

**STUDI POTENSI BIODETERJEN DARI BAKTERI LIPOLITIK YANG
DIISOLASI DARI LIMBAH PRODUKSI KERUPUK KULIT**

Skripsi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai Derajat Sarjana S-1**



Oleh :

Yethi Anindi Novita

17106030034

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2022



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-1958/Un.02/DST/PP.00.9/08/2022

Tugas Akhir dengan judul : STUDI POTENSI BIODETERJEN DARI BAKTERI LIPOLITIK YANG DIISOLASI DARI LIMBAH PRODUKSI KERUPUK KULIT

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : YETHI ANINDI NOVITA
Nomor Induk Mahasiswa : 17106030034
Telah diujikan pada : Senin, 22 Agustus 2022
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Esti Wahyu Widowati, M.Si
SIGNED

Valid ID: 630c87e31e995



Penguji I

Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6306f23e7db29



Penguji II

Ika Qurrotul Afifah, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 630e51a9d5cf2



Yogyakarta, 22 Agustus 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 630d9a66538b9

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Yethi Anindi Novita
NIM : 17106030034
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Studi Potensi Biodeterjen Dari Bakteri Lipolitik Yang Diisolasi Dari Limbah Produksi Kerupuk Kulit”** 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, 15 Agustus 2022



Yethi Anindi Novita
NIM 17106030034

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

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 : Yethi Anindi Novita

NIM : 17106030034

Judul Skripsi : Studi Potensi Biodeterjen dari Bakteri Lipolitik yang Diisolasi dari Limbah Produksi Kerupuk Kulit

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 15 Agustus 2022

Pembimbing

Dr. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M.Biotech
NIP. 19760830 200312 2 001



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 : Yethi Anindi Novita

NIM : 17106030034

Judul Skripsi : Studi Potensi Biodeterjen dari Bakteri Lipolitik yang Diisolasi dari Limbah Produksi Kerupuk Kulit

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, 25 Agustus 2022

Konsultan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Dr. Arifah Khushnuryani, S.Si., M.Si.
NIP. 19750515 200003 2 001



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 : Yethi Anindi Novita

NIM : 17106030034

Judul Skripsi : Studi Potensi Biodeterjen Dari Bakteri Lipolitik yang Diisolasi dari Limbah Produksi Kerupuk Kulit

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, 29 Agustus 2022

Konsultan

Ika Qurrotul Afifah, M.Si

NIP. 19911128 201903 2 022

ABSTRAK
STUDI POTENSI BIODETERJEN DARI BAKTERI LIPOLITIK YANG
DIISOLASI DARI LIMBAH PRODUKSI KERUPUK KULIT

Oleh :
Yethi Anindi Novita
17106030034

Dosen Pembimbing :
Dr.rer.medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M.Biotech

Limbah cair yang dihasilkan dari produksi kerupuk kulit memiliki kandungan lipid yang cukup tinggi sehingga dapat mengakibatkan terbentuknya lapisan berminyak pada permukaan tanah. Kualitas permukaan tanah menjadi turun dan menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan serta lingkungan area sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri lipolitik dari limbah produksi kerupuk kulit, menguji aktivitas lipase dari bakteri lipolitik, menguji potensi surfaktan yang dihasilkan bakteri sebagai biodeterjen, dan menentukan jenis surfaktan yang dihasilkan dari bakteri lipolitik.

Bakteri lipolitik diisolasi dari limbah cair produksi kerupuk kulit. Bakteri lipolitik mampu tumbuh pada suhu panas atau termofilik dikarenakan limbah yang digunakan berupa limbah cair pada tahap perebusan kerupuk kulit. Media yang digunakan dalam proses isolasi ialah *rhodamine olive oil agar* (ROA) dengan substrat minyak zaitun. Penentuan aktivitas lipase dilakukan dengan metode *copper soap colorimetry*. Surfaktan yang diperoleh dari bakteri lipolitik hasil isolasi diuji potensinya sebagai biodeterjen dengan metode *oil displacement area* (ODA) dan indeks emulsifikasi, serta jenis surfaktan yang dihasilkan ditentukan dengan analisis spektra FTIR.

Bakteri dari limbah cair produksi kerupuk kulit berpotensi sebagai penghasil lipase. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan 4 isolat dengan kode isolat PK1, PK2, PK3 dan PK4 dengan aktivitas ekstrak kasar lipase pada keempat isolat yakni sebesar 109,0; 192,89; 127,69; 91,99 U/ml. Potensi lipase sebagai biodeterjen dengan penentuan nilai IE₂₄ (%) dan ODA (cm²) diperoleh aktivitas tertinggi pada isolat PK2 sebesar 41, 26% dan PK4 sebesar 19,8 cm². Jenis surfaktan yang didapatkan dari bakteri lipase ialah rhamnolipid dengan gugus -OH pada bilangan gelombang 3400-2400cm⁻¹ dan gugus C=O ester pada bilangan gelombang 1750-1300cm⁻¹.

Kata kunci : Lipase, *Copper soap colorimetry*, Surfaktan, Biodeterjen

ABSTRACT

STUDY OF BIODETERGEN POTENTIAL FROM LIPOLITIC BACTERIA ISOLATED FROM SKIN CRACKERS PRODUCTION WASTE

By :

Yethi Anindi Novita

17106030034

Supervisor :

Dr.rer.medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M.Biotech

Liquid waste generated from skin cracker production has a fairly high lipid content. The liquid waste from the skin cracker production can increase the toxicity of heavy metals and the high lipid content will interfere with the degradation process on the soil surface. The quality of the soil surface decreases and has a negative impact on the health and environment of the surrounding area. This study aims to obtain lipase from lipolytic bacteria in the liquid waste of skin cracker production and its potential as a biode detergent.

Lipolytic bacteria were isolated from the liquid waste of skin cracker production. Lipolytic bacteria are able to grow at hot or thermophilic temperatures because the waste used is in the form of liquid waste at the stage of boiling skin crackers. The medium used in the isolation process is rhodamine olive oil agar (ROA) with olive oil as a substrate. method copper soap colorimetry The isolated lipase was tested for its potential as a biode detergent using the oil displacement area (ODA) and emulsification index methods, and determined the type of surfactant produced by FTIR spectra analysis.

Bacteria from liquid waste produced by skin crackers have the potential to produce lipase. Based on the results of the study, there were 4 isolates with isolate codes PK1, PK2, PK3 and PK4 with lipase crude extract activity in the four isolates, namely 109.0; 192.89; 127.69; 91.99 U/ml. The potential of lipase as a biode detergent by determining the values of IE24 (%) and ODA (cm²) obtained the highest activity in isolates PK2 of 41, 26% and PK4 of 19,8 cm². The type of surfactant obtained from bacterial lipase is rhamnolipid with –OH group at wave number 3400-2400cm⁻¹ and C=O ester group at wave number 1750-1300cm⁻¹.

Keyword : Lipase, Copper soap colorimetry, Surfactant, Biode detergent

MOTTO

“Semangatlah dalam hal yang bermanfaat untukmu, minta pertolongan pada Allah SWT, dan jangan patah semangat”

HR. Muslim no. 2664



HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua tercinta Ibu Onah Fatonah, Bapak Sakum, Ilham Yusuf Qoriawan, (almh) Reefa Julianti dan seluruh keluarga atas semua dukungan moril, semangat serta doa yang tak terhingga. Karya ini juga didedikasikan untuk Almamater Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga.



KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillah rabbil ‘alamin, segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat iman, islam dan ihsan serta hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Studi Potensi Biodeterjen dari Bakteri Lipolitik Yang Diisolasi Dari Limbah Produksi Kerupuk Kulit” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia. Shalawat beriring salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, sahabatnya, tabiin dan tabiatnya serta kita selaku umatnya hingga yaumul akhir.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini, baik dukungan secara moril, semangat dan bimbingan serta nasihat. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Dr. Imelda Fajriati, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

4. Dr. rer.medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M.Biotech. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang senantiasa dengan kesabarannya telah memberikan bimbingan dan arahnya dari mulai penelitian sampai menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik.
5. Bapak Endaruji Sedyadi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik selama masa studi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan ilmunya.
7. Dr. Isma Kurniatanty, S.Si., M.Si. selaku Kepala Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga atas perizinannya untuk melakukan penelitian.
8. Ibu Ethik Susiawati Purnomo, S.Si., selaku Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) Pendamping selama melakukan penelitian di Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga atas bimbingan, bantuan serta arahnya.
9. Ibu Anif Yuni Muallifah, S.Pd.I., Bapak Dony Eko Saputro, S.Pd.I., dan bapak Sutriyono, S.Si. selaku PLP di Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga atas bantuan dan arahnya selama penelitian.
10. Kedua orang tua tercinta dan keluarga yang senantiasa memberikan semangat, doa, dan kasih sayang yang tak terkira sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
11. Teman-teman penelitian di Laboratorium Biologi Lia Amalia, Sri Raehanty A Manay dan Amalia Ginanti atas dukungan, bantuan, kerja sama, semangat dan motivasi selama penelitian berlangsung. Serta teman-

teman seperjuangan Hanifah A, Citra N, dan Dita Ayu atas motivasi dan arahannya.

12. Sahabat-sahabat seperjuangan Amin Sulistiyani, Siti Nurhohmah Selviana Sari, Era Monika sari, Ulia Fitrass, Khoirul Agustina, Miftahkur Rohmah, Syahira Mezza Ulfa, Najwa Al-Husda, Mba aida hayani, M Deriansyah, Novia Setyawati yang telah memberikan banyak dukungan dan semangat selama perkuliahan.
13. Keluarga besar Program Studi Kimia terutama teman-teman kimia 2017 UIN Sunan Kalijaga yang sama-sama berjuang meraih gelar sarjana S.Si.
14. Dan seluruh pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung yang belum disebutkan dalam membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran. Penulis memohon maaf apabila dalam penyusunan skripsi ini terdapat kesalahan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat terkhusus bagi penulis dan umumnya bagi pembaca sekalian. Akhir kata.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT KETERANGAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
NOTA DINAS PEMBIMBING	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
MOTTO	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
A. Tinjauan Pustaka	5
B. Landasan Teori	7
1. Kerupuk kulit	7

2. Limbah cair kerupuk kulit.....	7
3. Lipase	8
5. Biodeterjen	13
6. Biosurfaktan	14
C. Hipotesis.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	20
A. Waktu dan Tempat	20
B. Alat-alat Penelitian	20
C. Bahan Penelitian.....	20
D. Cara Kerja Penelitian	21
1. Pengambilan Sampel.....	21
2. Sterilisasi Alat	21
3. Preparasi Media.....	21
4. Isolasi dan Penapisan Bakteri Lipolitik.....	22
5. Karakterisasi Isolat Bakteri Lipolitik.....	23
6. Produksi Enzim Lipase	25
7. Uji Aktivitas Lipase	25
8. Penentuan Suhu Optimum	27
9. Penentuan pH Optimum.....	27
10. Uji <i>Oil Displacement</i>	28
11. Uji Indeks Emulsifikasi.....	28
12. Karakterisasi Surfaktan Dengan FTIR	29
BAB IV PEMBAHASAN.....	31
A. Isolasi Bakteri Lipolitik.....	31
B. Karakterisasi Isolat Bakteri Lipolitik.....	32

1. Uji Makroskopik dan Mikroskopik.....	33
2. Uji Biokimia Bakteri Lipolitik.....	35
C. Produksi dan Aktivitas Lipase	41
D. Optimasi Suhu dan pH Lipase.....	43
E. Pengujian Surfaktan yang Dihasilkan Oleh Bakteri.....	46
F. Karakterisasi Surfaktan Menggunakan Spektrofotometer Inframerah (FTIR)	49
BAB V PENUTUP.....	52
A. Kesimpulan	52
B. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Biosurfaktan (Mulligan dan Gibbs, 1993).....	15
Tabel 4.1 Hasil uji makroskopik dan mikroskopik isolat bakteri pada media ROA meliputi ukuran, bentuk, elevasi, margin, bentul sel dan pengecatan gram.....	33
Tabel 4.2 Pengamatan uji biokimia pada isolat bakteri yang menunjukkan aktivitas lipase; meliputi uji katalase, hidrolisis pati, reduksi nitrat, pembentukan asam sulfida (H_2S), indol dan motilitas; (+) reaksi positif, (-) reaksi negatif.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Reaksi hidrolisis triasilgliserol oleh lipase sn-1 dan sn-3 menghasilkan asam lemak dan gliserol (Sholeha dan Agustini, 2021) 9
Gambar 2.2	Reaksi-reaksi yang dapat dikatalisis oleh lipase (Sholeha dan Agustini, 2021)..... 10
Gambar 2.3	Reaksi penentuan aktivitas lipase menggunakan metode <i>copper soap colorimetry</i> , (Kwon dan Rhee, 1986; Sholeha dan Agustini, 2021), keterangan Gambar : Tahap 1. Reaksi hidrolisis minyak zaitun oleh enzim lipase menghasilkan asam lemak dan gliserol; Tahap 2. Reaksi asam lemak dengan reagen tembaga(II) asetat piridin menghasilkan produk yang digunakan dalam menentukan aktivitas lipase dengan spektrofotometer <i>UV-Vis</i> 13
Gambar 2.4	Struktur lipopeptida a) surfaktin, b) iturin, dan c) fengycin (Geissler <i>et al.</i> 2019).....17
Gambar 4.1	Isolat bakteri lipase diisolasi dari limbah cair kerupuk kulit pada media ROA. (A) Isolat PK1, (B) Isolat PK2, (C) Isolat PK3, dan (D) Isolat PK4 menghasilkan pendaran orange di sekitar koloni ketika diamati dibawah sinar UV dengan panjang gelombang 365 nm..... 32
Gambar 4.2	Pengamatan mikroskopik isolat bakteri yang menunjukkan aktivitas lipase pada perbesaran 400-1000x dengan pewarnaan gram : (A) Isolat PK1; (B) Isolat PK2; (C) Isolat PK3; (D) Isolat PK4..... 35
Gambar 4. 3	Reaksi pemecahan hidrogen peroksida oleh enzim katalase menghasilkan air dan oksigen 36
Gambar 4. 4	Proses reduksi nitrat dengan katalis enzim reduktase menghasilkan nitrit..... 38
Gambar 4.5	Penguraian triptofan oleh enzim triptofanase menghasilkan indol, asam piruvat dan ammonia..... 40

Gambar 4.6	Mekanisme reaksi indo dan reagen kovac's (p-methyl amino benzaldehyde) menghasilkan senyawa kompleks berwarna merah	40
Gambar 4.7	Grafik aktivitas ekstrak kasar lipase hasil produksi isolat PK1, PK2, PK3 dan PK4; Reaksi enzimatis menggunakan substrat minyak zaitun pada kecepatan 120 rpm suhu 30oC dan pH 7 selama 30 menit.....	43
Gambar 4.8	Grafik ekstrak kasar lipase isolat PK1, PK2, PK3 dan PK4 dengan variasi suhu 30oC, 35oC, 40oC, 45oC, dan 50oC, pH 7, waktu reaksi enzimatis selama 15 menit dalam shaker incubator pada kecepatan 120 rpm.....	44
Gambar 4.9	Grafik aktivitas ekstrak kasar lipase isolat PK1, PK2, PK3 dan PK4 dengan variasi pH 5, 6, 7, 8, dan 9, suhu optimum masing-masing isolat, waktu reaksi enzimatis selama 15 menit dalam shaker incubator pada kecepatan 120 rpm	46
Gambar 4.10	Grafik nilai IE24 (%) dan nilai ODA (cm ²) aktivitas biosurfaktan dari isolat PK1, PK2, PK3 dan PK4 yang diinkubasi selama 96 jam menggunakan media produksi dengan olive oil sebagai substrat, suhu 37oC dalam shaker incubator pada kecepatan 120 rpm	48
Gambar 4.11	Perbandingan spektra FTIR ekstrak biosurfaktan isolat PK2 (merah), PK4 (biru) dan pustaka Gozan et al. (2014) yang diukur pada panjang gelombang 400-4000 cm ⁻¹	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengamatan Uji Biokimia Isolat Bakteri	60
Lampiran 2 Pengukuran Aktivitas Enzim Lipase	62
Lampiran 3 Pengukuran Optimasi Suhu Aktivitas Enzim Lipase	64
Lampiran 4 Pengukuran Optimasi pH pada Aktivitas Enzim Lipase	65
Lampiran 5 <i>Oil Displacement Area</i> (ODA) dan Indeks Emulsifikasi (IE ₂₄).....	67
Lampiran 6 Spektra FTIR	68

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kerupuk kulit merupakan salah satu makanan olahan khas Indonesia, yang terbuat dari kulit kerbau atau kulit sapi yang diolah dengan penambahan bumbu serta melalui proses penggorengan (Sari *et al.* 2018). Hingga kini, industri pengolahan kerupuk kulit telah banyak dijumpai di Indonesia (Amertaningtyas *et al.* 2011). Pengolahan kerupuk kulit meliputi proses pembuangan bulu, pembersihan, perebusan, pengeringan, dan perendaman dengan bumbu (SNI 01-4308-1996). Proses pengolahan tersebut menghasilkan limbah cair dengan kandungan bahan organik yang cukup tinggi (Rahmad *et al.* 2003). Limbah cair yang dihasilkan cukup besar yaitu 55,55 m³/hari dan banyak mengandung bahan kontaminan (Cahyani, 2016) serta lipid yang cukup banyak (Amertaningtyas *et al.* 2011). Limbah yang didapat dari pengolahan kulit hewan dapat dijadikan sumber bakteri lipolitik, sebab bakteri lipolitik menggunakan lipid sebagai nutrisi pertumbuhan (Ilesanmi *et al.* 2020; Swandi *et al.* 2015).

Lipase (*Triacylglycerol acylhydrolases* EC3.1.1.3) termasuk dalam kelas hidrolase yang khusus untuk menghidrolisis lemak menjadi asam lemak bebas dan gliserol pada permukaan air-lipid (Susanti dan Fibriana, 2017; Suyanto *et al.* 2015; Feng *et al.* 2013). Enzim ini dapat diperoleh dari bakteri lipolitik yang diisolasi dari limbah kulit hewan. Uji ketahanan enzim lipase yang bersumber dari bakteri lipolitik menggunakan surfaktan sintetik pada penelitian Rumiya dan Indrati (1998) menunjukkan bahwa enzim ini memiliki ketahanan yang cukup signifikan. Eksplorasi penggunaan enzim lipase dapat ditemukan dalam

pengolahan kimia organik, formulasi deterjen, industri oleokimia, dan produksi biodiesel (Susanti dan Fibriana, 2017).

Penggunaan lipase sebagai bahan aktif dalam pembuatan deterjen dapat meningkatkan efektifitas kinerja deterjen dan ramah lingkungan dibandingkan dengan surfaktan sintetik. Kemampuannya dalam menghidrolisis lemak menyebabkan lipase memudahkan penghilangan noda lemak atau minyak (Layly dan Wiguna, 2016). Selain enzim, komponen aktif dalam formulasi biodeterjen berupa surfaktan. Surfaktan merupakan molekul yang terdiri atas gugus hidrofilik dan hidrofobik, yang dapat mempersatukan campuran minyak dan air (Nurzaman *et al*, 2018). Surfaktan dapat berupa surfaktan sintetik maupun biosurfaktan yang diperoleh dari mikroorganisme. Surfaktan dari mikroorganisme memiliki keunggulan dibandingkan dengan surfaktan sintetik antara lain toksisitas rendah, tidak menimbulkan alergi, dan mudah terdegradasi dibandingkan surfaktan sintetik. Penelitian yang dilakukan Parthipan *et al*. (2017) menunjukkan bahwa bakteri lipolitik *P. stutzeri* NA3 dan *A. baumannii* MN3 juga dapat menghasilkan biosurfaktan yang dapat mengemulsi minyak mentah. Pengujian jenis surfaktan yang berasal dari mikroorganisme dapat dilakukan dengan menganalisis gugus fungsi surfaktan dengan menggunakan Fourier Transform Infrared Spectroscopy atau FTIR (Chittepu, 2019).

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan isolasi, uji aktivitas, optimasi suhu, optimasi pH, dan karakterisasi bakteri penghasil lipase dari limbah kerupuk kulit di Desa Segoroyoso, Pleret, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Enzim lipase yang dihasilkan dari proses induksi

bakteri kemudian diuji aktivitasnya. Selain itu bakteri lipolitik yang didapatkan telah dikaji potensinya sebagai penghasil biosurfaktan melalui uji indeks emulsifikasi dan oil displacement test serta menganalisis jenis surfaktan dengan menginterpretasi gugus fungsi menggunakan Fourier Transform Infrared Spectroscopy atau FTIR.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini di antaranya, yaitu:

1. Isolasi dilakukan dengan menumbuhkan bakteri pada medium ROA (Rhodamin-B *olive oil* agar).
2. Penentuan suhu dan pH optimum dilakukan pada isolat terpilih.
3. Penentuan aktivitas lipase pada bakteri dilakukan dengan menggunakan reagen tembaga asetat-piridin dan minyak zaitun sebagai substrat.
4. Surfaktan yang dihasilkan oleh bakteri lipolitik dianalisis dengan pengujian indeks emulsifikasi dan *oil displacement test*.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana karakteristik isolat bakteri lipolitik yang dapat diperoleh dari limbah cair produksi kerupuk kulit?
2. Bagaimana pengaruh variasi suhu dan pH pada aktivitas bakteri lipolitik dari limbah produksi kerupuk kulit?
3. Bagaimana potensi bakteri lipolitik sebagai penghasil surfaktan?

4. Bagaimana analisis spektra biosurfaktan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* atau FTIR?

D. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik isolat bakteri lipolitik yang dapat diperoleh dari limbah cair produksi kerupuk kulit.
2. Mengetahui kondisi suhu dan pH optimum pada aktivitas bakteri lipolitik dari limbah produksi kerupuk kulit.
3. Mengkaji potensi bakteri lipolitik sebagai penghasil surfaktan.
4. Menentukan gugus fungsi dan jenis surfaktan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* atau FTIR.

E. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi bahwa limbah produksi kerupuk kulit dapat dimanfaatkan sebagai sumber enzim lipase.
2. Memberikan informasi jenis surfaktan dari bakteri lipolitik yang didapatkan pada limbah produksi kerupuk kulit.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan :

1. Bakteri pada limbah cair produksi kerupuk kulit berpotensi sebagai salah satu penghasil bakteri lipolitik. Hasil isolasi didapatkan ke empat bakteri lipolitik yakni isolat PK1, PK2, PK3 dan PK4 dengan beragam karakteristik morfologi koloni dan sel serta sifat biokimia.
2. Isolat bakteri lipolitik memiliki kondisi suhu dan pH optimal yang berbeda-beda. Hasil optimasi suhu didapatkan suhu optimal keseluruhan isolat PK1, PK2, PK3, dan PK4 masing-masing sebesar 50°C, 45°C, 40°C dan 50°C. Hasil optimasi pH didapatkan pH optimal keseluruhan isolat PK1, PK2, PK3, dan PK4 masing-masing yakni pH 9, 6, 9, dan 8.
3. Bakteri lipolitik dapat menghasilkan surfaktan untuk mempermudah akses enzim lipase yang dihasilkan ke substrat lipid. Potensi surfaktan sebagai agen aktif biodeterjen ditentukan dengan pengujian menggunakan metode *oil displacement area* (ODA) dan indeks emulsifikasi (IE₂₄). Hasil ODA dan IE₂₄ pada keseluruhan isolat PK1, PK2, PK3 dan PK4 yaitu nilai ODA sebesar 12,83 cm²; 9,48 cm²;

11,83 cm²; dan 19,8 cm². Sementara hasil pengujian nilai IE₂₄ sebesar 39,73%; 41,26%; 37,36%; dan 35,49%.

4. Surfaktan yang didapatkan merupakan jenis rhamnolipid dengan adanya serapan gugus –OH pada bilangan 3400-2400 cm⁻¹ dan gugus C=O ester pada bilangan gelombang 1750 – 1300 cm⁻¹ serta C-O ester pada bilangan gelombang 1300-1000 cm⁻¹.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui karakteristik bakteri yang berhasil diisolasi hingga didapatkan genus yang akurat.
2. Perlu dilakukan pemurnian enzim supaya aktivitas enzim yang didapatkan mencapai hasil yang optimal.
3. Perlu dilakukan optimasi terhadap substrat atau sumber karbon yang bervariasi dalam pengujian potensi aktivitas biosurfaktan agar biosurfaktan dapat digunakan dalam beragam aspek.

DAFTAR PUSTAKA

- Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 20 Tentang Baku Mutu Air*. (2008). Retrieved Mei 2022, from <http://dlhk.jogjaprovo.go.id/>.
- Abalos , A., Vinas , M., Sabate, J., Manresa, M. A., & Solanas , A. (2004). Enhanced biodegradation of Casablanca crude oil by a microbial consortium in presence of a rhamnolipid produced by *Pseudomonas aeruginosa* AT10. *Biodegradation*, 15:249–260.
- Abdel-Mawgoud, A. M., Aboulwafa, M. M., & Hassouna, N. A.-H. (2009). Characterization of Rhamnolipid Produced by *Pseudomonas aeruginosa* Isolate Bs20. *Appl Biochem Biotechnol*, 157:329–345.
- Aisyah, A., Kusdiyantini, E., & Supriyadi, A. (2014). Isolasi, Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dan Analisis Proksimat dari Pangan Fermentasi "Tempoyak". *Jurnal Biologi*, 31-39, Vol. 3, no.2.
- Al- Dhabhi, N. A., Esmail, G. A., Ghilan, A. K., & Arasu, V. M. (2019). Isolation and Screening of *Streptomyces* sp. Al-dhabhi-49 from the Environment of Saudi Arabia with Cocncimant Production of Lipase and Protease in Submerged fermentation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 474-479.
- Alawiyah, D. N., Astuti, W., & Hairani, R. (2021). Isolasi Bakteri Penghasil Lipase dari Sumber Air Panas Long Kali . *Jurnal Atomik*, Vol. 6, No.1.
- Al-Dhumri, S. A., & Bayoumi, R. A. (2020). Purification and Characterization of Bacterial Thermoalkalstable Lipase for Application in Biodetergent Industry. *Global Advanced Research Journal of Microbiology*, 013-029.
- Ambaye, T. G., Vaccari, M., Prasad, S., & Rtimi, S. (2021). Preparation, characterization and application of biosurfactant in various industries: A critical review on progress, challenges and perspectives. *Environmental Technology & Innovation*, 1-19.
- Amelia, N., & Titah, H. S. (2021). kajian Pengaruh penggunaan Biosurfaktan Rhamnolipida dan Surfaktin pada Proses Bioremediasi Tanah Tercemar Crude Oil . *Jurnal Teknik ITS*, 76-81, Vol. 10, No.2.
- Amertaningtyas, D. (2011). Mini Review : Pengolahan Kerupuk "Rambak" Kulit di Indonesia. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 18-29, 12 (3).
- Apriyani, N. (2017). Penurunan Kadar Surfaktan dan sulfat dalam Limbah Laundry. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 37-44.
- Astawan, M., & Astawan, M. (1989). *Pengolahan Pangan Tepat Guna*. Jakarta: Akademia Pressido.
- Azizah, , F. N., Ningrum, P. T., & Ellyke. (2018). Identifikasi Kandungan Kromium (Cr) Pada Limbah Cair Dan Kerupuk Rambak Sebagai Upaya Pencegahan Terhadap Dampak Kesehatan. *Jurnal Informasi Kesehatan Indonesia*, Vol.4, NO. 1, 14-19.
- Bajpai, D., & V, K. T. (2007). Laundry Detergents : An Overview. *Journal of Oleo Science*, ISSN 1345-8957.
- Brown, L. D., Cologgi , K. F., & Ulrich, A. C. (2016). Chapter 12: Bioremediation of oil spills on land. In F. Mervin, *Oil Spill Science and*

- Technology* (pp. 699-729). Science and Technology OXFORD: Elsevier Inc.
- Cahyani, D. N. (2016). *Perencanaan Instalasi pengolahan air Limbah (IPAL) Industri Kerupuk Kulit Di Kelurahan Sembung Kabupaten Tulungagung*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Cappucinno, J. G., & Sherman, N. (2014). *Microbiology : A Laboratory manual* (10th ed.). Singapore: Pearson Education.
- Chittepu, O. R. (2019). Isolation and characterization of biosurfactant producing bacteria from groundnut oil cake dumping site for the control of foodborne pathogens. *Grain & Oil Science and Technology*, 15-20.
- Colla, L. M., Rizzardi, J., Pinto, M. H., Reinhr, C. O., Bentolin, T. E., & Viera Costa, J. A. (2010). Simultaneous Production of Lipases and Biosurfactants by Submerged and Solid-state Bioprocesses. *Bioresource Technology*, 8308-8314.
- Desai, J. D., & Banat, I. M. (1997). Microbial Production of Surfactants and Their Commercial Potential. *Microbiology and Molecular Biology Reviews : MMBR* , 47-64.
- Dwidjoseputro. (2005). *dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan.
- Fardiaz, S. (1992). *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta: Gramedia.
- Fatimah. (2007). Uji Produksi Biosurfaktan Oleh Pseudomonas sp. Pada Substrat Yang Berbeda. *Berk Penel Hayati*, 181–185.
- Feng, X., Patterson, D. A., Balaban, M., & Emanuelsson, E. A. (2013). Characterization O Tributyrin Hdrolisis By Immobilized Lipase On Wollen Cloth Using Conventional Batch And Novelspinning Cloth Discreactor. *Chem Eng Res*, 1684-1692.
- Geissler, M., Heravi, K. M., Henkel, M., & Hausmann, R. (2019). Lipopeptide Biosurfactants From Bacillus Species. In G. H. Douglas, K. S. Daniel , & D. A. Richard, *Biobased Surfactants : Synthesis, Properties, and Applications* (pp. 205-240). AOCS Press.
- Ginting, H. A., Masyithah, Z., Herawan, T., Denny Samuel Silaen, & Silaen, D. S. (2017). Optimasi Sintesis Biosurfaktan Karbohidrat Ester Dari Asam Palmitat Dan Fruktosa Menggunakan Enzim Lipase Terimobilisasi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 48-54.
- Gozan, M., Fatimah, I. N., Nanda, C., & Haris, A. (2014). Produksi Biosurfaktan oleh Pseudomonas aeruginosa dengan Substrat Limbah Biodiesel Terozonasi untuk Peningkatan Perolehan Minyak Bumi. *Warta IHP/ Jurnal Agroindustri*, Vol.31,39-44.
- Gupta, R., Rathi, P., Gupta, N., & Bradoo, S. (2003). Lipase assay for conventional and molecular screening: an overview. . *Biotechnol. Appl. Biochem*, 37, 63 - 67.
- Hadioetomo, R. S. (1993). *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek: Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hasan, F., Shah, A. A., Javed, S., & Hameed, A. (2010). Enzymes Used In Detergents: Lipases. *African Journal of Biotechnology*, 4836-4844.
- Hutagalung, H. P. (1984). *Logam Berat dalam Lingkungan Laut* . Jakarta: Puslitbang Oseanologi-LIPI.

- Hutasoit, N. (2015). *Optimasi pH dan Suhu Pada Aktivitas Enzim Lipase dari Biji Kakao (Theobroma cacao L.) BERKAPANG*. Skripsi. Bali : Universitas Udayana.
- Ilesanmi, O. I., Adekunle, E. A., Omolaiye, J. A., Olorode, E. M., & Ogunkanmi, L. A. (2020). Isolation, Optimization And Molecular Characterization Of Lipase Producing Bacteria From Contaminated Soil. *Scientific African*, 1-27.
- Jaeger, K. E., Dijkstra, B. W., & Reetz, M. T. (1999). Bacterial Biocatalysts : Molecular Biology, Three-Dimensional Structures, and Biotechnological Application of Lipase. *Microbial*, 15-51, 53:3.
- Kanagy, J. R. (1997). *Physical and performance properties of leather : Chap. 64 Vol. IV*. New York: Huntington.
- Kanga, S. H., Bonner, J. S., Page, C. A., Mills, M. A., & Autenrieth, R. L. (1997). Solubilization of naphthalene and methyl-substituted naphthalenes from crude oil using biosurfactants. *Environmental Science And Tecnology*, 556-561.
- Kanmani, P., Kumaresan, K., & Aravind, J. (2015). Utilization of coconut oil mill waste as a substrate for optimized lipase production oil biodegradation and enzyme purification studies in Staphylococcus pasteurii. *Electronic journal Of Biotechnology*, 20-28.
- Karimah, R. R., & Rhomadhoni, M. N. (2021). Pengolahan Limbah Cair Sektor Industri Informal Pabrik Pengolahan Kerupuk Kulit UD.X Kabupaten Mojokerto. *Higiene : Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 17-22 Vol.7.
- Kasipah, C., Rismayani, S., Ihsanawati, & Nurachman, Z. (2013). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Penghasil Enzim Lipase Ekstraseluler Dari Lumpur Aktif Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil. *Jurnal Ilmiah Arena Tekstil*, Vol. 28, No.1 1-46.
- Kent, J. A. (1992). *Reigel's : Handbook of Industrial Chemistry* (9th ed.). New York: Van Nostrand Reinold.
- Kepel, B. J., Bodhi, W., & Fatimawali. (2020). Pengaruh pH dan Suhu terhadap Aktivitas Pereduksi Merkuri Bakteri Resisten Merkuri Tinggi Bacillus cereus yang Diisolasi dari Urin Pasien dengan Amalgam Gigi. *E-GiGi*, 15-21.
- Khopkar, S. M., & Saptorahardjo, A. (1990). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Kosaric, N. (1992). Biosurfactants in Industry. *Pure App. Chem*, 1731-1737.
- Kouker, G., & Jaeger, K. (1987). Specific and Sensitive Plate Assay for Bacterial Lipases. *Appl. Environ Microbial*, 211-213.
- Kurniati, & Kurniati, T. H. (2016). *Bakteri Penghasil Biosurfaktan dari Lingkungan Tercemar Limbah Minyak dan Potensinya dalam Mendegradasi Hidrokarbon Aromatik Polisiklik (HAP)*. Bogor: ITB.
- Kwon, D. Y., & Rhee, J. S. (1986). A Simple and Rapid Colorimetric Method for Determination of Free Fatty Acids for Lipase Assay. *Journal of The American Oil Chemists Society*, 89-92.

- Layly, I. R., & Wiguna, N. O. (2016). Studi Potensi Lipase *Alcaligenes faecalis* untuk Aplikasi Biodetergen. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, Vol. 3, No. 2.
- Lehninger, A. L. (1982). *Principles of Biochemistry*. Jakarta: Erlangga.
- Mulligan, C. N. (2005). Environmental Applications for Biosurfactants. *Environmental Pollution*, 183-198.
- Mulligan, C. N., & Gibbs, B. F. (1993). Factors influencing the economics of biosurfactants. In N. Kosaric, *Biosurfactants, Production, Properties, Applications*. (pp. 329-271). New York: Marcel Dekker.
- Murni, S. W., Kholisoh, S. D., I, T. D., & M, P. E. (2011). Produksi, Karakterisasi, dan Isolasi Lipase dari *Aspergillus niger*. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan* (pp. 1-7). Yogyakarta: UPN Veteran Yogyakarta Institutional repository.
- Nugroho, S. A., Wardana, R., Fatimah, T., Mastuti, L., & Novenda, I. L. (2022). Hidrolisis Lemak oleh Enzim Lipase pada Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*). *Bioma (Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi)*, 81-89, Vol. 7, No. 1 Doi: 10.32528/bioma.v7i1.7368.
- Nurani, D., & Marsudi, S. (2014). Produksi Biosurfaktan Rhamnolipid Oleh *Pseudomonas aeruginosa* IFO 3924 Dengan Teknik Kultivasi Umpan Curah Dan Sumber Karbon Minyak Sawit. *Prosiding Seminar Nasional matematika, Sains, dan Teknologi* (pp. 130-142). Tangerang: Institut Teknologi Indonesia.
- Nurzaman, F., Djajadisastra, J., & Elya, B. (2018). Identifikasi Kandungan Saponin dalam Ekstrak Kamboja Merah (*Plumeria rubra* L) dan Daya Surfaktan dalam Sediaan Kosmetik. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 8(2):85-93.
- Ochsner, U. A., Fiechter, A., & Reiser, J. (1994). Isolation, Characterization, and Expression in *Escherichia coli* of the *Pseudomonas aeruginosa* rhlAB Genes Encoding a Rhamnosyltransferase Involved in Rhamnolipid Biosurfactant Synthesis. *The Journal of Biological Chemistry*, 19787-19795 Vol. 269 No. 31.
- Parthipan, P., Elumalai, P., Sathishkumar, K., Sabarinathan, D., Murugan, K., Benell, G., et al. (2017). Biosurfactant and enzyme mediated crude oil degradation by *Pseudomonas stutzeri* NA3 and *Acinetobacter baumannii* MN3. *Biotech*, 1-17.
- Pelczar, M. J., & Chan, E. S. (2008). *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press.
- Poedjiadi, A., & Supriyanti, T. (1994). *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: UI-Press.
- Putra, S. A. (2018). *Peran Biosurfaktan dari Proses Composting untuk Desorpsi Hidrokarbon pada Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rachim, P. F., Mirta, E. L., & Thoha, M. Y. (2012). Pembuatan Surfaktan Natrium Lignosulfonat dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Sulfonasi Langsung. *Jurnal Teknik Kimia*, 41-46.
- Rahayu, Y. P. (2018). *Uji Aktivitas Lipase dan Biosurfaktan dari Bakteri Keratinolitik*. Thesis. Medan: Universitas Sumatera utara.

- Rahmad , H. N., R, M., Y , K., Hidayah U, N., & Rahayu W, L. (2003). Komersialisasi Limbah Cair Industri Kerupuk Kulit menjadi Pupuk Organik Cair. *Buletin Penalaran Mahasiswa UGM Vol-10 No.2*, 11-13.
- Rahmawati, A., Y, & S, A. (2015). Hidrolisis Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomea Batatas L.*) Secara Enzimatis Menjadi Sirup Glukosa Fungsional: Kajian Pustaka. *Jurnal pangan dan Agroindustri*, 1152-1159.
- Reiningtyas, R., & Mahareni. (2015). Biosurfaktant. *Eksegi*, 12-22 Vol XII, No.2.
- Rumiyati, V. P., & Indrati, E. (1998). Isolasi Bakteri Penghasil Enzim Lipase Alkali Dari Kulit Hewan. *Agritech*, 5-9.
- Salsabilla, A. L., & Fahrurroji, I. (2021). Hidrolisis Pada Sintesis Gula Berbasis Pati Jagung. *Jurnal Edufortech*, 32-38, <https://doi.org/10.17509/edufortech.v6i1.33289>.
- Sari, M., Ernawati, & Wilis, R. (2018). Studi Produksi Industri Kerupuk Kulit Di Jorong Kapalo Nagari Tanjung Barulak Kecamatan Batupuh Kabupaten Tanah Datar. *Jurnal buana Vol-2 No.1*, 167-179.
- Shaini, V. P., & Jayasree, S. (2016). Isolation and Characterization of Lipase Producing Bacteria From Window Compost. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 926-933, 5(5) <http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2016.505.097>.
- Shoeb, E., Akhlaq, F., Badar, U., Akhter, J., & Imtiaz, S. (2013). Classification and industrial applications of biosurfactants . *Academic Research International*, 243-252.
- Sholeha, R., & Agustini, R. (2021). Lipase Biji-Bijian dan Karakteristiknya. *UNESA Journal of Chemistry*, 10 , 168-183.
- SNI 01-4308-1996. (n.d.). Kerupuk Kulit. *Badan Standarisasi Nasional*.
- Sugiharni, N. (2010). *isolasi Lipase Ekstrak Kasar Dari Pseudomonas Flourescens Sebagai Biokatalisator Dalam Studi Pendahuluan Reaksi Ekstraksi Lemak Minyak Kelapa Dengan Sukrosa*. Depok: Universitas Indonesia.
- Suhartanti, M., Sarjono, P. R., & Aminin, A. L. (2010). Studi Filogeni dan Uji Potensi Enzim Ekstraseluler (amilase, β -galaktosidase, protease, katalase) Isolat *Alicyclobacillus* sp. Gedong Songo. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 80-87, DOI: <https://doi.org/10.14710/jksa.13.3.80-87>.
- Supriyatna, A., Amalia, D., Jauhari, A. A., & Holydaziah, D. (2015). Aktivitas Enzim Amilase, Lipase, dan Protease dari Larva *Hermetia illucens* yang diberi pakan jerami padi. *Jurnal ISTEK*, 18-32, Vol. IX, No.2.
- Susanti, R., & Fibriana, F. (2017). *Teknologi Enzim*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Suyanto, E., Soetarto, E. S., & Cahyanto, M. N. (2015). Produksi Lipase Kapang Lipolitik Pada Limbah Ampas Kelapa. *Bioeskperimen*, 12-17.
- Swandi, M. K., Periadnadi, & Nurmiati. (2015). Isolasi Bakteri Pendegradasi Limbah Cair Industri Minyak Sawit. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 71-76.
- Taufik, I. (2006). Pencemaran Deterjen dalam Perairan dan Dampaknya Terhadap Organisme Air. *Media Akuakultur* , 25-32.

- Wang, W., Cai, B., & Shao, Z. (2014). Oil Degradation and Biosurfactant Praduction by The Deep Sea Bacterium *Dietzia maris* As-13-3. *Forntiers in Microbiology*, 5, 1-11.
- Wibisana, A. (2018). Isolasi dan Skrining Mikroba penghasil Biosurfaktan dari air Laut yang Tercemar minyak. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, 11-18.
- Wijayanti, M., Meryandini, A., Wahyudi, A. T., & Yuhana, m. (2014). Diversity and the Composition of Fatty Acids of Lipolytic Bacteria Isolated from Soil and Aquatic Sediment in a Forest and on an Oil Palm Plantation. *Makara Journal of Science*, 71-78.
- Winarno, F. G. (1992). *Pangan, Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Jakarta: Gramedia.
- Winarno, F. G. (1993). *Pangan gizi, Teknologi, dan Konsumen*. Jakarta: Gramedia Pustaka.
- Zarevucka, M. (2012). Olive Oil as Inductor of Microbial Lipase . In D. D. Boskou, *Olive Oil - Constituents, Quality, Health Properties and Bioconversions* (pp. 457-470). Czech Republic : Institute of Organic Chemistry and Biochemistry.