

**LAPORAN PENELITIAN**

**PEMANFAATAN LIMBAH SISIK IKAN BANDENG SEBAGAI  
KITOSAN DENGAN PENAMBAHAN ALISIN UNTUK  
PENGAWET MAKANAN OLAHAN IKAN (BONTOT)**



**Disusun oleh :**

**ANIS SAPUTRI (3335200016)**

**ASYA AURANI SUCI (3335200017)**

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

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

**NAMA** : Asya Aurani Suci

**NIM** : 3335200017

**JURUSAN** : Teknik Kimia

**JUDUL** : Pemanfaatan Limbah Sisik Ikan Bandeng sebagai Kitosan dengan Penambahan Alisin untuk Pengawet Makanan Olahan Ikan (Bontot)

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, 22 Juli 2024



Asya Aurani Suci

**LAPORAN PENELITIAN**

**PEMANFAATAN LIMBAH SISIK IKAN BANDENG SEBAGAI KITOSAN  
DENGAN PENAMBAHAN ALISIN UNTUK PENGAWET MAKANAN  
OLAHAN IKAN (BONTOT)**

diajukan oleh:

**ANIS SAPUTRI            3335200016**

**ASYA AURANI SUCI 3335200017**

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing dan Telah dipertahankan di hadapan

Dewan Penguji

Pada Tanggal

Dosen Pembimbing

17/1/24



**Prof. Dr. H. Eatah Sulaiman, S.T., MT**

**NIP. 196810062001121002**

**Dosen Penguji 1**

**Dosen Penguji 2**



**Prof. Dr. Eka Sari, S.T., M.T., Asean Eng**

**NIP. 197406072003122001**



**Meri Yulvianti, S.Pd., M.Si**

**NIP. 197707032010122002**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Kimia**



**Heri Herivanto, S.T., M.Eng.**

**NIP. 197510222005011002**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT berkat segala rahmat dan karunianya penulis bisa menyelesaikan Laporan Penelitian dengan judul “Pemanfaatan Limbah Sisik Ikan Bandeng Sebagai Pengawet Makanan berbasis Kitosan dengan Penambahan Allicin” sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Shalawat serta salam tidak lupa turunkan kepada junjungan kita yakni Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman terang-benderang. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penulis tidak akan bisa menyelesaikan laporan penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Fatah Sulaiman, ST., MT selaku Rektor Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dan dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta selalu memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyusun laporan penelitian ini..
2. Bapak Dr. Jayanudin, S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Ibu Dr. Rahmayetty S.T., M.T selaku Koordinator Penelitian
4. Ibu Prof. Dr. Eka Sari S.T., M.T selaku Kepala Laboratorium *Bioengineering* dan *Biomedical Center of Excellence (CoE)* yang telah memberikan kami kesempatan untuk melakukan riset di Laboratorium *Bioengineering* dan *Biomedical Center of Excellence (CoE)*.
5. Keluarga tercinta yang telah memberikan segala rasa cinta dan kasih sayang yang tidak ada hentinya, serta memberikan dorongan dan dukungan baik moril maupun materil serta do'a kepada penulis.
6. Rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan pertolongan baik bantuan langsung maupun tidak langsung serta meluangkan pikiran dan tenaga sehingga laporan penelitian ini dapat diselesaikan.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu. semoga laporan ini dapat bermanfaat untuk penulis dan pembaca sehingga laporan ini membawa manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Terima kasih

Cilegon, 15 November 202

Penulis

## ABSTRAK

### PEMANFAATAN LIMBAH SISIK IKAN BANDENG SEBAGAI KITOSAN DENGAN PENAMBAHAN ALISIN UNTUK PENGAWET MAKANAN OLAHAN IKAN (BONTOT)

Oleh:

Anis Saputri                      3335200016

Asya Aurani Suci                3335200017

Ikan bandeng adalah salah satu komoditi khas Indonesia khususnya Provinsi Banten. Menurut data Badan Pusat Statistik produksi ikan bandeng di Provinsi Banten pada tahun 2019 mencapai 10.647 ton per tahun. Oleh karena itu ada banyak limbah dari pengolahan ikan bandeng dan salah satunya adalah sisik ikan bandeng yang memiliki kandungan kitosan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapat rasio kitosan dan ekstrak bawang putih terbaik yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba penyebab pembusukan pada bontot dan mendapat pengaruh penambahan *biocoating* berbasis limbah sisik ikan bandeng dan ekstrak bawang putih yang dapat meningkatkan umur simpan bontot. Penelitian dilakukan dengan tiga tahap yaitu proses pemisahan kitosan dari komponen sisik ikan bandeng, proses pembuatan *biocoating* kitosan-ekstrak bawang putih dan pengaplikasiannya pada bontot. Adapun uji yang dilakukan adalah uji FT-IR, uji PH, uji organoleptik, dan uji TPC. Kombinasi kitosan dan ekstrak bawang putih mampu menghambat pertumbuhan mikroba penyebab pembusukan pada bontot dengan kombinasi terbaiknya adalah kitosan 2% dan ekstrak bawang putih 5%. Dimana pada konsentrasi terbaik dapat menambah umur simpan bontot selama 6 hari.

**Kata kunci:** *Allicin, Biocoating, Bontot, Kitosan.*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Ruang Lingkup .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Sisik Ikan Bandeng.....	5
2.2 Kitosan.....	6
2.3 Ekstraksi Kitosan.....	6
2.4 Bawang Putih .....	7
2.5 Ekstraksi Bawang Putih.....	8
2.6 Pengawet .....	9
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>10</b>
3.1 Tahapan Penelitian .....	10
3.2 Prosedur Penelitian.....	12
3.2.1 Proses Pengekstraksian Kitosan Sisik Ikan Bandeng .....	12
3.2.2 Proses Pembuatan .....	13
3.2.3 Proses Pengaplikasian pada Bontot .....	14
3.3 Alat dan Bahan .....	14
3.4 Variabel Percobaan.....	15
3.5 Metode Pengumpulan dan Analisis Data .....	16
<b>BAB IV .....</b>	<b>18</b>
4.1 Ekstraksi Kitosan dari Sisik Ikan Bandeng .....	18
4.2 Hasil Analisis FT-IR .....	20

4.3	Hasil Analisis Organoleptik .....	24
4.2.1	Aroma.....	24
4.2.2	Rasa.....	26
4.2.3	Penampakan .....	27
4.4	Hasil Analisis PH .....	29
4.5	Hasil Analisis Angka Lempeng Total (ALT).....	31
<b>BAB V</b>	.....	<b>33</b>
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran .....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>34</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Struktur kimia kitin (A) dan kitosan (B).....	6
<b>Gambar 2.3</b> Proses Pembentukan Allicin.....	8
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Proses Pemisahan Kitosan dari Komponen Sisik Ikan Bandeng.....	11
<b>Gambar 3.2</b> Diagram Alir Proses Pembuatan Larutan .....	11
<b>Gambar 3.3</b> Diagram Alir Proses Pengaplikasian <i>Biocoating</i> pada Bontot .....	12
<b>Gambar 4.1</b> Persen Rendemen Kitosan Sisik Ikan Bandeng.....	18
<b>Gambar 4.2</b> Spektrum FTIR Kitosan dari Sisik Ikan Bandeng .....	20
<b>Gambar 4.3</b> Spektrum FTIR Kitosan dari Sisik Ikan Bandeng .....	20
<b>Gambar 4.4</b> Spektrum FT-IR Ekstrak Bawang Putih.....	22
<b>Gambar 4. 5</b> Spektrum FT-IR Kitosan dan Allicin .....	23
<b>Gambar 4. 6</b> Spektrum Kitosan-Allicin (a) Kitosan-Allicin dari Minyak Bawang Putih; (b) Kitosan-Allicin dari Bubuk Bawang Putih; (c) Minyak Bawang Putih	23
<b>Gambar 4. 7</b> Nilai Organoleptik Aroma Pada sampel Bontot .....	25
<b>Gambar 4. 8</b> Nilai Organoleptik Rasa Pada Sampel Bontot.....	26
<b>Gambar 4. 9</b> Nilai Organoleptik Penampakan Pada Sampel Bontot.....	27
<b>Gambar 4. 10</b> Perbedaan Penampakan Bontot Pada Hari Ke-6 .....	28
<b>Gambar 4. 11</b> Hasil Analisis pH pada Sampel Bontot .....	30
<b>Gambar 4.12</b> Hasil Analisis TPC Sampel Bontot Hari Ke-6 .....	31

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Spesifikasi kandungan kitosan pada sisik ikan bandeng .....	5
<b>Tabel 4. 1</b> Gugus Fungsi Kitosan Sisik Ikan Bandeng dan Hasil.....	21
<b>Tabel 4. 2</b> Nilai Rata-rata Organoleptik Selama 6 Hari .....	29

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Ikan bandeng atau *Chanos chanos forsskal* merupakan jenis ikan air payau yang menjadi salah satu komoditas yang produksinya cukup besar di Indonesia, menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan pada tahun 2022 produksi ikan bandeng di Indonesia mengalami pertumbuhan hingga 22,91%, dimana pada tahun 2021 produksi ikan bandeng di Indonesia sebesar 187.717 ton dan pada tahun 2022 meningkat hingga 230.726 ton. Di Provinsi Banten, menurut data Badan Pusat Statistik produksi ikan bandeng tahun 2019 mencapai 10.647 ton per tahun. Ikan bandeng dapat diolah menjadi berbagai macam hidangan diantaranya pecak bandeng, bandeng presto dan sate bandeng. Sate bandeng merupakan makanan khas Provinsi Banten, sehingga terdapat banyak UMKM yang memproduksi sate bandeng. Salah satunya adalah UMKM Hj. Maryam yang terdapat di Kota Serang, dimana UMKM ini dapat mengolah sebanyak 90 kg ikan bandeng perharinya (Sitinjak dkk, 2019). Pengolahan ikan bandeng menghasilkan berbagai limbah organik seperti limbah sisik, tulang ikan, dan jeroan bandeng. Apabila limbah organik tersebut tidak dimanfaatkan dengan baik maka akan timbul permasalahan lingkungan seperti pencemaran udara, lingkungan yang kotor, dan timbulnya penyakit yang dibawa oleh lalat.

Limbah yang dihasilkan oleh industri pengolahan bandeng dapat diproses kembali menjadi produk yang bermanfaat, salah satunya adalah pengawet makanan yang terbuat dari sisik ikan bandeng. Menurut beberapa penelitian sisik bandeng dapat digunakan sebagai pengawet makanan karena mengandung kitin yang apabila diasetilasi akan menjadi kitosan (Djais *et al.*, 2023). Kitosan adalah polisakrida yang dapat diperoleh dari kulit hewan crustacea, dimana kitosan memiliki kemampuan untuk merusak membran sel bakteri (Thaib *et al.*, 2022). Karena kemampuannya tersebut kitosan dapat dimanfaatkan sebagai *biocoating*. *Biocoating* adalah suatu pelapis yang langsung diaplikasikan pada permukaan suatu bahan pangan dengan metode tetes, semprot, atau celup yang dapat dikonsumsi

bersama dengan produk yang dilapisi (Moulia *et al.*, 2019). *Biocoating* berfungsi untuk memperpanjang umur simpan makanan. *Biocoating* kitosan dapat dikombinasikan dengan bahan lain yang memiliki sifat anti mikroba sehingga efektivitasnya meningkat, salah satunya adalah allicin. Allicin merupakan senyawa yang terdapat pada bawang putih, yang menunjukkan aktivitas antimikroba terhadap bakteri gram positif dan gram negatif, selain itu allicin juga dapat bersifat antivirus, antijamur, dan antiparasit (Getti & Poole, 2019).

Bontot merupakan makanan khas Provinsi Banten yang terbuat dari daging ikan payus yang dicampur dengan tepung tapioka dan bumbu yang selanjutnya dicetak dan dikukus (Mufarihat *et al.*, 2019). Bontot banyak diproduksi khususnya di Desa Domas, Kabupaten Serang. Olahan ini memiliki cita rasa yang gurih, enak dan memiliki bau yang khas, akan tetapi bontot memiliki umur simpan yang relatif pendek yaitu sekitar 1-2 hari pada penyimpanan suhu ruang. Produk hasil olahan ikan apabila disimpan disuhu ruang mudah mengalami pembusukan sebab produk olahan ikan banyak mengandung lemak dan protein yang mudah teroksidasi dengan oksigen sehingga menciptakan bau yang tidak sedap. Aktivitas mikroba pada bontot juga menjadi penyebab terjadinya pembusukan. Bakteri yang paling dominan menyebabkan pembusukan pada bontot adalah jenis *Streptococcus* sp. (Gestiany *et al.*, 2022).

Penelitian yang dilakukan sebelumnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Osali dan kawan-kawan (2022) terkait efek antimikroba kitosan dan ekstrak bawang putih terhadap pertumbuhan bakteri *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, dan *Listeria monocytogenes* yang terdapat dalam makanan hummus pada penyimpanan dengan suhu yang bervariasi. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah, penelitian ini menggunakan kitosan yang berasal dari limbah sisik ikan bandeng, pengaplikasian *biocoating* dilakukan pada makanan khas banten yaitu bontot ikan payus serta pada penelitian ini menjelaskan komposisi edible *biocoating* kitosan dan ekstrak bawang putih yang terbaik untuk mencegah pertumbuhan bakteri penyebab pembusukan pada bontot.

Berdasarkan uraian diatas penelitian *biocoating* berbasis kitosan limbah sisik ikan bandeng dan allicin pada bontot makanan khas Provinsi Banten perlu dilakukan untuk menemukan komposisi yang tepat untuk memperpanjang umur simpan bontot. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi solusi penanganan limbah sisik ikan bandeng di Provinsi Banten serta solusi yang menjadikan bontot sebagai buah tangan yang bertahan lama sehingga dapat didistribusikan ke kota lain.

## 1.2 Perumusan Masalah

Bontot merupakan makanan khas Provinsi Banten yang terbuat dari daging ikan payus. Bontot banyak diproduksi khususnya di Desa Domas, Kabupaten Serang. Olahan ini memiliki cita rasa yang gurih, enak dan memiliki bau yang khas, akan tetapi bontot memiliki umur simpan yang relatif pendek yaitu sekitar 1 hari pada penyimpanan suhu ruang sehingga sulit untuk dikirim ke luar kota. Untuk menambah umur simpan bontot diperlukan suatu pengawet yang aman serta mudah untuk digunakan. Berdasarkan hal tersebut perlu diketahui komposisi terbaik untuk menciptakan suatu *biocoating* dari limbah sisik ikan bandeng dan ekstrak bawang putih yang bekerja secara efektif guna menghambat pertumbuhan bakteri penyebab pembusukan pada makanan olahan bontot.

## 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mendapat rasio kitosan dan ekstrak bawang putih terbaik yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba penyebab pembusukan pada bontot.
- b. Mendapat efek positif penambahan *biocoating* berbasis limbah sisik ikan bandeng dan ekstrak bawang putih pada rasa, bau, dan umur simpan bontot.

## 1.4 Ruang Lingkup

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Bahan utama dalam penelitian ini adalah limbah sisik ikan bandeng dan bawang putih. Metode yang digunakan untuk mendapat kitosan dari sisik ikan bandeng yaitu dengan proses deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Beberapa uji yang dilakukan terhadap larutan *biocoating* yang dihasilkan antara lain analisis gugus fungsi menggunakan *Fourier Transform Infra-*

*Red* (FTIR), analisa uji PH terhadap sampel bontot sebelum dan sesudah penambahan *biocoating* sebagai indikator pertumbuhan bakteri dan uji organoleptik untuk mengetahui kualitas dan kelayakan bontot untuk dikonsumsi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, Ignatius (2021). Ekstraksi Kitosan dari Limbah Kulit Udang dengan Proses Deasetilasi. *Journal of Chemical Engineering*, 2(2), 38-43.
- Ahmed, S. M. O. (2020). *A Thesis Submitted in Partial Fulfillment for the Requirements of Master Degree in Chemistry. December.*
- Al-Naamani, L., Dobretsov, S., Dutta, J., 1016. Kitosan-Zinc Oxide Nanoparticle Composite *Biocoating* For Active Food Packaging Applications. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*
- Ahmed, S. M. O. (2020). *A Thesis Submitted in Partial Fulfillment for the Requirements of Master Degree in Chemistry. December.*
- Alhuur, K. R. G., Juniardi, E. M., & Suradi, K. (2020). Efektivitas Kitosan sebagai Edible Coating Karkas Ayam Broiler. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(1), 17. <https://doi.org/10.24198/jthp.v1i1.24093>
- Alinti, Z., Timbowo, S. M., & Mentang, F. (2018). KADAR AIR, pH, DAN KAPANG IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis* L.) ASAP CAIR YANG DIKEMAS VAKUM DAN NON VAKUM PADA PENYIMPANAN DINGIN (Moisture content, pH, and Mold in Smoked Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis* L.) Processed with Liquid Smoke in Vacuum and Non-Vacuum Packaging and Stored in Cold Storage). *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, 6(1), 202.
- Alvianto, D., Aulia, F., Nurhadi, A., Wahyu, A., & Dwi, B. (2022). Sintesis dan Karakterisasi Membran Selulosa Asetat dengan Penambahan Antibiofouling Alami Ekstrak Bawang Putih. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 18(2)(September), 193–204. <https://doi.org/10.20961/alchemy.18.2.57199.193-204>
- Aziz, Muhammad, Bill Gufran, N., Pitoyo, W., & Suhandi, S. (2017). Pemanfaatan Ekstrak Kitosan dari Limbah Sisik Ikan Bandeng di Selat Makassar pada Pembuatan Bioplastik Ramah Lingkungan. *Jurnal Administrasi Dan*

*Kebijakan Kesehatan Indonesia*, 1(1), 56–61.

- Bangngalino, H., Akbar, A. M. I., Jurusan, D., Kimia, T., Negeri, P., & Pandang, U. (2017). Pemanfaatan Sisik Ikan Bandeng Sebagai Bahan Baku Kitosan Dengan. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*, 3(2), 105–108.
- Bar, M., Binduga, U. E., & Szychowski, K. A. (2022). Methods of Isolation of Active Substances from Garlic (*Allium sativum* L.) and Its Impact on the Composition and Biological Properties of Garlic Extracts. *Antioxidants*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/antiox11071345>
- Br Girsang, E. S., Swasti, Y. R., & Pranata, F. S. (2022). Potensi Bubuk Daging dan Biji Buah Kecombrang (*Etlingera elatior*) sebagai Pengawet Alami Bakso Ikan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 11(1), 1–9. <https://doi.org/10.17728/jatp.10416>
- Dalle, D., Natsir, H., & Dali, S. (2021). Analisis Total Volatile Base (TVB) dan Uji Organoleptik Nugget Ikan Dengan Penambahan Kitosan 2,5%. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss1.art1>
- Dewi, R., Nur, R. M., & Nebore, I. D. Y. (2019). Antimicrobial Activity of Chitosan from Milkfish Scales (*Chanos chanos*) on the Oral Pathogen *Candida Albicans*. *International Journal of Nursing and Health Science*, 6(4), 54–58. <http://www.openscienceonline.com/journal/ijnhs>
- Djais, A. I., Mappangara, S., Gani, A., Rahma, S., Febrianty, M., & Fatah, N. A. (2023). Pemanfaatan Kitosan Sisik Ikan Bandeng Untuk Tulang Dan Regenerasi Jaringan Lunak Pasca Pencabutan Gigi : A Tinjauan Literatur. 14, 1002–1016. <https://doi.org/10.47750/pnr.2023.14.S02.121>
- El Knidri, H., Belaabed, R., Addaou, A., Laajeb, A., & Lahsini, A. (2018). Extraction, chemical modification and characterization of chitin and chitosan. *International Journal of Biological Macromolecules*, 120, 1181–1189. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.08.139>



- Erlina, E. (2021). Aplikasi kitosan sebagai pengawet pada produk bakso ikan kambing-kambing (*Abalistes stellaris*). *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 3(1), 52–59. <https://doi.org/10.51179/jipsbp.v3i1.448>
- Gestiany, F., Haryati, S., Putra, A. N., & Hermawan, D. (2022). Identifikasi Dan Karakterisasi Bakteri Dominan Penyebab Kerusakan Bontot Ikan Payus ( *Elops Hawaiensis* ) Komersial Pada Suhu Penyimpanan Yang Berbeda.
- Getti, G. T. M., & Poole, P. L. (2019). Allicin Causes Fragmentation Of The Peptidoglycan Coat In *Staphylococcus Aureus* By Effecting Synthesis And Aiding Hydrolysis: A Determination By MALDI-TOF Mass Spectrometry On Whole Cells. *Journal of Medical Microbiology*, 68(4), 667–677. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.000950>
- Khaira Ummah, Z., Sari, N., Fortuna, J., & Boy, E. (2017). Perbandingan Efektifitas Chitosan Sisik Ikan Bandeng Dengan Gentamisin Terhadap Perkembangan *Escherichia Coli*. *YARSI Medical Journal*, 25(2), 108. <https://doi.org/10.33476/jky.v25i2.358>
- Liaqat, A., Zahoor, T., Atif Randhawa, M., & Shahid, M. (2019). Characterization and antimicrobial potential of bioactive components of sonicated extract from garlic (*Allium sativum*) against foodborne pathogens. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(5), 1–8. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13936>
- Moulia, M. N., Syarief, R., Iriani, E. S., Kusumaningrum, H. D., & Suyatma, N. E. (2018). *Antimikroba Ekstrak Bawang Putih*. 55–65.
- Ningtyas, R., & Ramadhanti, S. A. (2021). Kemasan Aktif Antimikroba Berbahan Karagenan dan Ekstrak Bawang Putih untuk Memperpanjang Masa Simpan Bakso Ikan Gurame. *Jurnal Ilmu Pangan Dan Hasil Pertanian*, 5(1), 26–35. <https://doi.org/10.26877/jiphp.v5i1.8116>
- Osaili, T. M., Al-Nabulsi, A. A., Hasan, F., Olaimat, A. N., Taha, S., Ayyash, M., Nazzal, D. S., Savvaidis, I. N., Obaid, R. S., & Holley, R. (2022). Antimicrobial effects of chitosan and garlic against *Salmonella* spp.,

Escherichia coli O157:H7, and Listeria monocytogenes in hummus during storage at various temperatures. *Journal of Food Science*, 87(2), 833–844. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16025>

Pitayati, P. A., Herpandi, H., Lestari, S., & Ulfadillah, S. A. (2021). Perendaman Pemppek dengan Larutan Kitosan sebagai Edible Coating dan Pengaruhnya terhadap Umur Simpan. *Jurnal Fishtech*, 10(1), 35–52. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v10i1.14418>

Reiter, J., Maria, A., Albrecht, F., Ingo, L., Leichert, O., & John, A. (2019). International Journal of Medical Microbiology Allicin , a natural antimicrobial defence substance from garlic , inhibits DNA gyrase activity in bacteria. *International Journal of Medical Microbiology*, April, 151359. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2019.151359>

Savitri, E., Tjahayani, M. I., & Say, A. A. N. (2022). Synthesis and characterization of chitosan-Allium sativum film. *AIP Conference Proceedings*, 2470(April). <https://doi.org/10.1063/5.0080203>

Youssef, A. M., El-Sayed, H. S., El-Nagar, I., & El-Sayed, S. M. (2021). Preparation and characterization of novel bionanocomposites based on garlic extract for preserving fresh Nile tilapia fish fillets. *RSC Advances*, 11(37), 22571–22584. <https://doi.org/10.1039/d1ra03819b>

Zaini, A. S., Putra, N. R., Idham, Z., Mohd Faizal, A. N., Che Yunus, M. A., Mamat, H., & Abdul Aziz, A. H. (2022). Comparison of Alliin Recovery from Allium sativum L. Using Soxhlet Extraction and Subcritical Water Extraction. *ChemEngineering*, 6(5). <https://doi.org/10.3390/chemengineering6050073>