

**PENGARUH PENAMBAHAN TIO₂ TERHADAP SIFAT FISIK,
MEKANIK, DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI *EDIBLE FILM*
DARI PEKTIN KULIT PISANG KEPOK**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia



Oleh:
Jihan Rahmi Nabila
19106030013

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2023**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2400/Un.02/DST/PP.00.9/08/2023

Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh TiO₂ terhadap Sifat Fisik, Mekanik, dan Aktivitas Antibakteri Edible Film dari Pektin Kulit Pisang Kepok

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : JIHAN RAHMI NABILA
Nomor Induk Mahasiswa : 19106030013
Telah diujikan pada : Jumat, 18 Agustus 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Endarujati Sedyadi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 64eda796984a7



Penguji I
Ihda Novia Indrajati, M.T.
SIGNED

Valid ID: 64ed4c38ec38e



Penguji II
Karmanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 64e687e934548



Yogyakarta, 18 Agustus 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.St.
SIGNED

Valid ID: 64edb3a85ea9b



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp :-

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Jihan Rahmi Nabila

NIM : 19106030013

Judul Skripsi. : Pengaruh Penambahan TiO_2 terhadap Sifat Fisik, Mekanik, dan Aktivitas Antibakteri *Edible Film* dari Pektin Kulit Pisang Kepok

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 23 Agustus 2023
Konsultan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



Ihda Novia Indrajati, MT
NIP. 197911122008032001

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Jihan Rahmi Nabila

NIM : 19106939913

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan TiO_2 terhadap Sifat Fisik, Mekanik, dan Aktivitas Antibakteri *Edible Film* dari Pektin Kulit Pisang Kepok

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 11 Agustus 2023

Pembimbing



Enderuji Sedyadi, S.Si., M.Sc

NIP: 19820329 201101 1 005

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Jihan Rahmi Nabila
NIM : 19106030013
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan TiO_2 terhadap Sifat Fisik, Mekanik, dan Aktivitas Antibakteri *Edible Film* dari Pektin Kulit Pisang Kepok” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 4 Agustus 2023



Jihan Rahmi Nabila
NIM 19106030013

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

Take Something from Each Single Experiences that Make Me a Better Person.

Always Remember, Allah Never Gives Problems Outside The Ability.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim dengan memanjatkan puji syukur Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta tidak lupa shalawat beserta salam kepada Nabi Muhammad SAW, karya ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tua saya Bapak Achmad Tohirin dan Ibu Lilis Nurlaela.
Dosen Pembimbing Bapak Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc.
Terima kasih atas seluruh dukungan materi, ilmu dan doa yang selalu kalian panjatkan

Untuk Almamater tercinta,
Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirabbila'alamin, puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir yang telah dilaksanakan pada bulan Agustus-Januari di Laboratorium Balai Besar Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Kulit Karet dan Plastik (BBSPJIKKP) dan Laboratorium Mikrobiologi Universitas Negeri Yogyakarta. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof Dr. Phi. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
2. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc. selaku Pembimbing Lapangan telah membagi ilmu baru dan mendorong untuk terus semangat.
5. Ibu Ihda Novia Indrajati, MT. selaku Pembimbing Lapangan telah membagi ilmu baru dan mendorong untuk terus semangat.
6. Seluruh dosen Program Studi Kimia dan staf karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu memberikan ilmu yang bermanfaat.
7. Seluruh staf karyawan dan teman-teman PKL BBSPJIKKP telah membantu selama penelitian berlangsung.
8. Ibu Tutik Rahayu selaku Laboran Laboratorium Mikrobiologi UNY telah memberikan kesempatan untuk melakukan pengujian penelitian.
9. Kakak-kakak Asisten Laboran Laboratorium Mikrobiologi UNY telah membantu selama proses pengujian penelitian.
10. Kedua orang tua Penulis yang tercinta, Ibu Lilis Nurlaela dan Bapak Achmad Tohirin yang selalu menjadi pengingat dan sumber penguat dalam menyelesaikan proses penelitian penulis.
11. Saudara kandung Penulis yang terkasih, Adik Nisrinal Jannah dan Muhammad Aidan Syam yang selalu memberi tawa dan sumber penguat dalam proses penelitian penulis.
12. Alvina Lutviyani sahabat tercinta dan partner penulis dengan sabar dan tulus ingin berjuang bersama dan terus memberikan dukungan tanpa lelah untuk menyelesaikan setiap target perkuliahan maupun prestasi terutama tugas akhir sesuai dengan rencana.
13. Farkha Fadhila Firdausi, Siti Lailaturohmah, & Alvina Lutviyani sahabat Sabyar yang selalu memberikan tawa, ruang untuk berkeluh kesah, menikmati keindahan Jogja bersama, dan berjuang bersama sebagai akademisi maupun organisator.
14. Keluarga Ekuivalen (Kimia angkatan 2019) yang bersedia menemani, memberi masukan dan dukungan selama ini.
15. Semua pihak yang telah mendukung dan mendoakan hingga tahap sekarang.

Demikian laporan tugas akhir yang dapat penulis sampaikan selama penelitian. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan pembaca pada umumnya. Penulis mengakui laporan skripsi ini jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan, maka dari itu penulis sangat berterima kasih apabila ada kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan laporan skripsi ini. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 20 Juli 2023

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN SKRIPSI	ii
NOTA DINAS KONSULTASI	iv
NSURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
A. Tinjauan Pustaka	8
B. Landasan Teori	10
C. Kerangka Berpikir dan Hipotesis Penelitian	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
A. Waktu dan Tempat Penelitian	20
B. Alat-Alat Penelitian.....	20
C. Bahan-Bahan Penelitian	20
D. Cara Kerja Penelitian	21
E. Teknis Analisis Data	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A. Pektin dari Kulit Pisang Kepok.....	27
B. Pembuatan <i>Edible Film</i>	30
C. Uji Mekanik Edible Film.....	32
D. Uji FTIR	40
E. Uji Statistik Sifat Fisik dan Mekanik <i>Edible Film</i>	42
F. Uji Aktivitas Antibakteri Penambahan TiO ₂	44
G. Uji Statistik Sifat Antibakteri <i>Edible Film</i>	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
A. Kesimpulan.....	51
B. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Pektin (Fitria, 2013)	12
Gambar 2.2 Grafik Pektin Komersial (Mada et al., 2022)	13
Gambar 4.1 Grafik FTIR Pektin Kulit Pisang Kepok	29
Gambar 4.2 Pengaruh Penambahan TiO ₂ terhadap Ketebalan <i>Edible Film</i> dari Pektin Pisang Kepok	32
Gambar 4.3 Pengaruh Penambahan TiO ₂ terhadap Kuat Tarik <i>Edible Film</i> dari Pektin Pisang Kepok	34
Gambar 4.4 Pengaruh Penambahan TiO ₂ terhadap Elongasi <i>Edible Film</i> dari Pektin Pisang Kepok	36
Gambar 4.5 Pengaruh Penambahan TiO ₂ terhadap <i>Modulus Young Edible Film</i> dari Pektin Pisang Kepok	38
Gambar 4.6 . Pengaruh Penambahan TiO ₂ terhadap Elongasi <i>Edible Film</i> dari Pektin Pisang Kepok	39
Gambar 4.7 Grafik FTIR <i>Edible Film</i> tanpa Penambahan TiO ₂	40
Gambar 4.8 Grafik FTIR <i>Edible Film</i> dengan Penambahan TiO ₂	41
Gambar 4.9 Rata-rata Diameter Zona Hambat <i>Edible Film</i> dari Pektin Pisang Kepok dengan Penambahan TiO ₂ terhadap Pertumbuhan Bakteri <i>E. Coli</i> dan <i>S. aureus</i>	44
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Aktivitas Antibakteri <i>Edible Film</i> (kontrol (a), variasi TiO ₂ ulangan 1 (b), 2 (c), 3 (d)).....	45
Gambar 4. 11 Hasil Pengujian Aktivitas Antibakteri <i>Edible Film</i> (kontrol (a), variasi TiO ₂ ulangan 1,(b) 2 (c), 3 (d)).....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Uji Kruskal Wallis Sifat Fisik dan Mekanik <i>Edible Film</i>	43
Tabel 4.2 Hasil Uji Kruskal Wallis Aktivitas Antibakteri <i>Edible Film</i>	49



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rendemen Pektin Kulit Pisang Kepok	60
Lampiran 2 Pembuatan Pektin dari Kulit Pisang Kepok dan <i>Edible Film</i>	60
Lampiran 3 Perhitungan WVTR <i>Edible Film</i>	63
Lampiran 4 Data Uji UTM.....	64
Lampiran 5 Grafik Hasil Uji FTIR <i>Edible Film</i>	69
Lampiran 6 Uji Statistika <i>Edible Film</i>	71



ABSTRAK

Pengaruh Penambahan TiO₂ terhadap Sifat Fisik, Mekanik, dan Aktivitas Antibakteri *Edible Film* dari Pektin Kulit Pisang Kepok

Oleh: Jihan Rahmi Nabila

Pembimbing 1: Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc.

Pembimbing 2: Ihda Novia Indrajati, MT.

Pengaruh penambahan TiO₂ terhadap sifat fisik, mekanik, dan aktivitas antibakteri *edible film* dari pektin kulit pisang kepok telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah Menganalisis pengaruh penambahan TiO₂ terhadap sifat fisik dan mekanik yang meliputi ketebalan, kuat tarik, *elongasi*, *modulus young*, dan WVTR pada *edible film* berbasis pektin kulit pisang kepok serta Mempelajari pengaruh konsentrasi TiO₂ terhadap zona hambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* pada *edible film* dari pektin kulit pisang kepok. Prinsip kerja dalam pembuatan *edible film* dengan melakukan variasi TiO₂ 0;1;3;5; dan 7% dianalisis dengan pengujian sifat fisik dan mekanik yaitu ketebalan, kuat tarik, *elongasi*, *modulus young*, WVTR, dan uji FTIR serta pengujian aktivitas antibakteri *E. coli* dan *S. aureus*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan variasi TiO₂ tidak berpengaruh secara signifikan ($p > 0,05$) terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film* dan aktivitas antibakteri *edible film* terhadap bakteri *S. aureus* serta berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap aktivitas antibakteri *edible film* terhadap bakteri *E. coli*. *Edible film* yang telah dibuat memiliki sifat fisik dan mekanik yang sudah sesuai dengan *Japanese Industrial Standard (JIS) 1975*. pada parameter ketebalan, kuat tarik, dan *modulus young*. Aktivitas antibakteri pada *edible film* dengan penambahan TiO₂ memiliki diameter zona hambat dalam kategori lemah (≤ 5 mm).

Kata kunci: *edible film*, pektin kulit pisang, TiO₂

ABSTRACT

The Effect Of Addition of TiO₂ on Physical, Mechanical Properties, and Antibacterial Activity of Edible Film from Kepok Banana Peel Pectin

By: Jihan Rahmi Nabila

Supervisor 1: Endarujati Sedyadi, S.Si., M.Sc.

Supervisor 2: Ihda Novia Indrajati, MT.

The effect of the addition of TiO₂ on the physical, mechanical, and antibacterial properties of edible film from pectin on kepok banana peels has been studied. The purpose of this study was to analyze the effect of adding TiO₂ on physical and mechanical properties including thickness, tensile strength, elongation, Young's modulus, and WVTR on edible films based on pectin kepok banana peel and to study the effect of TiO₂ concentration on the inhibition zone of Escherichia coli and Staphylococcus aureus growth. on edible film from kepok banana peel pectin. The working principle in making edible films is by varying TiO₂ 0;1;3;5; and 7% were analyzed by testing the physical and mechanical properties of thickness, tensile strength, elongation, young's modulus, WVTR, and FTIR test as well as testing the antibacterial activity of E. coli and S. aureus. The results showed that the addition of TiO₂ variations had no significant effect ($p > 0.05$) on the physical and mechanical properties of the edible film and the antibacterial activity of the edible film against S. aureus bacteria and had a significant effect ($p < 0.05$) on the antibacterial activity of the edible film against E. coli bacteria. The edible film that has been made has physical and mechanical properties that are in accordance with the Japanese Industrial Standard (JIS) 1975 on the parameters of thickness, tensile strength, and young's modulus. Antibacterial activity on edible film with the addition of TiO₂ has a diameter of inhibition zone in the weak category (≤ 5 mm).

Kata kunci: *edible film, pektin kulit pisang, TiO₂*

BAB I

PENDAHULAN

A. Latar Belakang Masalah

Plastik adalah polimer sintetis berbasis karbon dari bahan baku berupa cadangan bahan bakar fosil seperti minyak bumi. Kebutuhan plastik terus meningkat seiring dengan berkembangnya industri makanan dan minuman di Indonesia. Plastik dipilih sebagai kemasan makanan atau minuman karena memiliki sifat ringan, kuat, dan murah (Zaky *et al.*, 2021). Banyaknya penggunaan plastik berdampak pada masalah lingkungan dan mengancam ekosistem karena sifatnya tidak mudah terurai di dalam tanah. Sampah plastik baru dapat terurai setelah 450 hingga 600 tahun (Supraptiah *et al.*, 2019). Pembakaran sampah plastik hanya akan menambah masalah karena menghasilkan gas berbahaya yang dapat mengganggu kesehatan manusia. BRIN melaporkan bahwa sampah plastik yang masuk ke laut diperkirakan mencapai 200-600 ribu ton/tahun (LIPI, 2019). Hal ini tentunya merusak estetika keindahan laut dan mengancam kehidupan di dalamnya. Oleh karena itu, perlu adanya usaha untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satunya adalah dengan substitusi plastik konvensional menjadi *biodegradable plastic* (bioplastik).

Bioplastik adalah polimer alami berbahan baku sumber daya terbarukan atau biomassa yang dapat terurai secara alami oleh mikroorganisme (Zaky *et al.*, 2021) Berdasarkan jenisnya, bioplastik dibagi menjadi dua yaitu bioplastik yang aman dikonsumsi (*edible*) dan bioplastik yang tidak aman dikonsumsi. Bioplastik *edible* sebagai pelapis bahan pangan disebut *edible coating* dan sebagai lembaran antara

komponen bahan pangan disebut *edible film*. *Edible film* berfungsi sebagai pengemas yang dapat memperbaiki sifat organoleptik produk, dapat meningkatkan daya simpan makanan karena dapat menghambat transfer massa (oksigen, kelembaban, zat terlarut, dan lemak) dan juga mencegah adanya mikroba pada makanan (Sulistyowati *et al.*, 2019; Zuchrillah *et al.*, 2020). Akan tetapi, penggunaan *edible film* saat ini masih terbatas dalam industri makanan dan teknologi sehingga diperlukan penelitian yang lebih intensif dalam pengembangannya (Chodijah *et al.*, 2019).

Edible film terbuat dari tiga komponen penting yaitu hidrokoloid, lipid, dan komposit. Hidrokoloid adalah salah satu bahan baku pembuatan *edible film* yang termasuk golongan karbohidrat seperti pektin, pati, selulosa, kitin, kitosan, karagenan, galaktomanan, dan alginat (Fransiska *et al.*, 2018). Pektin biasa ditemukan pada dinding sel tumbuhan yang umumnya dimanfaatkan sebagai bahan baku pada industri pangan seperti agar-agar, selai, coklat, dan makaroni karena memiliki kemampuan membentuk gel yang optimum dan menstabilkan protein (Iman, 2020). Pada industri karet, pektin digunakan sebagai pengental dan pada industri tekstil serta industri kertas digunakan sebagai bahan pengisi karena dapat membentuk lapisan yang sangat baik (Ayun & Tusniyawati, 2019). Namun, informasi teknis penggunaan pektin sebagai bahan baku *edible film* masih perlu dikembangkan sehingga aman diaplikasikan pada makanan (Isdayanti *et al.*, 2016).

Kulit pisang kepok merupakan salah satu bahan yang memiliki kandungan pektin yang cukup tinggi yaitu sebesar 1,92 hingga 3,25% dari berat kering. Komponen lain yang terkandung pada kulit pisang kepok adalah karbohidrat

sebesar 59%, serat kasar sebesar 31,70%, air sebesar 6,70%, lemak kasar sebesar 6,70%, dan protein sebesar 0,90% (Randa *et al.*, 2021). Berdasarkan penelitian Nugroho *et al.*, (2013) penggunaan pektin kulit pisang kepok dapat menghasilkan *edible film* yang lebih lunak dan tipis dibandingkan dengan jenis pektin kulit pisang lainnya seperti pisang raja dan ambon. Akan tetapi, *edible film* yang terbuat dari hidrokoloid belum memiliki kualitas yang cukup karena memiliki sifat mekanis dan resistansi terhadap air yang rendah sehingga dibutuhkan bahan tambahan lain seperti *plasticizer* yang dapat meningkatkan sifat mekanik, ekstensibilitas, elastisitas, dan fleksibilitas *film*. (Ayun & Tusniyawati, 2019; Fransiska *et al.*, 2018).

Gliserol banyak digunakan sebagai *plasticizer* karena mampu mengurangi ikatan hidrogen internal yang akan meningkatkan jarak intermolekuler (Elfiana *et al.*, 2018; Lubis *et al.*, 2020). Kemampuan tersebut dapat menyebabkan kenaikan pada nilai *elongasi* dan penurunan pada nilai kuat tarik sehingga fleksibilitas dapat meningkat dan kekakuan akan menurun, tetapi kemampuan laju transmisi uap air gliserol masih lebih rendah dari sorbitol (WVTR) (Munwaroh, 2015; Zahra *et al.*, 2020). Namun, *edible film* yang terbentuk belum memiliki ketahanan yang cukup terhadap mikroorganisme atau patogen yang berpengaruh pada kualitas dan produk *film*. Oleh karena itu, senyawa antibakteri perlu ditambahkan untuk meningkatkan ketahanan *edible film* terhadap bakteri sehingga kualitas akan semakin baik, keamanan *film* untuk dimakan dan produknya dapat terjaga (Mulyadi *et al.*, 2016). Umumnya, bakteri tumbuh di permukaan bahan pangan.

Bakteri seperti *Escherichia coli*, *Lactobacillus bulgaricus*, dan *Salmonella sp* mampu tumbuh dan mengontaminasi olahan atau produk makan segar sehingga menyebabkan penyakit pada manusia dengan batasan maksimum yang diatur dalam SNI 7388:2019 (Syarifah, 2021). Untuk mencegah kontaminasi bakteri pada makanan segar biasanya ditambahkan senyawa antibakteri seperti titanium dioksida (TiO_2). Penambahan TiO_2 akan membentuk kriteria *edible film* yang sesuai yaitu memiliki daya simpan yang baik dan aman dikonsumsi manusia. TiO_2 memiliki sifat oksidan yang kuat dan termasuk fotokatalis terbaik karena memiliki stabilitas dan reaktivitas yang baik, ekonomis, *reusable*, serta biokompabilitas (Kumaravel *et al.*, 2021). Menurut Ulandari (2020) fotokatalis ini juga memiliki interaksi antarmuka yang baik karena memiliki energi dan luas permukaan yang tinggi serta meningkatkan sifat termal. TiO_2 juga tidak berbahaya dan aman bagi manusia. Akan tetapi, penambahan TiO_2 berpengaruh terhadap transparansi film. Semakin tinggi konsentrasi TiO_2 maka transparansi film akan semakin menurun atau buram (Vejdan *et al.*, 2016).

Perlakuan terbaik *edible film* kasein-kitosan pada konsentrasi TiO_2 5% dalam penelitian Syarifah (2021) menghasilkan rata-rata diameter zona hambat pada *Staphylococcus aureus* 16,09 mm; *Escherichia coli* 21,95 mm; *Lactobacillus bulgaricus* 17,89 mm; dan *Salmonella sp.* 17,12 mm. Akan tetapi, penelitian ini tidak dilakukan pengaruh penambahan TiO_2 terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film*. Zuchrillah *et al.*, (2020) juga melakukan penelitian terkait pengaruh sifat mekanik dan aktivitas antibakteri pada biokomposit *edible film* dari kitosan dan pektin limbah kulit pisang kepok. Campuran kitosan dan pektin limbah kulit pisang

kepok dilakukan dengan variasi konsentrasi 100:0; 60:40; 50:50; 40:60 dan 0:100. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi biokomposit yang paling optimum adalah 50:50 dengan WVTR 7,14 g/hari/m²; kadar air 43,78%; ketebalan 0,2 mm, dan *swelling degree* 56,09%. Namun, secara signifikan aktivitas antibakteri pada penelitian ini belum diketahui karena rendahnya derajat deasetilasi.

Berdasarkan penjelasan di atas, perlu dilakukan penelitian ini untuk mempelajari pengaruh penambahan TiO₂ pada *edible film* dari pektin kulit pisang kepok. Penambahan TiO₂ pada *edible film* diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan karakteristik *edible film* yang dihasilkan sehingga dapat menjadi pelapis bahan pangan yang aman, lebih ramah lingkungan, dan memenuhi standar mutu yang ditetapkan.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pektin dibuat dari kulit pisang kepok bubuk menggunakan metode hidrolisis asam.
2. Gliserol yang digunakan adalah bahan komersial.
3. TiO₂ yang digunakan diperoleh dari Toko Sentra Teknosains Indonesia dengan merek Merck
4. Uji mekanik yang dilakukan adalah uji kuat tarik, perpanjangan putus (elongasi), *modulus young*, dan WVTR.
5. Bakteri yang digunakan pada uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi cakram adalah *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan TiO_2 terhadap sifat fisik dan mekanik yang meliputi ketebalan, kuat tarik, elongasi, *modulus young*, dan WVTR pada *edible film* berbasis pektin kulit pisang kepok?
2. Bagaimana pengaruh penambahan TiO_2 sebagai antibakteri terhadap zona hambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* pada *edible film* dari pektin kulit pisang kepok?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh penambahan TiO_2 terhadap sifat fisik dan mekanik yang meliputi ketebalan, kuat tarik, elongasi, *modulus young*, dan WVTR pada *edible film* berbasis pektin kulit pisang kepok.
2. Mempelajari pengaruh konsentrasi TiO_2 terhadap zona hambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* pada *edible film* dari pektin kulit pisang kepok.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh pengetahuan terkait komposisi pembentuk *edible film* dari pektin kulit pisang sebagai pemanfaatan limbah yang masih melimpah di Indonesia.
2. Memperoleh pengetahuan terkait sifat fisik, mekanik, dan aktivitas antibakteri pada *edible film* dari pektin kulit pisang kepok dengan penambahan TiO_2 .

3. memberikan informasi kepada masyarakat bahwa *edible film* dari pektin kulit pisang dengan penambahan TiO_2 dapat menjadi salah satu solusi permasalahan lingkungan akibat plastik yang sulit untuk terurai.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan TiO_2 tidak memiliki pengaruh secara nyata terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film* dari pektin kulit pisang kepok yang meliputi ketebalan, kuat tarik, *elongasi*, dan WVTR serta berpengaruh nyata terhadap *modulus young*. Secara garis besar, konsentrasi optimum TiO_2 dengan nilai parameter yang cukup baik sebagai *edible film* adalah variasi 3%, dengan ketebalan 0,112 mm, kuat tarik 18,3287%, *elongasi* 2,6955% *modulus young* 6,8361%, dan transmisi uap air 26,1905 g/jam².jam.
2. Penambahan TiO_2 memiliki pengaruh secara nyata terhadap aktivitas antibakteri *edible film* dari pektin kulit pisang kepok pada bakteri *Escherichia coli*, sedangkan pada bakteri *Staphylococcus aureus* tidak dipengaruhi secara nyata. Zona hambat terluas terdapat pada konsentrasi TiO_2 3% yaitu 3,97 mm pada bakteri *E. coli* dan pada bakteri *S. aureus* yaitu konsentrasi TiO_2 1% sebesar 3,75 mm.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Perlu dilakukan uji kadar pektin dari kulit pisang untuk mengetahui persentase yang diperoleh secara tepat.
2. Perlu dilakukan suatu pengaplikasian pada makanan secara langsung

3. Perlu dilakukan pengujian lainnya seperti uji biodegradasi, uji transparansi, dan sebagainya.
4. Perlu dilakukan variasi komponen *edible film* atau penambahan bahan lainnya sehingga didapatkan nilai parameter yang baik terutama elongasi berdasarkan standar JIS 1975.
5. Perlu dipastikan tidak adanya gelembung sisa pada larutan *edible film* sehingga tidak terbentuk pori-pori yang berpengaruh pada pengujian transmisi uap air.
6. Perlu dipastikan kelarutan koloid TiO_2 dalam air secara baik sehingga penyebaran dengan larutan *edible film* dapat merata secara sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainun, N. (2019). *Karakterisasi Komposit Kitosan-Alginat-PVA dengan Penambahan Zat Aditif TiO₂ dan ZnO sebagai Bioplastik*. Universitas Sumatera Utara.
- Arezoo, E., Mohammadreza, E., Maryam, M., & Abdorreza, M. N. (2020). The Synergistic Effects of Cinnamon Essential Oil and Nano TiO₂ on Antimicrobial and Functional Properties of Sago Starch Films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 157, 743–751. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.11.244>
- Aryani, T., Mu'awanah, I. A. U., & Widyantara, A. B. (2018). *Mengolah Kulit Pisang menjadi Tepung dan Kue Donat*. CV. Rasi Terbit. https://www.google.co.id/books/edition/Buku_Ajar_Mengolah_Kulit_Pisang_Menjadi/4Dr2DwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=kulit+pisang+kepok&pg=PA1&printsec=frontcover. Diakses pada tanggal 3 April 2022 pukul 22.25 WIB.
- Ayun, Q., & Tusniyawati. (2019). Karakterisasi Fisik dan Mekanik Edible Film dengan Penambahan Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* Linn). *Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIBA 2019*, 283–297.
- Azwar, E., Asmara, P., & Darni, Y. (2022). Karakterisasi Edible Film Dari Pati Jagung Dengan Plastisizer Gliserol Dan Filler CMC Sebagai Bahan Pengemas Makanan. *Jurnal Teknologi Dan Inovasi Industri*, 03(01), 23–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.23960/jtii.v3i1.40>
- Bukit, B. F., & Sirait, S. H. (2019). Preparasi Dispersi Antibakteri Berbahan Dasar Titanium Dioksida (TiO₂) serta Aplikasinya Pada Kain dengan Metoda Dip Coating. *JUITECH (Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Quality)*, 3(2), 640–644. <https://doi.org/10.36764/ju.v3i2.259>
- Bustami, Abdullah, D., & Fadlisyah. (2014). *Statistika Terapannya pada Bidang Informatika*. Graha Ilmu.
- Chodijah, S., Husaini, A., Zaman, M., & Hilwatulisan. (2019). Extraction of Pectin from Banana Peels (*Musa Paradisiaca* Fomatypica) for Biodegradable Plastic Films. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1167/1/012061>
- Costantini, E. (2022). *Titanium decrease the elongation value in bioplastic*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/post/why_titanium_dioxide_decrease_the_elongation_value_in_bioplastic_even_the_plasticizer_glycerol_was_added/62c0350a4075fa1def78f7d3/citation/download.
- Davis, W. W., & Stout, T. R. (1971). Disc Plate Method of Microbiological Antibiotic Assay I. Factors Influencing Variability and Error. *APPLIED MICROBIOLOGY*22, 22(4), 659–665. <https://doi.org/https://doi.org/10.1128%2Fam.22.4.659-665.1971>
- Devianti, V. A., Sa'diyah, L., & Amalia, A. R. (2020). Penentuan Mutu Pektin dari Limbah Kulit Pisang dengan Variasi Volume Pelarut Asam. *Jurnal Kimia*, 14(2), 169–174. <https://doi.org/10.24843/jchem.2020.v14.i02.p10>
- Elfiana, T. N., Fitria, A. N. I., Sedyadi, E., Prabawati, S. Y., & Nugraha, I. (2018). Degradation Study of Biodegradable Plastic Using Nata De Coco as A Filler.

- Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*, 7(2), 33–38. <https://doi.org/10.14421/biomedich.2018.72.33-38>
- Fathi, N., Almasi, H., & Pirouzifard, M. K. (2019). Sesame protein isolate based bionanocomposite films incorporated with TiO₂ nanoparticles: Study on morphological, physical and photocatalytic properties. *Polymer Testing*, 77. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2019.105919>
- Fitria, A. (2013). *Karakterisasi Pektin Hasil Ekstraksi dari Limbah Kulit Pisang Kepok (Musa balbisiana ABB)*. UIN Syarif Hidayatullah.
- Fransiska, D., Giyatmi, Irianto, H. E., Darmawan, M., & Melanie, S. (2018). Karakteristik Film K-Karaginan dengan Penambahan Plasticizer Polietilen Glikol. *JPB Kelautan Dan Perikanan*, 13(2), 13–20. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15578/jpbkp.v13i1.504>
- Hayati, N., & Lazulva, L. (2018). Preparing of Cornstarch (*Zea mays*) Bioplastic Using ZnO Metal. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 1(1), 23–30. <https://doi.org/10.24114/ijcst.v1i1.10595>
- Hidayat, R. N., Sabri, L. M., & Awaluddin, M. (2019). Analisis Desain Jaring GNSS Berdasarkan Fungsi Presisi (Studi Kasus : Titik Geoid Goemetri Kota Semarang). *Jurnal Geodesi Undip Januari*, 8(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jgundip.2019.22451>
- Iman, K. (2020). *Pemanfaatan Pektin dan Kitosan dengan Plasticizer Gliserol sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Bioplastik*.
- Imtihani, H. N., Wahyuono, Ru. A., & Permatasari, S. N. (2020). *Biopolimer Kitosan dan Penggunaannya dalam Formulasi Obat*. Penerbit Graniti. https://www.google.co.id/books/edition/Biopolimer_kitosa_n_dan_penggunaannya_dal/DVIMEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=pektin+adalah&pg=PA8&printsec=frontcover. Diakses pada tanggal 4 April 2022 pukul 08.41 WIB.
- Intan, K., Diani, A., & Nurul, A. S. R. (2021). Aktivitas Antibakteri Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kesehatan Perintis*, 8(2), 121–127. <https://doi.org/https://doi.org/10.33653/jkp.v8i2.679>
- Isdayanti, M., Rasidi, M. I., & Elma, M. (2016). Pektin dari Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca linn*) sebagai Edible Film and Coating. *Seminar Nasional Industri Kimia Dan Sumber Daya Alam 2016*, 4(1), 93–98.
- Ismillayli, N., Hadi, S., Dharmayani, N. K. T., Sanjaya, R. K., & Hermanto, D. (2020). Characterization of alginate-chitosan membrane as potential edible film. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 833(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/833/1/012073>
- Jacob, A. M., Nugraha, R., & Dia utari, S. P. sri. (2014). Pembuatan Edible Film Dari Pati Buah Lindur Dengan Penambahan Gliserol Dan Karaginan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(1), 14–21. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v17i1.8132>
- Jong, S. H., Abdullah, N., & Muhammad, N. (2023). Optimization of Low-Methoxyl Pectin Extraction from Durian Rinds and Its Physicochemical Characterization. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 5, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.carpta.2022.100263>

- Juliani, D., Suyatma, N. E., & Taqi, F. M. (2022). Pengaruh Waktu Pemanasan, Jenis dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film Karagenan. *Jurnal Keteknikaan Pertanian*, 10(1), 29–40. <https://doi.org/10.19028/jtep.10.1.29-40>
- Kumalaningsih, S. (2016). *Rekayasa Komoditas Pengolahan Pangan*. UB Press. https://www.google.co.id/books/edition/Rekayasa_Komoditas_Pengolahan_Pangan/9KVPDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=pektin+adalah&pg=PA13&printsec=frontcover. Diakses pada tanggal 4 April 2022 pukul 09.22 WIB.
- Kumaravel, V., Nair, K. M., Mathew, S., Bartlett, J., Kennedy, J. E., Manning, H. G., Whelan, B. J., Leyland, N. S., & Pillai, S. C. (2021). Antimicrobial TiO₂ Nanocomposite Coatings for Surfaces, Dental and Orthopaedic Implants. *Chemical Engineering Journal*, 416(129071), 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.129071>
- Kustiningsih, I., Barleany, R. D., Abriyani, D., Ridwan, A., Syairazy, M., & Firdaus, A. M. (2021). TiO₂/Chitosan Bioplastic as Antibacterial of *Staphylococcus aureus* for Food Preservation. *World Chemical Engineering Journal*, 5(1), 18–24. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.48181/wcej.v5i1.12115>
- Latupeirissa, J., Fransina, E. G., & Tanasale, M. F. J. D. P. (2019). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Kulit Jeruk Manis Kisar (*Citrus sp.*). *Indo. J. Chem. Res.*, 7(1), 61–68. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2019.7-egf>
- Li, W., Zheng, K., Chen, H., Feng, S., Wang, W., & Qin, C. (2019). Influence of Nano Titanium Dioxide and Clove Oil on Chitosan-Strach Film Characteristics. *Polymers*, 11(1418), 1–14.
- LIPI. (2019). *Isu Sampah Plastik Jadi Bahasan Utama Kerjasama LIPI Dan Seskoal*. <http://www.oseanografi.lipi.go.id/shownews/178>. Diakses pada tanggal 2 Maret 2021 pukul 00.18 WIB.
- LTS Research Laboratories. (2017). *Safety Data Sheet Titanium Oxide* (pp. 1–4).
- Lubis, A. R., Irsyad, M., Lubis, M., Riza, M., & Rosnelly, C. M. (2020). *Pembuatan Plastik Biodegradable dari Limbah Kulit Pisang Raja dengan Gliserol dan Minyak Sereh*. 1(3), 1–5.
- Mada, T., Duraisamy, R., & Guesh, F. (2022). Optimization and Characterization of Pectin Extracted from Banana and Papaya Mixed Peels Using Response Surface Methodology. *Food Science and Nutrition*, 10(4), 1222–1238. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2754>
- Manab, A., Sawitri, M. E., & Awwaly, K. U. Al. (2017). *Edible Film Protein Whey (Penambahan nLisozim Telur dan Aplikasi di Keju)*. UB Press. https://www.google.co.id/books/edition/Edible_Film_Protein_Whey/lrNVDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=edible+film&printsec=frontcover. Diakses pada tanggal 10 April 2022 pukul 22.35 WIB.
- Meydanju, N., Pirsas, S., & Farzi, J. (2022). Biodegradable Film Based on Lemon Peel Powder Containing Xanthan Gum and TiO₂-Ag nanoparticles: Investigation of Physicochemical and Antibacterial Properties. *Polymer Testing*, 106(107445), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107445>

- Muin, R., Anggraini, D., & Malau, F. (2017). Karakteristik Fisik dan Antimikroba Edible Film dari Tepung Tapioka dengan Penambahan Gliserol dan Kunyit Putih. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(3), 191–198.
- Mulyadi, A. F., Pulungan, M. H., & Qayyum, N. (2016). Pembuatan Edible Film Maizena dan Uji Aktifitas Antibakteri (Kajian Konsentrasi Gliserol dan Ekstrak Daun Beluntas (*Pluchea Indica L.*)). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 5(3), 149–158. <https://doi.org/https://doi.org/10.21776/ub.industria.2016.005.03.5>
- Munwaroh, A. (2015). *Pemanfaatan Tepung Kulit Pisang (Musa paradisiaca) dengan Variasi Penamabahan Gliserol sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Bioplastik Ramah Lingkungan*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Muryeti, Ningtyas, R., Nugroho, H., & Sabrina, A. (2021). Mechanical properties of Edible Film from Tanduk Banana (*Musa corniculata Rumph*) Peels for Food Packaging. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1011/1/012060>
- Nandiyanto, A. bayu D., Hadirahmanto, A. T., Ahid, A., Cinthya, F., Jafarian, M. B., Murida, R., Mutiara, S., Asyiah, S., & Lisnawati, W. (2017). *Pengantar Sains dan teknologi Nano*. UPI Press. PENGANTAR SAINS DAN TEKNOLOGI NANO - Google Books
- Nugroho, A. A., Basito, & Katri, R. B. (2013). Kajian Pembuatan Edible Film Tapioka dengan Pengaruh Penambahan Pektin Beberapa Jenis Kulit Pisang terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik. *J. Teknosains Pangan*, 2(1), 73–79. www.ilmupangan.fp.uns.ac.id
- Nurhayati, Soettriono, & Akhiriani, S. (2021). *Teknoekonomi Pengolahan Limbah Kulit Pisang*. UPT Penerbitan Universitas Jember. <https://doi.org/9786236039496>
- Nurhidayati, S., Faturrahman, & Ghazali, M. (2015). Deteksi Bakteri Patogen yang Berasosiasi dengan *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Bergejala Penyakit Ice-ice. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 1(2), 24–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jstl.v1i2.53>
- Nurillahi, R., Fatimah, I., Halimah, D. N., & Apriliani, G. D. (2020). Sintesis TiO₂/Abu Vulkanik sebagai Fotokatalis untuk Pengolahan Limbah Cair Batik pada Skala Rumah Tangga. *INDONESIAN JOURNAL OF CHEMICAL RESEARCH*, 33–41. <https://doi.org/10.20885/ijcr.vol5.iss1.art5>
- Nurmilla, A., Kurniaty, N., & W, H. A. (2021). Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan dari Alga Merah (*Eucheuma Spinosum*). *Jurnal Riset Farmasi*, 1(1), 24–32. <https://doi.org/10.29313/jrf.v1i1.44>
- Oleyaei, S. A., Almasi, H., Ghanbarzadeh, B., & Moayedi, A. A. (2016). Synergistic Reinforcing Effect of TiO₂ and Montmorillonite on Potato Starch Nanocomposite Films: Thermal, Mechanical and Barrier Properties. *Carbohydrate Polymers*, 152, 253–262. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.07.040>
- Palungki, A. R., Auliah, N., & Nadya, A. C. I. (2022). Preparasi Komposit Polimer Alami Berbasis Pektin Kulit Jeruk Bali sebagai Edible Coating pada Tomat. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 11(1), 8–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.32734/jtk.v11i1.6923>

- Pangkalan Ide. (2013). *Health Secret of Dragon Fruit*. PT Elex Media Komputindo. https://www.google.co.id/books/edition/Health_Secret_of_Dragon_Fruit/7kdbDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=pektin+adalah&pg=PA59&printsec=frontcover. Diakses pada tanggal 4 April 2022 pukul 09.09 WIB.
- Qoirinisa, S. (2022). *Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik dari Pati Kentang (*Solanum tuberosum* L.) dan Gliserol dari Minyak Jelantah dengan Penambahan TiO₂*. UIN Sunan Kalijaga.
- Rahman, A. (2019). *Statistika dan Kemometrika Dasar dalam Analisis Farmasi*. Pustaka Pelajar.
- Rahmiatiningrum, N., Warkoyo, & Sukardi. (2019). *Study of Physical Characteristic, Water Vapor Transmission Rate and Inhibition Zones of Edible Films from Aloe vera (*Aloe barbadensis*) Incorporated with Yellow Sweet Potato Starch and Glycerol*. <https://doi.org/10.22219/ftfs.v2i2>
- Randa, A., Hermawati, & Tang, M. (2021). Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*). *SAINTIS*, 2(1), 34–39. <https://doi.org/10.32734/jtk.v1i1.1406>
- Ristianingsih, Y., Lestari, I., & Nandari, W. W. (2021). The Effect of Solvent and Temperature on Yield and Pectin Characteristics from Kepok Banana Peels. *Eksergi*, 18(2), 37–42. <https://doi.org/10.31315/e.v18i2.5400>
- Ristianingsih, Y., Nata, I. F., Ansari, D. S., & Putra, I. P. A. (2014). Pengaruh Konsentrasi HCl dan PH pada Ekstraksi Pektin dari Albedo Durian dan Aplikasinya pada Proses Pengentalan Karet. *Konversi*, 3(1), 30. <https://doi.org/10.20527/k.v3i1.135>
- Ritonga, H., Nurdin, Muh., Rembon, F. S., & Ramadhan, L. O. A. N. (2021). *Hidrogel: Aplikasinya sebagai Soil Conditioner*. PT Nasya Expanding Mangement. [https://www.google.co.id/books/edition/Hidrogel/1v9fEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=pemanfaatan+TiO₂&pg=PA3&printsec=frontcover](https://www.google.co.id/books/edition/Hidrogel/1v9fEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=pemanfaatan+TiO2&pg=PA3&printsec=frontcover). Diakses pada tanggal 11 April 2022 pukul 21.35 WIB.
- Rivadeneira, J. P., Wu, T., Ybanez, Q., Dorado, A. A., Migo, V. P., Nayve, F. R. P., & Castillo-Israel, K. A. T. (2020). Microwave-assisted Extraction of Pectin from “Saba” Banana Peel Waste: Optimization, Characterization, and Rheology Study. *International Journal of Food Science*, 2020, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2020/8879425>
- Rofikah. (2013). *Pemanfaatan Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Linn) untuk Pembuatan Edible Film*. Universitas Negeri Semarang.
- Rompas, A. T. S., Wewengkang, D. S., & Mpila, D. A. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Organisme Laut Tunikata *Polycarpa aurata* terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Pharmacon*, 11(1), 1271–1278. <https://doi.org/10.35799/pha.11.2022.39137>
- Rosida, D. F., Hapsari, N., & Dewati, R. (2018). *Edible Coating dan Film dari Biopolimer Bahan Alami Terbarukan*. Uwais Inspirasi Indonesia. https://www.google.co.id/books/edition/Edible_Coating_dan_Film_dari_Biopolimer_Bahan_Alami_Terbarukan/51BwDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=pektin+kulit&pg=PA6&printsec=frontcover. Diakses pada tanggal 4 April 2022 pukul 00.02 WIB.

- Safitri, E. L. D., Warkoyo, & Anggriani, R. (2020). Kajian Karakteristik Fisik dan Mekanik Edible Film Berbasis Pati Umbi Suweg (*Amorphophallus paeoniifolius*) dengan Variasi Konsentrasi Lilin Lebah. *Food Technology & Halal Science*, 3(1), 57–70. <https://doi.org/10.22219/fths.v3i1>
- Santoso, D., Nurjannah, & Egra, S. (2022). *Teknologi Penanganan Pascapanen*. Syiah Kuala University Press. https://www.google.co.id/books/edition/Teknologi_Penanganan_Pascapanen/PuBkEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=pektin+adalah&pg=PA11&printsec=frontcover. Diakses pada tanggal 4 April 2022 pukul 08.29 WIB.
- Sastrohamidjojo, H. (2001). *Spektroskopi*. Liberty Yogyakarta.
- Standar Nasional Indonesia. (2019). *SNI 6989.3:2019 tentang Air dan Air limbah: Cara uji padatan tersuspensi total (total suspended solids/TTS) secara gravimetri*.
- Sulistyowati, A., Sedyadi, E., & Yunita Prabawati, S. (2019). Pengaruh Penambahan Ekstrak Jahe (*Zingiber Officinale*) sebagai Antioksidan pada Edible Film Pati Ganyong (*Canna Edulis*) dan Lidah Buaya (*Aloe Vera* .L) terhadap Masa Simpan Buah Tomat (*Lycopersicum Esculentum*). *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 4(01), 1–12. <https://doi.org/10.23960/aec.v4.i1.2019.p01-12>
- Supraptiah, E., Zubaidah, N., Amin, J. M., & Silviyati, I. (2019). Analisa Vaccum Forming Cetakan dari Bioplastik Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* Formatypica). *Seminar Nasional II Hasil Litbangyasa Industri*, 181–189.
- Suyanti, & Supriyadi, A. (2008). *Pisang, Budi daya, Pengolahan, Prospek Pasar*. Penebar Swadaya. https://www.google.co.id/books/edition/PISANG_Budi_Daya_Pengolahan_dan_Prospek/yc5stVng0hwC?hl=id&gbpv=1&dq=kulit+pisang+kepok&printsec=frontcover. Diakses pada tanggal 3 April 2022 pukul 22.53 WIB.
- Syarifah, I. (2021). *Aktivitas Antimikroba Edible Film Kasein-Kitosan yang Ditambah Titanium Dioksida dengan Level Berbeda*. Universitas Brawijaya.
- Trisunaryanti, W. (2018). *Material Katalis dan Karakternya*. Gajah Mada University Press. https://www.google.co.id/books/edition/Material_Katalis_dan_Karakternya/E8ddDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=TiO2+sebagai+antibakteri&pg=PA145&printsec=frontcover. Diakses pada tanggal 11 April 2022 pukul 23.00 WIB.
- Ulandari, I. P. (2020). *Karakterisasi bioplastik dari pati singkong dengan menggunakan titanium dioksida (TiO₂) sebagai penguat*. Universitas hasanuddin.
- Vejdan, A., Ojagh, S. M., Adeli, A., & Abdollahi, M. (2016). Effect of TiO₂ Nanoparticles on The Physico-mechanical and Ultraviolet Light Barrier Properties of Fish Gelatin/Agar Bilayer Film. *LWT-Food Science and Technology*, 71, 88–89. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2016.03.011>
- Winarno, F. G., & Octaria, A. (2020). *Bahan dan kemasan Alam: Perkembangan Kemasan Edible*. PT Gramedia Pustaka Utama.

[https://www.google.co.id/books/edition/Bahan_dan_Kemasan_Alami_Perke-
mbangan_Kem/PgwPEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=edible+film&pg=PA
115&printsec=frontcover](https://www.google.co.id/books/edition/Bahan_dan_Kemasan_Alami_Perke-
mbangan_Kem/PgwPEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=edible+film&pg=PA
115&printsec=frontcover). Diakses pada tanggal 10 April 2022 pukul 22.28
WIB.

- Yasaroh, S., & Kuswanto, H. (2021). *Analisis Modulus Elastisitas Daun Pisang Menggunakan Video Base Laboratory (Tracker)*. 15(2), 75–85. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/wms.v15i2.33529>
- Zahra, N. Q., Finadzir, R. F., & Yulistiani, F. (2020). Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol terhadap Karakteristik Daya Serap Air Edible Film dari Pektin Kulit Pisang. *Jurnal Fluida*, 13(2), 54–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.35313/fluida.v13i2.2244>
- Zaky, M. A., Pramesti, R., & Ridlo, A. (2021). Pengolahan Bioplastik dari Campuran Gliserol, CMC dan Karagenan. *Journal of Marine Research*, 10(3), 321–326. <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i3.28491>
- Zuchrillah, D. R., Pudjiastuti, L., Puspita, F. N., Hamzah, A., & Achmad Dwitama Agus Surono1), Saidah Altway1), Liana Ardiani1), Nur Azizatur Rohmah1), E. O. N. (2020). Karakteristik Biokomposit Edible Film dari Campuran Kitosan dan Pektin Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata*). *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 3(1), 33–41. <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/cheesa> Copyright

