

LAPORAN PENELITIAN

**PEMBUATAN MATERIAL KEMASAN CERDAS DARI PATI TALAS
BENENG DAN NANOPARTIKEL KURKUMIN SEBAGAI INDIKATOR
KUALITAS BAKSO IKAN BANDENG**



Disusun Oleh:

FITRIA NADILA (3335200014)

SITI NURJANAH (3335200077)

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

2023

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Fitria Nadila

NIM : 3335200014

JURUSAN : TEKNIK KIMIA

JUDUL : PEMBUATAN MATERIAL KEMASAN CERDAS DARI PATI
TALAS BENENG DAN NANOPARTIKEL KURKUMIN
SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS BAKSO IKAN
BANDENG

Bersedia

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

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

Cilegon, 24 Juli 2024



Fitria Nadila

LAPORAN PENELITIAN

**PEMBUATAN MATERIAL KEMASAN CERDAS DARI PATI TALAS
BENENG DAN NANOPARTIKEL KURKUMIN SEBAGAI INDIKATOR
KUALITAS BAKSO IKAN BANDENG**

FITRIA NADILA (3335200014)
SITI NURJANAH (3335200077)

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing dan Telah dipertahankan di hadapan
Dewan Penguji

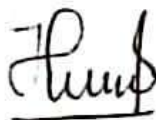
Pada Tanggal 21 Desember 2023

Dosen Pembimbing



Sri Agustina, S.T., M.T., M.E., PhD
NIP: 197908142003122003

Dosen Penguji



Prof. Dr. Jayanudin, S.T., M.Eng
NIP. 197808112005011003

Dosen Penguji II



Harly Demustila, S.T., M.T
NIP. 196912172006041001



**Mengetahui,
Ketua Jurusan**

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

ABSTRAK

Kemasan pintar merupakan suatu sistem kemasan yang mampu mendeteksi, dan memberi informasi sebagai pedoman untuk memperpanjang masa simpan, meningkatkan keamanan, dan meningkatkan kualitas yang berkaitan dengan produk. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi proses pembuatan material kemasan cerdas berbahan dasar pati talas beneng dan kurkumin dari kunyit menggunakan teknologi nanopartikel, melakukan karakterisasi material kemasan cerdas dari bahan pati talas beneng, dan melakukan uji daya guna label indikator terhadap senyawa boraks melalui pengamatan visual perubahan warna yang terjadi. Label indikator dibuat menggunakan pewarna alami berupa kurkumin dari kunyit. Pembuatan nanopartikel kurkumin ini dilakukan dengan menggunakan metode wet milling, lalu pembuatan label indikator dibuat dengan larutan polimer pati yang dicampurkan nanopartikel kurkumin dan emulsifier. Setelah pembuatan label indikator dan pencetakan label akan dilanjutkan dengan proses analisa PSA, FT-IR, dan uji daya guna. Hasil analisa PSA menunjukkan ukuran partikel nanopartikel kurkumin yang dibuat dengan pelarut dichloromethane tanpa pemanasan, pelarut dichloromethane dengan penambahan temperature, dan dibuat dengan pelarut ethanol berturut-turut sebesar 691,6 nm; 941,3 nm; dan 639,3 nm. Pati talas beneng berpotensi untuk digunakan sebagai material kemasan cerdas pada produk bakso ikan bandeng. Material cerdas berbentuk label indikator yang dihasilkan memiliki karakter yang tidak elastis dan tekstur yang kasar. Hasil uji FTIR menunjukkan terjadi perubahan gugus fungsi pada spektrum panjang gelombang 2750 cm^{-1} dan 1700 cm^{-1} . Formulasi terbaik yang didapat yaitu pada label dengan rasio 1:10 terhadap jumlah pati talas beneng. Uji daya guna label dikonfirmasi dari perubahan warna label pH 6 menghasilkan warna kuning, sedangkan pada pH 8 menghasilkan warna merah bata (pudar).

Kata Kunci : Nanopartikel, Kurkumin, Pati, Label Indikator, Boraks

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan penelitian ini yang berjudul “Pembuatan Material Kemasan Cerdas Dari Pati Talas Beneng Dan Nanopartikel Kurkumin Sebagai Indikator Kualitas Bakso Ikan Bandeng”. Shalawat serta salam tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW karena berkat perjuangan beliau dan para sahabatnya, penyusun bisa menikmati indahannya iman. Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bimbingan dan dukungan yang diberikan sampai laporan penelitian ini terselesaikan kepada:

1. Ibu Sri Agustina, S.T., M.T., M.E., PhD selaku Pembimbing yang telah memberikan ide, saran, koreksi, do’a, dan bimbingan yang sangat sabar hingga terselesaikan laporan penelitian ini.
2. Ibu Prof. Dr. Rahmayetty, S.T., M.T selaku Dosen Pengampu Mata Kuliah Metode Penelitian yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan laporan penelitian ini.
3. Keluarga penulis yang sudah memberikan do’a serta dukungan baik secara moril maupun materil.
4. Seluruh teman-teman yang telah memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini tidak terlepas dari kesalahan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas kesalahan yang pernah dilakukan baik disengaja ataupun tidak. Penulis menerima kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat dengan baik.

Cilegon, 30 November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bakso Ikan Bandeng.....	4
2.2 Boraks.....	5
2.3 Kemasan Cerdas (<i>Intelligent Packaging</i>).....	6
2.4 Pati Talas Beneng.....	8
2.5 Kurkumin Sebagai Indikator Warna	9
2.6 Nanoteknologi	11
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tahap Penelitian	14
3.1.1 Pembuatan Nanopartikel Kurkumin	14
3.1.2 Pembuatan Label Indikator dan Pencetakan Label.....	15
3.1.3 Uji Daya Guna	16
3.2 Prosedur Penelitian.....	17
3.2.1 Pembuatan Nanopartikel Kurkumin	17
3.2.2 Pembuatan Label Indikator dan Pencetakan Label.....	17
3.2.3 Uji Daya Guna	17
3.3 Alat dan Bahan	18

3.3.1	Alat	18
3.3.2	Bahan	18
3.4	Variabel Penelitian	18
3.5	Metode Pengumpulan dan Analisis Data	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pembuatan Nanopartikel Kurkumin.....	20
4.1.1	Studi Pengaruh Penambahan Temperature Terhadap Ukuran Partikel	20
4.1.2	Studi Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Ukuran Partikel	22
4.2	Pembuatan Label Indikator	23
4.3	Uji Daya Guna.....	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	29
5.2	Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Daftar kandungan gizi talas beneng	9
Tabel 4.1 Hasil Analisa Ukuran Partikel.....	21
Tabel 4.2 Hasil Analisa Ukuran Partikel.....	22
Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Label Indikator	27

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bakso Ikan Bandeng (Hurnuda, 2017).....	4
Gambar 2.2 Boraks (Fitri, 2018).....	5
Gambar 2.3 Contoh Perubahan warna label indikator untuk (a) Daging babi tanpa lemak, (b) Label Fresh-Check, (c) Perubahan warna label sensor setelah paparan rasa apel. (Nemes, 2020).....	7
Gambar 2.4 Morfologi Talas Beneng (<i>Xanthosoma undipes</i> k.koch)	8
Gambar 2.5 Komponen Kurkumin (Hu, dkk, 2017).....	9
Gambar 2.6 Respon perubahan warna ekstrak bahan alam pada berbagai larutan pH 0 hingga 14. (A) Ekstrak kol ungu, (B) ekstrak rimpang kunyit, (C) ekstrak bunga rosella, (D) ekstrak bunga kecombrang, (E) ekstrak bunga mawar merah (Wasito, dkk, 2017).	10
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	14
Gambar 3.2 Diagram Alir Pembuatan Nanopartikel Kurkumin	15
Gambar 3.3 Diagram Alir Pembuatan Label Indikator dan Pencetakan Label.....	16
Gambar 3.4 Diagram Alir Uji Daya Guna	16
Gambar 4.1 Hasil Analisa Ukuran Partikel (a) Tanpa Pemanasan (b) Dengan Pemanasan	21
Gambar 4.2 Hasil Analisa Ukuran Partikel (a)Dichoromethane (b)Ethanol.....	22
Gambar 4.3 Morfologi Label Indikator.....	23
Gambar 4.4 Hasil Analisa FTIR.....	24
Gambar 4.5 Perubahan Pigmen Kurkumin Dalam Larutan (a) pH 6 (b) pH 8	25
Gambar 4.6 Hasil Pengamatan Label Indikator	26

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bakso adalah hidangan yang populer dikalangan masyarakat serta mempunyai banyak kandungan protein, vitamin, zat besi, serta asam amino bergantung dari bahan dasar daging yang digunakan dalam pembuatannya. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan bakso yaitu ikan bandeng. Ikan bandeng merupakan ikan yang bernilai ekonomis tinggi serta menjadi komoditas budidaya karena rasanya yang gurih dan harga yang dapat terjangkau oleh masyarakat (Susanto, 2010). Bakso sama halnya dengan produk olahan daging lainnya yang sangat rentan terhadap kerusakan baik dari segi bentuk, cita rasa, maupun daya tahan penyimpanannya, sehingga banyak produsen nakal yang memanfaatkan situasi itu untuk menambahkan bahan kimia berbahaya seperti boraks. Boraks adalah bahan kimia yang digunakan sebagai pengawet kayu, antiseptik kayu dan pengontrol kecoa (Santoso, 2009). Boraks berguna jika digunakan sesuai fungsinya, tetapi menjadi sangat berbahaya bila digunakan dalam pembuatan pangan. Dimana pangan Sendiri adalah segala sesuatu yang menjadi bahan makanan manusia. Akibat dari penggunaan bahan kimia seperti boraks tersebut dapat berakibat fatal bahkan dapat menyebabkan kematian. Oleh sebab itu, perlu adanya bahan untuk mendeteksi kualitas bakso ikan bandeng sehingga dapat diterima konsumen dalam keadaan yang masih layak untuk dikonsumsi salah satunya dengan menggunakan kemasan cerdas.

Salah satu perkembangan fungsi kemasan yaitu kemasan yang memiliki label indikator dengan tujuan untuk mendeteksi kualitas makanan. Kualitas makanan ditandai dengan adanya perubahan pH, bau, rasa, serta terbentuknya senyawa *volatil* yang disebabkan oleh aktivitas bakteri pada makanan. Dengan adanya hal tersebut, label indikator akan menunjukkan perubahan warna karena adanya reaksi antara dua zat atau lebih. Perubahan warna yang terjadi pada label indikator berfungsi untuk memantau kondisi makanan secara *real time*, kualitas produk, menyelidiki titik-titik kritis dan memberi informasi secara detail pada

makanan. Salah satu teknik preparasi kemasan cerdas adalah dengan menggunakan teknologi prepitasi nanopartikel dengan bahan yang digunakan yaitu pati dari talas beneng yang banyak sekali terdapat di daerah Pandeglang provinsi Banten. Pemilihan teknologi preparasi yang efektif dan efisien merupakan salah satu strategi untuk dapat mengembangkan talas beneng sebagai potensi lokal yang ada di provinsi Banten menjadi produk riset andalan dan terbarukan.

Indikator yang biasanya digunakan adalah *bromothymol blue* dan *bromocresol purple* karena perubahan warna yang ditimbulkan sesuai dengan pH bakso ikan bandeng. Tetapi, bahan kimia mempunyai efek toksisitas apabila tidak sengaja tertelan atau mengalami kontak dengan produk, sehingga dapat menimbulkan efek samping yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu, terdapat gagasan untuk memanfaatkan sumber bahan alami yaitu kunyit (*curcumin*) sebagai indikator pada material kemasan aktif agar potensi bahaya untuk kesehatan tersebut dapat dihindari. Dalam kunyit terkandung bahan aktif berupa kurkumin. Kurkumin memiliki rona kuning cemerlang pada pH 2,5-7 dan rona merah pada pH >7 (Bagchi, 2012). Kunyit dapat membantu memberi perubahan warna ketika pH nya berubah karena kunyit mengandung senyawa aktif berwarna kuning. Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini dilakukan untuk membuat *smart packaging* dari pati talas beneng sebagai bahan utama dengan ditambah indikator pewarna dari kunyit yang mengandung kurkumin dengan menggunakan teknologi nanopartikel.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana potensi pati talas beneng dari Provinsi Banten untuk digunakan sebagai material kemasan cerdas pada produk bakso ikan bandeng.
2. Bagaimana pengaruh penambahan pewarna kurkumin dari kunyit sebagai material indikator pH pada pengemasan bakso ikan bandeng.

3. Bagaimana penerapan teknologi nanopartikel untuk preparasi material kemasan cerdas berbahan dasar pati talas beneng dan kurkumin dari kunyit.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi proses pembuatan material kemasan cerdas berbahan dasar pati talas beneng dan kurkumin dari kunyit menggunakan teknologi nanopartikel.
2. Melakukan formulasi dan karakterisasi material kemasan cerdas dari bahan pati talas beneng.
3. Melakukan uji daya guna label indikator terhadap senyawa boraks melalui pengamatan visual perubahan warna yang terjadi.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kemasan cerdas yang dibuat pada penelitian ini adalah berupa label indikator.
2. Metode yang digunakan dalam membuat nanopartikel kurkumin ini adalah metode teknologi nanopartikel melalui teknik kombinasi antara nanopresipitasi dan *wet milling*.
3. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak kurkumin dari kunyit yang tersedia komersil.
4. Ekstrak pati talas beneng dibuat dengan menggunakan metode basah dari penelitian sebelumnya.
5. Karakterisasi yang dilakukan hanya pada ukuran partikel dan interaksi pati – kurkumin.
6. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biomaterial Terapan dan Pengembangan Produk Center of Excellence FT UNTIRTA.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrimarsya. 2012. Difusi Dan Osmosis. [diunduh 2014 Jan 12]. (Online : <http://Adrimarsya.wordpress.com/2012/12/05/difusi-dan-osmosis/.html>)
<http://Adrimarsya.wordpress.com/2012/12/05/difusi-dan-osmosis/>.
- Aini, S. 2013. Ekstraksi Kurkumin dari Rimpang Temulawak dengan Metode Maserasi. Skripsi. Departemen Teknologi Institut PertanianIPB.Bogor.
- Al-Tayyar, N.A., Youssef, A.M., Al-Hindi, R. 2020. Antimicrobial food packaging based on sustainable Bio-based materials for reducing foodborne Pathogens: A review. *Food Chem.* 310, 125915.
- Alam, F. and Hasnain, A. 2009. Studies On Swelling And Solubility Of Modified Starch From taro (Colocasia Esculenta): Effect Of Ph And Temperature. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 74: 45–50.
- Bagchi, Anamika. 2012. Extraction of Curcumin. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT) ISSN: 2319-2402, ISBN: 2319-2399. Volume 1, Issue 3, PP 01-16.*
- Buzea, C., Blandino, I.I.P., dan Robbie, K.. 2007. Nanomaterial and nanoparticles: sources and toxicity. *Biointerphases*, 2: MR170–MR172
- Chitraningrum, N. 2008. Sifat Mekanik dan Termal pada Bahan Nanokomposit Epoxy-clay Tapanuli. Skripsi. Departemen Fisika. FMIPA. UI. Depok.
- Damat. 2009. Identifikasi Kandungan Boraks dan Karakterisasi Bakso Daging di Kota Malang. Volume I : 1-10.
- Delmifiana, Betti dan Astuti. (2013). Pengaruh Sonikasi Terhadap Struktur Dan Morfologi Nanopartikel Magnetik Yang Disintesis Dengan Metode Kopesipitasi. *Jurnal Fisika Unand Vol. 2, No. 3*
- Dobrucka, R., Przekop, R. 2019. New perspectives in active and intelligent food packaging. *J. Food Process. Preserv.* 43.
- Fayaz, AM, et al. 2009. *Fungal based synthesis of silver nanoparticles-An effect of temperature on the size of particle. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces.* Vol (74) No.1: 123-126

- Firahmi, N., Darmawati, S., Aldrin, M. 2015. Sifat Fisik dan Organoleptik Bakso yang Dibuat dari Daging Sapi dengan Lama Pelayuan Berbeda. *Al Ulum Sains dan Teknologi*. Vol.1 No.1
- Fitri, A., R, Baskara, K.A., & Siswanti. 2016. Penggunaan daging dan tulang ikan bandeng (*chanos chanos*) pada stik ikan sebagai makanan ringan berkalsium dan berprotein tinggi. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, Vol 9. No.1.
- Fitria, M. A., Rahkadima, Y. T., Dhaniswara, T. K., A'yuni, Q., Febrianti, A. 2018. Identifikasi Makanan Yang Mengandung Boraks Dengan Menggunakan Kunyit Di Desa Bulusidokare, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo. *Journal of Science and Social Development*. Vol (1) No. 1: 2620-3200.
- Fuad, N., R. 2014. Identifikasi Kandungan Boraks Pada Tahu Pasar Tradisional di Daerah Ciputat. *OJP*. Hl. 2-3. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Jakarta
- Ghaani, M., Cozzolino, C.A., Castelli, G., Farris, S. 2016. An overview of the intelligent packaging technologies in the food sector. *Trends in Food Sci. Technol.* 51, 1–11.
- Hadiyarwarman, A. Rijal, B.W. Nuryadin, M. Abdullah, dan Khairurrijal, 2008. Fabrikasi Material Nanokomposit Superkuat, Ringan dan Transparan Menggunakan Metode Simple Mixing. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi* 1 (1):14-21.
- Han, J.W., Ruiz-Garcia, L., Qian, J.P., Yang, X.T. 2018. Food Packaging: A Comprehensive Review and Future Trends. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 17: 860–877
- Hosokawa, M. 2007. Nanoparticle Thecnology Handbook, 1st Edition. UK: Elsevier Linarce House, Jordal Hill, Oxford OX2 8DP
- Hu, dkk. 2017. Curcumin in Hepatobiliary Disease: Pharmacotherapeutic Properties and Emerging Potential Clinical Applications. *The Official Journal of The Mexian Association of Hepatology*. Vol. 16. No. 6:835-841
- Huayhongthong, S., Khuntayaporn, P.; Thirapanmethee, K., Wanapaisan, P., Chomnawang, M.T. 2019. Raman spectroscopic analysis of food-borne microorganisms. *LWT*. 114, 108419

- Lalit, R.; Mayank, P., Ankur, K. 2018. Natural Fibers and Biopolymers Characterization: A Future Potential Composite Material. *Stroj. Cas. J. Mech. Eng.* 68: 33–50.
- Lee, dkk. 2013. Curcumin And its Derivatives: The Application in Neuropharmacology and Neuroscience in The 21st Century. *Current Neuropharmacology.* 11: 338-378
- Lina. 2008. Standarisasi Ekstrak Rimpang Kunyit (curcuma domestica val). Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Madhusudan, P., Chellukuri, N., Shivakumar, N. 2018. Smart packaging of food for the 21st century—A review with futuristic trends, their feasibility and economics. *Mater. Today Proc.* 5, 21018–21022.
- Martau, G.A., Mihai, M., Vodnar, D.C. 2019. The Use of Chitosan, Alginate, and Pectin in the Biomedical and Food Sector-Biocompatibility, Bioadhesiveness, and Biodegradability. *Polymers.* 11, 1837.
- Masrukan. 2020. Potensi Modifikasi Pati Dengan Esterifikasi Sebagai Prebiotik. *Agrotech*, 1 (1).
- Muttaqin, B., Titi, S., & Ima, W. 2016. Pengaruh Konsentrasi Egg White Powder (Ewp) Terhadap Kualitas Bakso Dari Ikan Lele, Bandeng, Dan Kembung. *J. Peng. & Biotek. Hasil Pi*, 5(1).
- Nagavarma BVN, Yadav HK, Ayaz A, Vasudha LS, Shivakumar HG. 2012. Different techniques for preparation of polymeric nanoparticles—a review. *Asian J Pharm Clin Res.* Vol 5 No 3:16–23.
- Nemes, S. A., Szabo, K., Vodnar, C. 2020. Applicability of Agro-Industrial By-Products in Intelligent Food Packaging. Institute of Life Sciences, University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Calea Manastur, Romania.
- Nurfawaidi, Arjun dkk. 2018. Pengembangan Label Pintar untuk Indikator Kesegaran Daging Sapi pada Kemasan (Development of Smart Label for Beef Freshness Indicator in Package). *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*, vol.6 (2).

- Nurhuda, H. S., Junianto, Rochima. E., 2017. Penambahan Tepung Karaginan Terhadap Tingkat Kesukaan Bakso Ikan Manyung. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol (8) No. 1: 157-164.
- Pal, M. 2017. Nanotechnology: A New Approach in Food Packaging. *J. Food Microbiol. Saf. Hyg.* 2.
- Pokropivny, V., Runni L., I Hussai, Alex, Pokropivny. 2017. Introduction to Nanomaterials and Nanotechnology. Tartu University Press. Pp.10
- Priyadarsini, K.I. 2014. *The Chemistry of Curcumin: From extraction to therapeutic agent*. *Molecules*. 19: 2009120112.
- Rai, M., Ingle, A.P., Gupta, I., Pandit, R., Paralikar, P., Gade, A., Chaud, M.V., dos Santos, C.A. 2018. Smart nanopackaging for the enhancement of food shelf life. *Environ. Chem. Lett.* 17, 277–290.
- Realini, C.E., Marcos, B. 2014. Active and intelligent packaging systems for a modern society. *Meat Sci*, 98, 404–419.
- Riyanto, R., I. Hermana, dan S. Wibowo. 2014. Characteristics of plastic indicator for early warning indicator of fish freshness in a plastic packaging. *JPB Perikanan*. 9(2).
- Sankari, G., E. Kriahnamoorthy, S. Jayakumaran, S. Gunaekarana, V.V. Priya, S. Subramanlam, S. Subramanlam, and S.K. Mohan. 2010. Analysis of serum immunoglobulins using fourier transform infrared spectral measurements. *Biol. Med.* 2(3):42-48.
- Santoso, Urip. 2009. Boraks dan Formalin Pada Makanan. (Online : <http://uwityangyoyo.wordpress.com/kimia/boraks-dan-formalin-pada-makanan.html>)
- Saputra, Adinda dan Ningrum, Dewi K. 2009. Pengeringan Kunyit Menggunakan Microwave dan Oven.
- Saputra, D.D., Fitriyah, H., Setiawan, E. 2019. Sistem Klasifikasi Bakso yang Mengandung Boraks dengan Sensor Warna Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berbasis Arduino. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Vol. 3, No. 10.

- Sari, Wulanningsih Fitria. 2008. Uji AKtivitas Antioksidan Senyawa Campuran Derivat Kurkumin dan Katekin Hasil Isolasi dari Daun The (Camellia Sintesis). Depok: FMIPA UI.
- Srivastava, S., R. Sinha, dan D. Roy. 2004. Toxicological effects of malachite green. *Aquatic Toxicology*. 66: 319-329.
- Sugiharti, S. 2009. Pengaruh Perebusan Dalam Pengawet Asam Organik Terhadap Mutu Sensori Dan Umur Simpan Bakso. Bogor: Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Sulistiyani, Martin, dan Huda, Nuril. 2017. Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Sampel Protein Menggunakan Spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FT-IR). *Indo. J. Chem. Sci.* 6 (2) (2017)
- Sundari, R. 2016. Pemanfaatan dan Efisiensi Kurkumin Kunyit (*Curcuma Domestica Val*) Sebagai Indikator Titrasi Asam Basa. *Teknoin*. Vol. 22 (8) : 595-601.
- Susanto, Eko. 2010. Pengolahan Bandeng Duri Lunak (*Channos channos* Forsk). Semarang: Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro Semarang
- Setyaningsih, Dwi., Anton Ariyantono, Maya Puspita S. 2010. Analisis Sensori. IPB Press. Bogor.
- Syuhada, R. W., Jayatin, dan S. Rohman. 2009. Modifikasi Bentonit (Clay) Menjadi Organoclay dengan Penambahan Surfaktan. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*. 2(1): 48- 51.
- Tattiyakul, J., Asavasaksakul, S. and Pradipasena, P., 2006, Chemical and physical properties of flour extracted from taro *Colocasia esculenta* (L.), Schottgrown in different regions of Thailand, *Science Asia*, 32: 279–284.
- Tsuda, Takanori. 2018. Curcumin As a Functional Food Derived Factor: Degradation Products, Metabolites, Bioactivity and Future Perspectives. *Food Funct.* 9: 705-714
- Vodnar, D.C., Mitrea, L., Călinoiu, L.F., Szabo, K., Ștefănescu, B.E. 2020. Removal of bacteria, viruses, and other microbial entities by means of nanoparticles. In *Advanced Nanostructures for Environmental Health*; Baia,

- L., Pap, Z., Hernadi, K., Baia, M., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands. pp. 465–491.
- Wahyuni, T.S. 2010. Pembuatan Dekstrin Dari Pati Umbi Talas Dengan Hidrolisis Secara Enzimatis, Skripsi Sarjana. Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya.
- Wasito, H., Dkk. 2017. Test Strip Pengukur pH dari Bahan Alam yang diimobilisasi dalam Kertas Selulosa. *Indonesian Journal of Chemical Science*. Vol. 6 No. 3
- Widiastuti R, D. 2016. Kajian Kemasan Pangan Aktif dan Cerdas (Active and Intelligent Food Packaging). Jakarta : BPOM.
- Widowati, S., Waha, M. G., dan Santosa, B. A. S. 1997. Ekstraksi dan Karakterisasi Sifat Fisikokimia dan Fungsional Pati Beberapa Varietas Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). *Prosiding Seminar Teknologi Pangan*, 181-195.
- Widyaningsih, T. D., dan E. S. Murtini. 2006. Alternatif Pengganti Formalin pada Produk Pangan. *Trubus Agrisarana*, Surabaya
- Wijaya, D. 2011. Waspada Zat Aditif Dalam Makananmu. *Jogjakarta : Buku Biru*.
- Youssef, A.M., Assem, F.M., Abdel-Aziz, M.E., Elaaser, M., Ibrahim, O.A., Mahmoud, M., Abd El-Salam, M.H. 2019. Development of bionanocomposite materials and its use in coating of Ras cheese. *Food Chem*. 270: 467–475.
- Yuliani, S. 2013. Karakteristik Psikokimia umbi dan tepung Talas Beneng (*Xantosoma undipes* K.Koch) Hasil Budidaya dan Liar. Skripsi. Faperta. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
- Zhang, X., S. i Lu, dan X. Chen. 2014. A visual ph sensing film using natural dyes from *bauhinia blakeana dunn*. *Sensors And Actuators B. Chemical*. 198: 268–2