

LAPORAN PENELITIAN

**KOMBINASI KITOSAN-KARAGENAN DAN KITOSAN-
KARAGENAN-PVA PADA PEMBUATAN HIDROGEL
SUPERABSORBEN SEBAGAI *CONTROLLED RELEASE UREA***



Oleh:

PUTRI SAHIRA (3335200006)
ANISA PUTRI (3335200007)

**JURUSAN TEKNIK KIMIA-FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Putri Sahira

NIM : 3335200006

JURUSAN : Teknik Kimia

JUDUL : Kombinasi Kitosan-Karagenan dan Kitosan-Karagenan-PVA Pada Pembuatan Hidrogel Superabsorben Sebagai *Controlled Release* Urea

Bersedia

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari pembimbing dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali telah disebutkan sumbernya.

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 24 Juli 2024


Putri Sahira

LAPORAN PENELITIAN
KOMBINASI KITOSAN-KARAGENAN DAN KITOSAN-
KARAGENAN-PVA PADA PEMBUATAN HIDROGEL
SUPERABSORBEN SEBAGAI *CONTROLLED RELEASE UREA*

disusun oleh:

PUTRI SAHIRA (3335200006)
ANISA PUTRI (3335200007)

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing dan Telah dipertahankan di hadapan

Dewan Penguji

Pada Tanggal 27 Mei 2024

Dosen Pembimbing



Retno Sulistyo DL, S.T., M.Eng.
NIP.198110042008122003

Dosen Penguji I



Dr. Endarto Yudo W., S.T., M.T.
NIP. 197706092008121001

Dosen Penguji II



Rusdi, S.T., M.T.
NIP. 196711252005011002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Heri Heriyanto, S.T., M.Eng.
NIP. 197510222005011002

ABSTRAK

KOMBINASI KITOSAN-KARAGENAN DAN KITOSAN-KARAGENAN-PVA PADA PEMBUATAN HIDROGEL SUPERABSORBEN SEBAGAI *CONTROLLED RELEASE UREA*

Oleh :

PUTRI SAHIRA (3335200006)

ANISA PUTRI (3335200007)

Controlled Release Urea menjadi suatu solusi untuk melepaskan kandungan nutrisi yang dibutuhkan tanaman secara terkendali, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan. Hidrogel superabsorben dengan kombinasi antara bahan polimer alami dan polimer sintetik diketahui memiliki daya serap air yang lebih tinggi. Sehingga, perlu dilakukan suatu karakterisasi dan modifikasi hidrogel superabsorben dengan kombinasi bahan kitosan-karagenan dan kitosan-karagenan-PVA sebagai *Controlled Release Urea*. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi dan menentukan kondisi optimum matriks serta nilai kumulatif release urea hidrogel. Penelitian hidrogel dari Karagenan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*, *Polyvinyl Alcohol* (PVA) dan Kitosan dari sisik ikan bandeng yang dilakukan dengan beberapa proses yaitu isolasi kitosan, pembuatan hidrogel dengan metode *cross linking*, dan uji karakteristik diantaranya yaitu *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR), *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Swelling Ratio*, kinetika *swelling* dan pelepasan urea. Hasil karakterisasi hidrogel diuji SEM dan menunjukkan bahwa penambahan PVA membantu meningkatkan kepadatan struktur hidrogel dan menampilkan permukaan yang lebih kompak. Pada hasil uji FT-IR kombinasi komposisi Kitosan-Karagenan-PVA telah membentuk gugus fungsi hidrogel yang membawa sifat gel lebih elastis dan berkapasitas daya serap lebih tinggi. Nilai *swelling* tertinggi pada variasi *crosslinked* 6% dan kinetika *swelling* tertinggi pada *crosslinked* 8%, penambahan konsentrasi larutan *crosslinked* yang semakin tinggi akan menguatkan matriks gel dan menjadikan struktur gel lebih padat dan tidak mudah rapuh selama berkontak dengan air, kepadatan gel menurunkan keelastisan gel dalam menyerap dan merelease air. Nilai kumulatif *release* urea dari hidrogel di uji pada media air, tanah humus dan tanah berpasir, dengan nilai daya serap urea tertinggi dan kemampuan retensi air pada hidrogel dengan penambahan PVA 15%, *release* urea diuji juga pada media tanah dan media air yang menunjukkan kemampuan *release* secara bertahap dan semakin meningkat seiring waktu. Aplikasi *slow release* diuji pada tanaman dengan mengamati pertumbuhan tinggi batang, jumlah daun dan jumlah buah cabai, dengan nilai paling optimal adalah 69 cm, 220 helai dan 26 buah pada variasi hidrogel Kitosan-Karagenan.

Kata Kunci: *Controlled release urea, Hidrogel Superabsorben, Kitosan, Karagenan, PVA, Pertanian, Sisik Ikan Bandeng*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang dan atas segala limpahan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Kombinasi Kitosan-Karagenan dan Kitosan-Karagenan-PVA Pada Pembuatan Hidrogel Superabsorben Sebagai *Controlled Release Urea*” dengan baik. Kami menyadari bahwa tanpa dukungan, bantuan, petunjuk, dan bimbingan dari beberapa pihak tidaklah mungkin laporan penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar. Sehingga pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga kami, yang telah memberikan dukungan material dan moral dalam penelitian ini.
2. Ibu Retno Sulisty DL,S.T.,M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan kami dalam penyusunan laporan penelitian ini.
3. Teman-Teman Teknik Kimia 2020 serta semua pihak yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan laporan penelitian ini.

Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat & hidayah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan penelitian ini. Semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat untuk kami dan pihak lain yang memerlukan.

Cilegon, 29 Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pupuk Pertanian.....	4
2.1.1 Kandungan Pupuk Pertanian.....	4
2.1.2 Aplikasi Pupuk Pertanian Secara Konvensional.....	6
2.1.3 Aplikasi Pupuk Pertanian.....	8
2.2 Mekanisme <i>Release Pupuk</i>	12
2.3 Hidrogel Superabsorben (HSA)	13
2.4 Kitosan.....	18
2.5 Karagenan.....	20
2.6 <i>Polyvinyl Alcohol (PVA)</i>	20
2.7 Kinetika <i>Swelling</i>	22
2.8 Penelitian Sebelumnya	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Tahapan Penelitian	30
3.2 Prosedur Penelitian.....	31
3.2.1 Persiapan Sampel.....	31
3.2.2 Pengisolasian Kitin.....	32

3.2.3	Preparasi Kitosan.....	32
3.2.4	Penentuan Kadar Deasetilasi	32
3.2.5	Preparasi PVA	33
3.2.6	Pembuatan Hidrogel.....	33
3.2.7	Pengisian Urea ke dalam Hidrogel.....	34
3.3	Bahan dan Alat	35
3.3.1	Bahan.....	35
3.3.2	Alat.....	35
3.4	Variabel Penelitian	36
3.4.1	Variabel Bebas.....	36
3.4.2	Variabel Terikat.....	36
3.4.3	Variabel Kontrol.....	36
3.5	Metode Pengumpulan dan Analisis Data	37
3.5.1	<i>Swelling Ratio</i>	38
3.5.2	Kinetika <i>Swelling</i>	38
3.5.3	<i>Fourier Transform Infra Red (FT-IR)</i>	38
3.5.4	<i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	38
3.5.5	Uji <i>Release Urea</i>	38
3.5.6	Uji Aplikasi Ke Tanaman.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Karakterisasi Hidrogel Superabsorben	41
4.1.1	Uji FT-IR Kitosan dari Sisik Ikan Bandeng.....	41
4.1.2	Pengujian FT-IR Hidrogel.....	43
4.1.3	Pengujian SEM.....	45
4.2	Kondisi Matriks HSA	46
4.2.1	Pengujian <i>Swelling Ratio</i>	46
4.2.2	Pengujian Kinetika <i>Swelling</i>	49
4.3	Kumulatif <i>Release Urea</i> Pada HSA.....	50
4.3.1	Penyerapan Urea.....	50
4.3.2	Pengujian <i>Release Urea</i>	50
4.3.3	Uji Retensi Air.....	52

4.3.4 Aplikasi Gel Pada Tanaman.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	63
Lampiran 1. Perhitungan	63
Lampiran 2. Dokumentasi	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya	22
Tabel 4. 1 Laju <i>Swelling</i> Hidrogel.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mekanisme <i>Slow Release</i> dan <i>Controlled Release</i>	12
Gambar 2. 2 Struktur Dua Dimensi Kitosan dan Kitin	18
Gambar 2. 3 Struktur Kappa Karagenan	20
Gambar 2. 4 Rumus Struktur <i>Polyvinyl Alcohol</i>	21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Percobaan	31
Gambar 4.1 Hasil Uji FT-IR Kitosan dari Limbah Sisik Ikan Bandeng	42
Gambar 4.2 Uji FT-IR Hidrogel.....	44
Gambar 4.3 Hasil Uji SEM.....	45
Gambar 4.4 Grafik Uji <i>Swelling Ratio</i>	47
Gambar 4.5 Grafik Kinetika <i>Swelling</i>	49
Gambar 4.6 Grafik Perendaman Gel Dalam Larutan Urea.....	50
Gambar 4.7 Grafik Hasil Uji <i>Release</i> Urea.....	51
Gambar 4.8 Hasil Uji Retensi Air Tanah Berpasir.....	52
Gambar 4.9 Grafik Aplikasi Tanaman Hidrogel.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan	62
Lampiran 1. Dokumentasi	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam bidang pertanian yang mana banyak menggunakan pupuk dengan dosis tinggi karena tingkat penyerapan oleh tanaman yang rendah (20-30%) sehingga banyak dari pupuk urea yang terbuang percuma ke lingkungan dan menjadi pencemaran pada tanah, emisi gas beracun dan mempercepat kejenuhan tanah. Sistem pengendali pelepasan pupuk atau *controlled release* urea dapat menjadi solusi dalam mengatasi permasalahan tersebut. *Controlled release* urea memiliki kemampuan untuk dapat melepaskan kandungan nutrisi yang dibutuhkan tanaman secara terkendali, dengan cara mengontrol pelepasan nutrisi sesuai dengan kebutuhan tanaman dan menyediakan nutrisi tambahan yang dapat digunakan semasa tanaman itu hidup.

Hidrogel superabsorben (HSA) merupakan jaringan hidrofilik dengan kapasitas penyerapan terhadap air yang tinggi sehingga dapat menjadi media untuk pengaplikasian *controlled release urea*. Superabsorben telah mendapat banyak perhatian dalam beberapa dekade terakhir ini karena aplikasinya yang luas dalam berbagai bidang, misalnya bidang teknik biomedis, *smart materials*, produk kesehatan, dan bidang pertanian. Hidrogel superabsorben (HSA) dapat dimodifikasi dari bahan alami (Kitosan dari limbah sisik ikan bandeng dan karagenan), dan bahan sintesis (PVA). Bahan yang digunakan harus biodegradable supaya tidak menimbulkan permasalahan baru yaitu pencemaran pada lingkungan karena polimer sintetik ini sulit terurai.

Hidrogel superabsorben untuk pelepasan lambat urea menggunakan kombinasi bahan kitosan-karagenan-PVA. Dalam penelitian mengenai pupuk lepas lambat ini telah dilakukan dengan berbagai bahan dan metode. Fransiska dan Reynaldi (2019: 34) membuat hidrogel dari iota Karagenan dan PVA (*Poly-*

Vinyl Alcohol) dengan Metode *Freezing-Thawing Cycle* dengan hasil konsentrasi iota karagenan 2,5% merupakan konsentrasi terbaik untuk pembuatan hidrogel PVA-iota dengan nilai daya serap air 947,19%, fraksi gel 74,66% dan kuat tarik sebesar $2,69 \text{ kg/cm}^2$. Pettinelli *et al.* (2019: 590) membuat Kitosan, Karagenan dalam Hidrogel Berbasis Metakrilat pada Efek Pembengkakan dan Sifat Mekanik untuk meningkatkan pembengkakan dan sifat mekaniknya dengan hasil yang menunjukkan bahwa penyerapan air dari hidrogel dapat diklasifikasikan sebagai hidrogel superabsorben karena memiliki daya serap di atas 200%. Croitoru *et al.* (2020: 23) menggunakan *Poly Vinyl Alcohol/Kappa-Carrageenan* Hidrogel: Struktur dan aplikasi diperoleh hasil dari penambahan karagenan ke PVA menentukan perolehan hidrogel hidrofilik dengan derajat *swelling* air suling yang tinggi, hingga 224%, dibandingkan dengan PVA murni, yang nilainya tercatat 115%.

Dalam penelitian ini akan dibuat hidrogel sebagai matriks pelepasan pupuk urea terkendali dengan mengkombinasikan kitosan-karagenan-*Poly Vinyl Alcohol* (PVA) dengan metode *cross linking* dengan penggunaan variasi pada konsentrasi larutan *crosslinked*. Kombinasi bahan-bahan ini akan membentuk struktur hidrogel yang memiliki kemampuan mengembang (*swelling*) dalam air, serta mempunyai kemampuan mempertahankan bentuk asalnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut ini adalah rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini:

1. Mempelajari karakterisasi hidrogel superabsorben PVA, karagenan, dan kitosan sisik ikan bandeng menggunakan analisis SEM dan FT-IR.
2. Mempelajari kondisi optimal matriks hidrogel superabsorben pada variasi konsentrasi larutan *crosslinked*.
3. Menghitung nilai kumulatif *release urea* dari hidrogel superabsorben.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang terdapat dalam penelitian ini yaitu melakukan karakterisasi hidrogel superabsorben PVA, karagenan, dan kitosan sisik ikan bandeng menggunakan analisis SEM dan FT-IR, menentukan kondisi optimal

matriks hidrogel superabsorben pada variasi konsentrasi larutan *crosslinked*, dan menentukan nilai kumulatif *release urea* dari hidrogel superabsorben.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *cross linking* dalam pembuatan Hidrogel Superabsorben (HSA) dengan bahan utama yaitu urea, *Poly Vinyl Alcohol* (PVA), karagenan rumput laut *kappaphycus alvarezii*, serta kitosan dari sisik ikan bandeng dengan melalui 5 uji yaitu *Swelling Ratio* menggunakan gravimetri, Uji Kinetika *Swelling*, *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR), *Scanning Electron Microscope* (SEM), Uji Pelepasan Urea.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, M. F., M. Hanif, dan N. M. Ranjha. 2016. Methods of synthesis of hydrogel: A review. *Saudi Pharmaceutical Journal* 24 (2016): 554-559.
- Apriliya, Zumaroh. 2023. Agar Tanaman Cabai Rutin Berbuah Berikan Saja Pupuk Urea, Berikut Racikannya. *Urbanbandung.com*
- Azmy, I. 2014. Pengaruh Konsentrasi Polivinil Alkohol (PVA) Terhadap Performa Elektrokimia $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$ Hasil Proses Sol-Gel Sebagai Anoda Untuk Baterai Ion Lithium Tipe Aqueous Elektrolit. *Prosiding Simposium Nasional Teknik Material Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember*: 1-72.
- Basuki, B. R., dan G. M. Sanjaya. 2009. Sintesis Ikat Silang Kitosan dengan Glutaraldehyd Serta Identifikasi Gugus Fungsi dan Derajat Deasetilasinya. *Jurnal Ilmu Dasar* 10(1): 93-102.
- Croitoru, C., M. A. Pop, T. Bedo, M. Cosnita, I. C. Roata, dan I. Hulka. 2020. Physically Crosslinked Poly (Vinyl Alcohol)/Kappa-Carrageenan Hydrogels: Structure and Applications. *Polymers* 12(560): 1-23.
- Danarto, Y. C., Anggita, N., dan Sela, M. N. 2017. Kinetika Slow Release Pupuk Urea Berlapis Kitosan Termodifikasi. *Equilibrium*. 16(2): 45-49.
- Distantina, S., F. Rahayu, dan T. H. G. Zalfa. 2018. Bead Gel Karagenan-Carboxymethylcellulose dengan Crosslinking Glutaraldehyd Sebagai Controlled Release Urea. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*. 12 April. *Universitas Sebelas Maret*: 1-7.
- Distantina, S., Violita P. W., & Yovanka E. (2018) 'Bead Gel Berbasis Karagenan, Carboxymethyl Cellulose (CMC), dan Glukomanan sebagai Matriks Pelepasan Pupuk Urea Terkendali', Seminar Nasional Teknik Ecosmart.
- Drabczyk, Anna., S. K. Kramarczyk., dan M. Kedzierska. 2020. Physicochemical Investigations of Chitosan Based Hydrogels Containing Aloe vera Designed for Biomedical Use. *Materials* 13(14):3073.
- Ekebafé LO, Ogbeifun DE, Okieimen FE. 2011. Polymer applications in agricultural. *Biochemistry*. 23 (20): pp 81-89.

- Erizal., Dian, P., P., Sulistioso, G. S., Sudirman, Juniarti., dan Hariyanti. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Biodegradable Hidrogel Superabsorben Poli(Kalium Akrilat)-G-Glukomanan dengan Teknik Iradiasi Gamma. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 19(1): 32-38.
- Fekete, T., J. Borsa, E. Takacs, dan L. Wojnarovits. 2017. Synthesis of Carboxymethylcellulose/ Starch Superabsorbent Hydrogels by Gamma-Irradiation. *Chemistry Central Journal* 11(46): 1-10.
- Fransiska, D. dan A. Reynaldi. 2019. Karakteristik Hidrogel dari Iota Karaginan dan PVA (Poly-Vinyl Alcohol) dengan Metode Freezing-Thawing Cycle. *Jambura Fish Processing Journal* 1(1): 24-34.
- Hekmat, A., Barati, A., Frahani, E. V dan Afraz, A. 2009. Synthesis and Analysis of Swelling and Controlled Release Behaviour of Anionic Spin Acrylamide Based Hydrogels. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 56: 96-100.
- Ifa, L., Artiningsih, A., Julniar., & Suhaldin. (2018) 'Pembuatan kitosan dari sisik ikan kakap merah', *Journal of Chemical Process Engineering*, 3(1): p47-50.
- Khan, T. A. 2002. Reporting Degree of Deacetylation Values of Chitosan: The Influence of Analytical Methods. *J Pharm Pharmaceut Sci* 5(3): 205-212.
- Krisnawati dkk. 2021. Pemanfaatan Pupuk Organik dan Hidrogel Untuk Mendukung Pertumbuhan Mimba di Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Penelitian Kehutanan* Vol 5, No 2.
- Lestari, Sintia dkk. 2022. Hidrogel Superabsorben Berbasis Natrium Alginat Sebagai Pelapis Pupuk Lepas Lambat. *Jurnal Riset Kimia*.
- Lestary, R. A., L. N. Jazlina, dan S. Distantina. 2018. Bead Gel sebagai Controlled Release Urea: Model Matematis dan Pengaruh Konsentrasi Crosslinker Glutaraldehyde. *Chemica: Jurnal Teknik Kimia* 5(1): 13-19.
- Liu, N., et. al. 2006. Effect of MW and concentration of chitosan on antibacterial activity of escher ichia coli. *Carbohydrate Polymers*. 64: 60-65.
- Mulyani, Reni dkk. 2018. Preparation and Characterisation of Chitosan Membranes from Crab Shells for Beverage Preservative. *Jurnal Kimia Valensi*. Vol 5(2): pp 242-247.

- Omidian, H and K. Park. 2008. Swelling agents and devices in oral drug delivery. Florida: Nova Southeastern University.
- Omidian, H., Jose G. Rocca, Kinam Park. 2004. Advances in Superporous Hydrogels. Indiana: Departement of Pharmaceutics and Biomedical Engineering West Lafayette. *Journals of Controls*. 102: 3-12.
- Pettinelli, N., S. R. Llamazares, V. Abella, L. Barral, R. Bouza, Y. Farrag, dan F. Lago. 2019. Entrapment of Chitosan, Pectin or κ -Carrageenan Within Methacrylate Based Hydrogels: Effect on Swelling and Mechanical Properties. *Materials Science & Engineering C* 96(2019): 583–590.
- Rather, R. A., M. A. Bhat, A. H. Shalla. 2022. An Insight Into Synthetic and Physiological Aspects of Superabsorbent Hydrogels Based on Carbohydrate Type Polymers for Various Applications: A Review. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications* 3(2022) 100202.
- Savana, R. T., dan D. K. Maharani. 2018. Analisis Komposisi Unsur Pupuk Lepas Lambat Kitosan-Silika-Glutaraldehyd. *Unesa Journal of Chemistry* 7(1): 21-24.
- Sudarti dan N. R. Puspitasari. 2021. Analisis Studi Kasus Krisis Ketersediaan Air Musim Kemarau Dalam Upaya Menanggulangi Pada Masyarakat Desa Butuh. *Ekologia: Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup* 21(1): 14-20.
- Ullah, F., M. B. H. Othman, F. Javed, Z. Ahmad, dan H. Md. Akil. 2015. Classification, processing and application of hydrogels: A review. *Materials Science and Engineering C* 57(2015): 414-433.
- Younes, Islem, S. Sellimi, M. Rinaudo, K. Jellouli, dan M. Nasri. 2014. Influence of acetylation degree and molecular weight of homogeneous chitosans on antibacterial and antifungal activities. *Internasional Journal of Food Microbiology* 185: 57-63.