text{jam} \pm 0,123\%$ pada komposisi 2 gr khitosan dalam 100 ml asam asetat glasial 1% (sampel 0) dan terendah diperoleh pada sampel 0''' (5 gr khitosan) sebesar $1,852 \text{ cc/m}^2/24\text{jam} \pm 0,013\%$.

Edible film yang berbasis bahan dasar protein dan polisakarida, salah satu contohnya khitosan pada umumnya adalah *edible film* dengan nilai permeabilitas terhadap oksigen yang rendah. Hal ini disebabkan khitosan memiliki gugus hidroksil dalam jumlah cukup besar. Gugus hidroksil tersebut menciptakan interaksi rantai polimer yang kuat sehingga membatasi pergerakan rantai dan menyebabkan permeabilitas oksigen menjadi rendah.^[1] Dengan makin meningkatnya komposisi khitosan, maka nilai O_2TR nya pun akan semakin kecil karena gugus hidroksil yang ada akan semakin banyak, seperti terlihat pada sampel 0 sampai dengan 0'''.

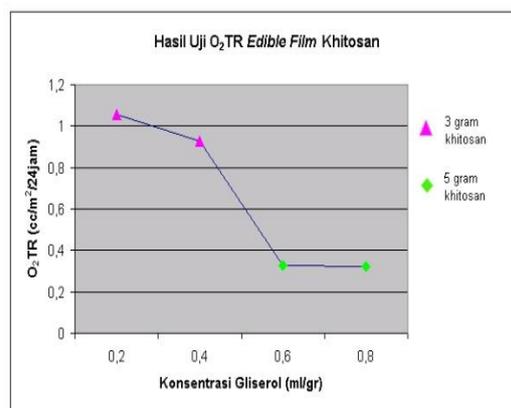
Permeabilitas gas dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti sifat alami gas, struktur material, suhu, waktu penyimpanan, RH, penambahan *plasticizer* dan tipe produk yang akan dikemas. Penambahan gliserol ke dalam *edible film* akan menurunkan tingkat transmisi oksigen. Hal ini disebabkan karena penambahan gliserol yang bersifat *hidrofilik* (memiliki banyak ikatan -OH), ikatan -OH sendiri diketahui memiliki permeabilitas oksigen yang rendah.

Nilai laju transmisi oksigen yang didapat pada penelitian ini cenderung semakin menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi *plasticizer* gliserol yang ditambahkan, seperti terlihat pada tabel 6 di atas. Semakin banyak konsentrasi gliserol yang ditambahkan, maka jumlah gugus hidroksil semakin banyak. Akibatnya interaksi rantai polimer dalam *edible film* semakin kuat sehingga laju transmisi oksigen *edible film* tersebut semakin kecil/ menurun.

Hasil Optimum Penelitian

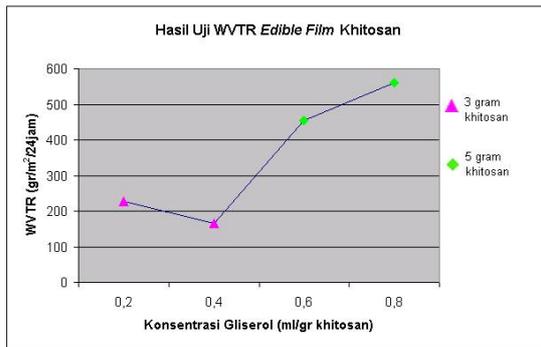
Hasil optimum dari pengujian *edible film* khitosan ini dapat dilihat dari nilai laju permeabilitas uap air (WVTR) dan laju permeabilitas oksigen (O_2TR) karena kedua nilai tersebut berhubungan langsung dengan umur

simpan produk yang dikemas, namun karena khitosan bersifat kedap terhadap oksigen atau paling tidak merupakan penghalang gas oksigen yang sangat baik, maka hasil optimum dilihat dari nilai WVTR yang terendah. *Edible film* khitosan memiliki nilai O_2TR yang rendah dikarenakan khitosan memiliki gugus hidroksil dalam jumlah cukup besar. Gugus hidroksil tersebut menciptakan interaksi rantai polimer yang kuat sehingga membatasi pergerakan rantai dan menyebabkan permeabilitas oksigen menjadi rendah dan jika semakin banyak konsentrasi gliserol yang ditambahkan, maka jumlah gugus hidroksil semakin banyak. Akibatnya interaksi rantai polimer dalam *edible film* semakin kuat sehingga laju transmisi oksigen *edible film* tersebut semakin kecil/ menurun bahkan dapat menjadi nol.



Gambar 8 Hasil uji O_2TR *edible film* pada 4 sampel

Pada Gambar 8 terlihat bahwa dengan peningkatan komposisi khitosan dan konsentrasi *plasticizer* gliserol membuat permeabilitas oksigen dari *edible film* khitosan semakin menurun, terlihat pada Gambar 8 nilai O_2TR dari 4 sampel yang semakin menurun seiring dengan peningkatan komposisi khitosan dan konsentrasi gliserol. Dimulai dengan titik yang paling atas sampel IIA (3 gr khitosan, 0,2 ml/gr gliserol) dengan nilai sebesar $1,057 \text{ cc/m}^2/24\text{jam}$, lalu nilainya terus menurun pada sampel IIB (3 gr khitosan, 0,4 ml/gr gliserol) dan menurun lagi pada sampel IVC (5 gr khitosan, 0,6 ml/gr gliserol), sampai pada titik paling bawah pada sampel IVD (5 gr khitosan, 0,8 ml/gr gliserol) dengan nilai $0,321 \text{ cc/m}^2/24\text{jam}$.



Gambar 9 Hasil uji WVTR *edible film* pada 4 sampel

Gambar 9 memperlihatkan hasil pengujian pada 4 sampel (IIA, IIB, IVC, dan IVD). Pada sampel IIA (3 gr khitosan, 0,2 ml/gr gliserol) diperoleh nilai WVTR sebesar 226,24 g/m²/24jam, kemudian mengalami penurunan pada sampel IIB dengan nilai WVTR 165,56 g/m²/24 jam. Nilainya kemudian akan naik pada sampel IIC dan IID, terus mengalami kenaikan yang stabil hingga sampel III dengan komposisi khitosan 4 gr dan penambahan 0,2, 0,4, 0,6, serta 0,8 ml/gr gliserol. Kemudian nilai WVTR *edible film* mengalami kenaikan yang cukup signifikan pada sampel IV. Pada Gambar 9 sampel IVC (5 gr khitosan, 0,6 ml/gr gliserol) memiliki nilai WVTR sebesar 453,52 g/m²/24jam dan sampel IVD sebesar 559,48 g/m²/24jam.

Hasil optimum diperoleh pada sampel IIB dengan nilai WVTR terendah sebesar 165,56 g/m²/24 jam ± 0,14%. Untuk aplikasi kemasan pada makanan, diperoleh formulasi optimum pada penelitian ini yaitu pada sampel IIB juga (3 gr khitosan, 0,4 ml/gr gliserol).

Pada dasarnya hasil optimum tersebut tidak dapat menggambarkan standarisasi sifat fisik *edible film* khitosan yang dihasilkan, karena penggunaan *edible film* khitosan sebagai pengemas bersifat fleksibel, tergantung dari karakteristik produk yang akan dikemas, contohnya pada produk yang rentan terhadap uap air keberadaan laju transmisi uap air yang besar akan menurunkan kualitas produk tersebut, misalnya pada pengemasan buah-buahan dan sayur-sayuran akan mempercepat proses pematangan sehingga kualitas menjadi menurun. Namun bila diaplikasikan sebagai pengemas roti, dimana laju transmisi uap air yang cukup tinggi yang melalui kemasan dapat digunakan dalam menyeimbangkan kelembaban kulitnya yang rendah. Dari pengujian sifat fisik *edible film* khitosan ini kita dapat menentukan sifat fisik *edible film* yang dijadikan acuan disesuaikan dengan produk yang akan dikemas.

KESIMPULAN

Limbah kulit udang mengandung khitin yang dapat diubah menjadi khitosan. Khitosan selanjutnya dapat dibentuk menjadi *edible film*. *Edible film* sendiri dikenal sebagai *film bioplastic* karena fisiknya seperti plastik dan berbahan dasar *biodegradable polymer*.

Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan :

1. Pada pengujian ketebalan *edible film* diperoleh rata-rata ketebalan berkisar antara 0,018 mm sampai dengan 0,097 mm.
2. Pada pengujian kuat tarik *edible film* diperoleh nilai rata-rata antara 139,446 kgf/cm² sampai dengan 257,144 kgf/cm² untuk *edible film* tanpa penambahan gliserol.
3. Pada pengujian elongasi *edible film* diperoleh nilai rata-rata berkisar antara 5,2 % sampai dengan 32,8 %.
4. Pada pengujian WVTR *edible film* diperoleh nilai rata-rata berkisar antara 165,56 g/m²/24jam sampai dengan 559,48 g/m²/24jam.
5. Pada pengujian O₂TR *edible film* diperoleh nilai rata-rata berkisar antara 0,32 cc/m²/24jam sampai dengan 1,33 cc/m²/24jam.
6. Peningkatan konsentrasi gliserol dan komposisi khitosan dapat meningkatkan ketebalan, persentase pemanjangan, dan laju transmisi uap air *edible film* khitosan, namun dapat juga menurunkan nilai laju transmisi oksigen dari *edible film* khitosan.
7. Untuk uji kuat tarik *edible film* khitosan, nilainya semakin menurun dengan peningkatan konsentrasi gliserol, namun semakin meningkat dengan peningkatan komposisi khitosan.

DAFTAR PUSTAKA

- A.G. Richards (1951). *The Integument of Arthropods. The Chemical Components and Their Properties : The Anatomy and Development and Permeability* (Minneapolis: University of Minnesota Press).
- B. Focher, et al.,(1992). "Structural Differences Between Chitin Polymorphs and Their Precipitates from Solution Evidence from CP-MAS 13 C-NMR, FT-IR and FT-Raman Spectroscopy." *Charbohidrat Polymer*, 17 (2), 97-102.

- E. Cabib (1987). *The Synthesis and Degradation of Chitin, Di dalam A. Meister (Ed). "Advances in Enzymology"*. New York: An Interscience Publication John Willey and Sons Inc., 59, hal.59-101.
- G. Lang (1995). "Chitosan Derivatives-Preparation and Potential Uses". *Collection of working Papers*, Universiti Kebangsaan Malaysia, 11 (28), 109-114.
- J.M. Krochta, E.A. Baldwin, M.O. Nisperos-Carriedo, *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality* (Pennsylvania: Technomic Publishing Co. Inc., 1994).
- J.G. Winterowd, P.A. Sandford, *Chitin and Chitosan, Di dalam A.M. Stephen (Ed.), Food Polysaccharides and Their Applications* (New York: Marcel Dekker Inc., 1995), hal.441-456.
- Kurnia Wiji P.(1994). "Pemanfaatan Limbah Cangkang Udang". *Kompas*, 15 Juli 2004.
- Moeljanto, *Udang Sebagai Bahan Pangan* (Jakarta: Lembaga Oseanografi Nasional., 1979).
- P.E. Suptijah, *et. al., Pengaruh Berbagai Metode Isolasi Khitin Kulit Udang Terhadap Kadar dan Mutunya* (Bogor: Institut Pertanian Bogor, 1992).
- R.A.A. Muzzarelli (1985). *Chitin, Di dalam G. O. Aspinal (Ed.), "The Polysaccharides"*. New York: Academic Press Inc., 3, hal.417-450.
- S. Hirano (1986). *Chitin and Chitosan*. Republicka of Germany: Ulmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry 5th . ed. A. 6, 231-232.
- Suryo Irawan, Dewi Retno A., "Laporan Proyek Khitosan; Aplikasi Edible Film Khitosan Pada Buah Stroberi dan Paprika". Jakarta: Balai Besar Kimia dan Kemasan, 2005.
- S.L. Angka, M.T. Suhartono, *Bioteknologi Hasil Laut* (Bogor: Pusat Pengkajian Sumberdaya dan Pesisir Lautan IPB, 2000).
- Sylvia Sari Barkey. "Aplikasi Edible Film Khitosan dari Kulit Udang Windu pada Penyimpanan Buah Tomat." Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor, 2002,