

KAJIAN SIFAT FISIK-MEKANIK DAN ANTIBAKTERI PLASTIK KITOSAN TERMODIFIKASI GLISEROL

Arie Fitry Apriyanti*), F. Widhi Mahatmanti dan Warlan Sugiyo

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Juli 2013
Disetujui Juli 2013
Dipublikasikan Agustus 2013

Kata kunci:
antibakteri
gliserol
kuat tarik
plastik kitosan

Abstrak

Pembuatan plastik dengan bahan utama kitosan banyak dilakukan. Plastik kitosan dibuat dengan menambahkan *plasticizer*. Pelarut yang digunakan pada pembuatan plastik kitosan yaitu asam asetat 2% (v/v) serta konsentrasi *plasticizer* gliserol sebesar 0; 0,1; 0,2; 0,3 dan 0,4% (v/v). Karakterisasi meliputi uji kuat tarik, uji permeabilitas uap air, uji antibakteri dan gugus fungsi. Nilai kuat tarik plastik kitosan sebesar 38,90; 35,40; 45,38; 37,77 dan 12,58 MPa. Hasil nilai permeabilitas uap air plastik kitosan sebesar 0,0005; 0,0005; 0,0004; 0,0009 dan 0,0024 gram. Aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi agar dengan menggunakan bakteri *Bacillus subtilis* dan *Escherechia coli* dengan hasil zona bening untuk gliserol 0% sebesar 1,75 mm dan 0,67 mm, gliserol 0,2% sebesar 0,67 mm dan 1,33 mm. Hasil analisis gugus fungsional plastik kitosan termodifikasi gliserol tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Abstract

Manufacture of plastic with the main ingredient chitosan much done. Chitosan plastic is made by adding plasticizers. The solvent used in the manufacture of plastics, 2% acetic acid and glycerol as plasticizer of 0, 0.1, 0.2, 0.3 and 0.4%. The characterization includes the tensile strength test, water vapor permeability test, antibacterial test and functional groups. Tensile strength chitosan plastic of 38.90, 35.40, 45.38, 37.77 and 12.58 MPa respectively. The value of water vapor permeability of chitosan plastic of 0.0005, 0.0005, 0.0004, 0.0009 and 0.0024 grams respectively. Antibacterial activity using the diffusion method and using the bacteria *Bacillus subtilis* and *Escherechia coli* with clear zone for glycerol 0% of 1.75 mms and 0.67 mms, for glycerol 0.2% of 0.67 mms and 1.33 mms. The results showed that functional groups of chitosan plastic modified glycerol, no significant difference.

Pendahuluan

Plastik merupakan salah satu kemasan yang umum digunakan untuk berbagai hal, diantaranya sebagai pembungkus makanan, alas makan dan minum, automotif dan berbagai sektor lainnya. Plastik memiliki banyak keunggulan antara lain: fleksibel, ekonomis, transparan, kuat, tidak mudah pecah, bentuk laminasi yang dapat dikombinasikan dengan bahan kemasan lain dan sebagian ada yang tahan panas dan stabil. Plastik juga mempunyai kelemahan diantaranya adalah bahan baku utama pembuat plastik yang berasal dari minyak bumi yang keberadaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui (Nurminah; 2002). Selain itu plastik tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan alami oleh mikroba penghancur di dalam tanah. Hal ini mengakibatkan terjadinya penumpukan limbah dan menjadi penyebab pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup (Careda; 2007).

Teknologi kemasan plastik *biodegradable* adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk keluar dari permasalahan penggunaan kemasan plastik yang *non degradable* (plastik konvensional). Kitosan memiliki kegunaan yang sangat luas dalam kehidupan sehari-hari. Kitosan merupakan turunan kitin yang banyak terdapat di komoditas perikanan seperti udang. Selain itu kitosan juga menjadi pusat penelitian dikarenakan karakter fisiologis dan teknis yang menarik, dengan sifat non-toksik dan *biodegradability*. Oleh karena sifat pembentukan filmnya, kitosan telah dipakai sebagai pembungkus makanan. Film kitosan juga memiliki nilai permeabilitas uap air menengah dan dapat dipakai untuk meningkatkan umur simpan produk segar dan pangan dengan aktivasi air tinggi. Film kitosan yang dihasilkan bersifat kaku, dapat memanjang, fleksibel dan tidak mudah robek. Kebanyakan sifat mekanisnya adalah sebanding dengan polimer komersial berkekuatan sedang (Shahidi dkk; 1999).

Kitosan telah menarik perhatian sebagai bahan tambahan makanan alami karena sifatnya yang tidak beracun, antibakteri, antioksidan, pembentuk film, biokompatibilitas dan biodegradabilitas (Majeti dan Ravi; 2000). Banyak penelitian yang menggabungkan antara kitosan dengan bahan baku lain untuk membuat plastik, misalnya menggabungkan antara kitosan dengan pati. Diantaranya menggunakan pati seperti penelitian yang dilakukan oleh Firdaus, dkk (2008). Pada penelitian ini bahan

yang digunakan yaitu pati, kitosan dan campuran antara pati-kitosan serta gliserol sebagai *plasticizer*. Dengan menggunakan gliserol sebagai *plasticizer* menghasilkan film yang berbeda dari keadaan awalnya. Menurut Yoshida, dkk (2009), plastik *edible* yang dibentuk dari polimer murni bersifat rapuh sehingga digunakan *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitasnya. Plastik kitosan dengan penambahan bahan tambahan *plasticizer* mempunyai sifat lebih fleksibel dari pada film tanpa *plasticizer*.

Selain digunakan sebagai film, kitosan juga sering digunakan sebagai antibakteri. Salah satunya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Kaban (2008) dimana pada film kalsium alginat-kitosan dilakukan pengujian terhadap antibakteri dengan menggunakan beberapa bakteri, salah satunya yaitu *Escherichia coli*. Kitosan mempunyai aktivitas antimikroba karena sifat-sifat yang dimilikinya yaitu dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme perusak dan sekaligus melapisi produk yang diawetkan sehingga terjadi interaksi yang minimal antara produk dan lingkungannya.

Penelitian ini akan membahas pengaruh penambahan *plasticizer* gliserol pada pembuatan plastik kitosan dengan melihat nilai kuat tarik yang dimiliki oleh plastik kitosan dan permeabilitas uap air dari plastik kitosan serta mengetahui sifat antibakteri yang ada pada plastik kitosan.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan sampel kitosan yang dibeli dari IPB dengan derajat deasetilasi sebesar 82,98%. Variabel bebas dari penelitian ini yaitu konsentrasi gliserol. Variabel terikat meliputi sifat fisik-mekanik yaitu kuat tarik, permeabilitas uap air, gugus fungsi dan sifat antibakteri plastik kitosan. Variabel terkontrol yaitu massa kitosan, volume kitosan, volume pelarut dan suhu kamar.

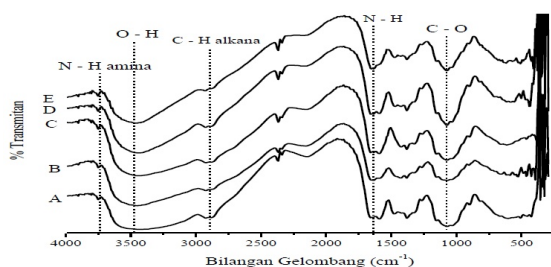
Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi alat gelas (Pyrex, Iwaki), neraca analitik (Ohaus Explorer), *magnetic stirrer*, *hotplate stirrer* merk Daihan Lab Tech, penyaring vakum, cawan petri, *dryglassky*, inkubator, *dessicator*, cetakan plastik (nampan), alat uji kuat tarik merk Pearson Panke Equipment LTD, FT-IR merk Shimadzu. Sedangkan untuk bahan yaitu Kitosan dari IPB (Institut Pertanian Bogor), kertas saring Whatman, aquades, nutrient agar, media *nutrient broth* untuk biakan

bakteri, kapas serta bahan kimia dengan *grade pro analyst* natrium hidroksida, asam asetat glasial, gliserol buatan Merck.

Pembuatan plastik kitosan menggunakan metode yang dilakukan oleh Pranoto (2007) yaitu 1 gram kitosan dilarutkan dalam 100 mL pelarut asam asetat 2% di dalam gelas kimia dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 4 jam. Penambahan gliserol kedalam larutan kitosan kemudian diaduk kembali. Larutan plastik kitosan yang terbentuk dicetak di dalam sebuah wadah cetakkan plastik kemudian dikeringkan diudara terbuka. Setelah plastik kitosan kering kemudian dilakukan koagulasi dan dikeringkan kembali. Plastik yang dihasilkan dilakukan analisis dengan uji *tensile strength*, permeabilitas uap air dan FT-IR serta uji antibakteri.

Hasil dan Pembahasan

Plastik kitosan yang telah kering atau telah jadi kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui karakterisasi gugus fungsi dari plastik dengan menggunakan spektroskopi FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*). Karakterisasi pada plastik kitosan diperlukan agar dapat melihat perubahan gugus fungsi serta intensitas puncak serapan spektrum infra merah dengan adanya penambahan gliserol pada masing-masing plastik kitosan. Hasil karakterisasi gugus fungsi plastik kitosan termodifikasi gliserol dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektra FT-IR plastik kitosan dengan gliserol: (a) 0% (b) 0,1% (c) 0,2% (d) 0,3% (e) 0,4%

Perbedaan konsentrasi gliserol tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap gugus fungsi yang ada pada plastik kitosan. Penambahan gliserol membuat *peak* O-H pada gambar terlihat semakin melebar dikarenakan bertemunya -OH kitosan dengan -OH gliserol sehingga membuat *peak* melebar. Pelebaran *peak* O-H yang melebar terlihat pada penambahan gliserol 0,2%.

Uji kuat tarik dilakukan untuk mengetahui gaya maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah plastik. Pengujian dilakukan dengan

cara pemberian beban pada plastik yang kemudian plastik ditarik hingga putus. Hasil yang didapat dari pengukuran kuat tarik kemudian diolah dengan menggunakan persamaan dibawah ini dan hasil pengujian kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 1.

$$\text{Persamaan: } TS = F_{\max} / A_0$$

Tabel 1. Nilai kuat tarik plastik kitosan termodifikasi gliserol

No.	Sampel	Gliserol	Kuat Tarik (MPa)
1.	A	0%	38,90 ± 6,6
2.	B	0,1%	35,42 ± 8,42
3.	C	0,2%	45,38 ± 11,04
4.	D	0,3%	37,77 ± 1,04
5.	E	0,4%	12,58 ± 7,69

Nilai kuat tarik berbanding terbalik dengan adanya penambahan komposisi gliserol, dimana nilai kuat tarik akan semakin menurun dengan bertambahnya konsentrasi gliserol. Plastik kitosan tanpa penambahan gliserol adalah rapuh. Penambahan *plasticizer* akan menurunkan ikatan hidrogen dalam plastik sehingga akan meningkatkan fleksibilitas dari plastik tersebut, dengan meningkatnya fleksibilitas maka kuat tarik dari suatu plastik akan mengecil. Penambahan gliserol sebagai *plasticizer* pada plastik kitosan akan mengurangi gaya antar molekul rantai polisakarida sehingga struktur plastik yang dibentuk akan lebih halus dan fleksibel. Hal ini dapat terjadi karena gliserol merupakan molekul hidrofilik kecil yang dapat dengan mudah masuk diantara rantai-rantai molekul tersebut dan akan terjadi ikatan silang antara kitosan dengan gliserol yang mampu memperbaiki ikatan kuat tarik sehingga plastik tidak kaku seperti pembentukan plastik kitosan tanpa penambahan gliserol (Tri; 2008). Konsentrasi gliserol yang optimum digunakan untuk membuat plastik kitosan yaitu pada konsentrasi 0,2% sebesar 45,38 ± 11,04 MPa.

Berdasarkan hasil pengukuran rata-rata dari nilai hasil kuat tarik, diperoleh hasil bahwa penambahan jumlah konsentrasi gliserol berpengaruh positif terhadap sifat plastis dari plastik yang dihasilkan. Namun demikian penambahan konsentrasi gliserol dapat menurunkan nilai kuat tarik plastik kitosan karena penambahan *plasticizer* akan menurunkan ikatan hidrogen pada plastik sehingga meningkatkan fleksibilitas plastik yang menyebabkan kecilnya nilai kuat tarik dari plastik.

Pengujian selanjutnya yaitu permeabilitas uap air dimana permeabilitas uap air

merupakan kekuatan plastik dalam menahan uap air. Plastik atau film yang berbahan dasar polisakarida seperti halnya plastik kitosan pada umumnya memiliki permeabilitas uap air yang relatif tinggi karena memiliki sifat hidrofilik atau suka terhadap air yang dimiliki oleh kitosan tersebut (Krisdiana; 2009). Pengujian permeabilitas uap air menggunakan cara sederhana yaitu menguapkan plastik pada air panas. Hasil pengujian permeabilitas plastik kitosan dapat dilihat pada Tabel 2. Perhitungan nilai permeabilitas uap air dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\Delta W_1 = W_1 - W_0$$

Tabel 2. Nilai permeabilitas uap air plastik kitosan termodifikasi gliserol

No.	Sampel	Gliserol	Permeabilitas Uap Air (gram)
1.	A	0%	0,0005
2.	B	0,1%	0,0005
3.	C	0,2%	0,0004
4.	D	0,3%	0,0009
5.	E	0,4%	0,0024

Nilai permeabilitas uap air cenderung meningkat dengan penambahan konsentrasi gliserol (Tri; 2008). Namun pada data hasil pengujian plastik kitosan, didapat hasil permeabilitas uap air yang menurun pada plastik kitosan dengan penambahan gliserol 0,2%. Penurunan nilai permeabilitas uap air yang digunakan kemungkinan karena molekul gliserol yang ada belum bergerak aktif mengisi celah rantai molekul polimer dan hanya dipengaruhi konsentrasi kitosan. Nilai permeabilitas uap air plastik kitosan juga dipengaruhi oleh komposisi kitosan (banyak gram kitosan yang terlarut). Komposisi kitosan yang semakin kecil akan memudahkan molekul gliserol masuk mengisi celah rantai molekul kitosan yang mengakibatkan terjadinya kenaikan permeabilitas uap air pada plastik kitosan. Makin tinggi komposisi kitosan yang digunakan maka akan semakin tinggi nilai permeabilitas uap air yang dimiliki plastik, hal tersebut dikarenakan plastik kitosan merupakan plastik yang hidrofilik, sehingga bersifat menyerap air. Selain itu, gliserol sendiri juga bersifat hidrofilik, sehingga gliserol akan menghasilkan penyerapan air. Adanya komponen hidrofilik menyebabkan plastik jadi lebih mudah untuk mengembang dan banyak menyerap air.

Sampel plastik kitosan tanpa penambahan gliserol memiliki nilai permeabilitas uap air relatif stabil dibandingkan dengan penambahan gliserol. Hal ini dikarenakan komposisi

penyusun plastik hanya kitosan sehingga penyerapan uap air oleh plastik kitosan tidak dipengaruhi oleh gerakan molekul gliserol untuk mengisi celah molekul polimer kitosan, tetapi hanya dipengaruhi oleh komposisi kitosan yang ada. Semakin tinggi komposisi kitosan maka semakin tinggi pula nilai permeabilitas uap air yang dihasilkan, karena plastik kitosan akan semakin hidrofilik. Konsentrasi gliserol optimum yang digunakan untuk pembuatan plastik kitosan yaitu pada konsentrasi 0,2% dengan nilai 0,0004 gram.

Semakin rendah nilai permeabilitas uap air atau semakin mendekati nol maka daya serap plastik terhadap uap air semakin kecil. Jika plastik telah menyerap uap air dari luar maka plastik tersebut tidak mampu untuk menyerap uap air lagi yang melebihi dari kapasitas penyerapannya maka nilai permeabilitas uap air (WVP) akan semakin baik.

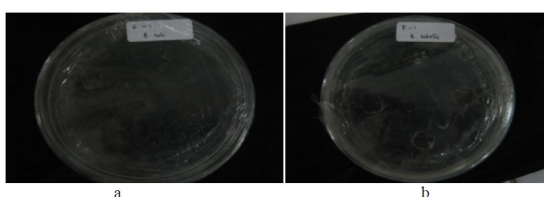
Pengujian antibakteri dilakukan dilakukan untuk membuktikan bahwa kitosan mempunyai sifat sebagai antimikroba. Menurut Fernandez, dkk (2008) kitosan sebagian besar tidak hanya dimanfaatkan untuk pembentukan film tetapi dapat digunakan juga sebagai antimikroba. Aktivitas antimikroba dari kitosan dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk spesies bakteri, konsentrasi, pH, pelarut dan massa molekul. Plastik kemasan yang bersifat antimikroba sangat potensial untuk menjamin ketahanan makanan melalui pelepasan substansi antimikroba yang terkontrol dari struktur plastik pembawa ke permukaan makanan.

Pengujian antibakteri terhadap plastik kitosan dilakukan dengan menggunakan metode difusi agar. Metode difusi agar merupakan metode yang sering digunakan dalam perlakuan uji antibakteri. Bakteri yang digunakan yaitu *Bacillus subtilis* untuk gram positif dan *Eschericia coli* untuk gram negatif. Aktivitas antibakteri dari plastik kitosan diperlihatkan dengan munculnya zona bening disekitar plastik kitosan. Zona bening dihitung setiap 24 jam selama kurun waktu 96 jam. Pengukuran zona bening dapat dilihat dalam Tabel 3.

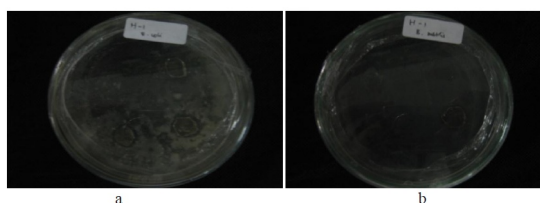
Tabel 3. Hasil uji antibakteri plastik kitosan termodifikasi gliserol

No	Sampel	Treatment	Zona Bening (mm)			
			24 jam	48 jam	72 jam	96 jam
1.	Sampel A	<i>Bacillus subtilis</i>	3,33	2,67	2,42	1,75
		<i>Eschericia coli</i>	5,73	2,75	1,83	0,67
2.	Sampel C	<i>Bacillus subtilis</i>	4,42	3,00	1,17	0,67
		<i>Eschericia coli</i>	5,33	3,83	2,8	1,33
	Kontrol <i>Bacillus subtilis</i>	+	+	+	+	
	Kontrol <i>Eschericia coli</i>	+	+	+	+	

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa penambahan *plasticizer* gliserol mempengaruhi daya hambat antibakteri yang dimiliki oleh plastik kitosan. Semakin banyak jumlah penambahan *plasticizer* gliserol yang ditambahkan kedalam komposisi plastik kitosan, semakin menurun daya hambat antibakteri yang dimiliki oleh plastik kitosan tersebut. Dari hasil pengukuran zona bening yang dihasilkan, dapat dilihat area daerah zona bening yang dihasilkan oleh plastik kitosan tanpa penambahan *plasticizer* gliserol lebih luas dibandingkan dengan penambahan *plasticizer* gliserol. Hasil pengujian antibakteri dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Sampel A, bakteri (a) *Esherichia coli* (b) *Bacillus subtilis*



Gambar 3. Sampel C, bakteri (a) *Esherichia coli* (b) *Bacillus subtilis*

Plastik kitosan tanpa penambahan *plasticizer* memiliki kemampuan untuk menghambat bakteri *Bacillus subtilis* dan *Escherichia coli* lebih baik dikarenakan hanya berbahan kitosan saja, dimana kitosan sendiri dapat digunakan sebagai antibakteri. Selain itu karena adanya pelarut asam dalam pembuatan plastik kitosan, dimana asam mampu menghambat pertumbuhan bakteri karena bakteri sendiri memiliki sifat tidak tahan terhadap asam (Kurniasih & Dwi; 2009).

Kemampuan daya hambat antibakteri berbeda pada kedua sampel. Kitosan tanpa penambahan *plasticizer* memiliki daya hambat lebih baik dibandingkan dengan penambahan *plasticizer*, hal ini karena pada plastik kitosan tanpa penambahan gliserol komposisi plastik hanya dipengaruhi oleh kitosan saja sedangkan plastik kitosan dengan penambahan gliserol memiliki daya hambat kecil karena pada plastik dipengaruhi penambahan gliserol yang akan mengisi komposisi plastik sehingga peran kitosan tidak terlalu dominan yang

menyebabkan menurunnya daya antibakteri dari kitosan.

Simpulan

Kuat tarik plastik kitosan tertinggi dengan pelarut asam asetat 2% dan penambahan *plasticizer* gliserol sebanyak 0,2% dengan hasil sebesar $45,38 \pm 16,38$ MPa. Nilai permeabilitas uap air terbaik pada plastik kitosan dengan pelarut asam asetat 2% dengan penambahan gliserol 0,2% sebesar 0,0004 gram. Berdasarkan hasil uji antibakteri, plastik kitosan mempunyai sifat sebagai antibakteri terhadap bakteri *Bacillus subtilis* dan *Escherichia coli*. Pelarut asam asetat memiliki kemampuan antibakteri. Penambahan gliserol mengakibatkan kemampuan antibakteri plastik kitosan semakin menurun.

Daftar Pustaka

- Careda, M.P. 2007. Characterization of Edible Films of Cassava Strach by Electron Microscopy. Braz, *Journal Food Technology*. page: 91-95
- Fernandez-Saiz, P., Lagaron, J.M., Hernandez-Munoz, P., & Ocio, M.J., 2008. Characterization of Antimicrobial Properties on The Growth of *S. aureus* of Novel Renewable Blends of Gliadins and Chitosan of Interest in Food Packaging and Coating Applications. *International Journal of Food Microbiology*. 124(1): 13-20
- Firdaus, F., Sri M. & Hady A. 2008. Sintesis Film Kemasan Ramah Lingkungan Dari Komposit Pati, Kitosan Dan Asam Pololaktat Dengan Pemplastik Gliserol: Studi Morfologi dan Karakteristik Mekanik. Farmasi FMIPA Univesitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Kaban, J. 2008. Kalsium Alginat-Kitosan Sebagai Film Pelapis Yang Dapat Dimakan Dan Bersifat Antibakteri. *Jurnal Teknologi Proses*. 23-32
- Krisdiana, D. 2009. Imbangan Antara Mentega Dengan Chitosan Dalam Edible Film Protein Pollard Terhadap Sifat Fungsional Telur Ayam. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang
- Majeti N V & Ravi K. 2000. A Review Of Chitin And Chitosan Applications. *Journal of Reactive and Functional Polymers*. 46: 1-27
- Nurminah, M. 2002. Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas serta Pengaruhnya terhadap Bahan yang Dikemas. Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian USU
- Pranoto, Yudi. 2007. Kajian Sifat Fisik-Mekanik dan Mikrostruktur Edible Film Alginat dan Kitosan dengan Penambahan Gliserol. Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Seminar Nasional PATPI, Bandung

- Tri, Bayu H. 2008. Pengaruh Konsentrasi Plasticizer Gliserol Dan Komposisi Kitosan Dalam Zat Pelarut Terhadap Sifat Fisik *Edible* Film Dari Kitosan. Skripsi. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Yoshida, C.M.P., Junior, E.N.O., & Franco, T.T. 2009. Chitosan Tailor-Made Films: The Effects of Additives on Barrier and Mechanical Properties, *Packaging Technology and Science*. 22. 161 – 170
- Shahidi, F., Arachi, J.K.V. & Y.J. Jeon. 1999. Food Application Of Chitin and Chitosan. *Trends in Food Science & technology*. 10: 37-51