

**STUDI POTENSI LIPASE DARI BAKTERI
PADA LIMBAH CAIR *VIRGIN COCONUT OIL* (VCO)
SEBAGAI SALAH SATU KOMPONEN ADITIF BIODETERGEN**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Kimia**



Oleh :
Lia Amalia
17106030025

**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-2180/Un.02/DST/PP.00.9/10/2022

Tugas Akhir dengan judul : STUDI POTENSI LIPASE DARI BAKTERI PADA LIMBAH CAIR VIRGIN COCONUT OIL (VCO) SEBAGAI SALAH SATU KOMPONEN ADITIF BIODETERGEN

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : LIA AMALIA
Nomor Induk Mahasiswa : 17106030025
Telah diujikan pada : Rabu, 31 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: 633b97ea4c0ab



Penguji I

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

Valid ID: 633a7da1b6de3



Penguji II

Dr. Maya Rahmayanti, S.Si. M.Si.
SIGNED

Valid ID: 633a73cd61964



Yogyakarta, 31 Agustus 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 633e8306b8787

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Lia Amalia
NIM : 17106030025
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Studi Potensi Lipase dari Bakteri pada Limbah Cair Virgin Coconut Oil (VCO) Sebagai Salah Satu Komponen Aditif Biodetergen”** 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



Lia Amalia
NIM 17106030025

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 : Lia Amalia
NIM : 17106030025
Judul Skripsi : Studi Potensi Lipase dari Bakteri pada Limbah Cair *Virgin Coconut Oil* (VCO) Sebagai Salah Satu Komponen Aditif Biodetergen

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 dimunafasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 12 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 : Lia Amalia
NIM : 17106030025
Judul Skripsi : Studi Potensi Lipase dari Bakteri pada Limbah Cair *Virgin Coconut Oil* (VCO) Sebagai Salah Satu Komponen Aditif Biodetergen


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, 3 Oktober 2022

Konsultan


Dr. Arifah Khusnuryani, 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 : Lia Amalia
NIM : 17106030025
Judul Skripsi : Studi Potensi Lipase dari Bakteri pada Limbah Cair *Virgin Coconut Oil* (VCO) Sebagai Salah Satu Komponen Aditif Biodetergen

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, 3 Oktober 2022
Konsultan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA


Dr. Maya Rahmayanti, M.Si
NIP. 198106272006042003

HALAMAN MOTTO

Kita tidak tahu do'a yang mana dan dari mulut siapa yang bisa dikabulkan. Oleh karena itu tetaplah berbuat kebaikan karena boleh jadi, pintu-pintu langit sedang diketuk oleh do'a kebaikan untuk kita, dari orang yang pernah kita tolong.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini saya dedikasikan untuk apak saya Bapak Endang Rohman, mamah saya Ibu Oneng Julaeha, kakak saya Abdul Aminasir, Mochammad Budiman, Burhanudin, dan keluarga serta untuk almamater tercinta Program Studi Kimia, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberi kesehatan, kekuatan, kesempatan, dan kesabaran sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Lipase dari Limbah Cair Virgin Coconut Oil (VCO) dan Potensinya Sebagai Biodetergen*” dengan baik sebagai salah satu syarat mencapai derajat Sarjana Kimia. Tidak lupa shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah SAW.

Kesulitan dan hambatan banyak Penulis temui selama proses penyusunan skripsi ini. Akan tetapi berkat pertolongan Allah SWT dan bantuan dari berbagai pihak, Penulis dapat melewati hambatan tersebut. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat terwujud. Dengan segala kerendahan hati, Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr.rer.medic. Esti Wahyu Widowati, M.Si., M.Biotech. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan banyak waktunya dalam membimbing, mengarahkan, mengoreksi, dan memberikan motivasi selama proses penyusunan skripsi.
5. Bapak Irwan Nugraha, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan pengarahan selama melakukan studi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu.

7. Ibu Dr. Isma Kurniatanty, M.Si. selaku Koordinator Laboratorium Bidang Biologi yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di Laboratorium Biologi.
8. Ibu Ethik Susiawati Purnomo, S.Si. selaku Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) Pendamping selama melakukan penelitian di Laboratorium Biologi.
9. Seluruh staff dan karyawan Laboratorium Biologi khususnya Bapak Dony Eko Saputro, S.Pd.i, Bapak Sutriyono, S.Si, dan Ibu Anif Yuni Muallifah S.Pd.i yang telah membantu selama berlangsungnya proses penelitian.
10. Kedua orang tua Bapak Endang Rohman dan Ibu Oneng Julaeha, kakakku tercinta Abdul Aminasir, Mochammad Budiman, Burhanudin serta keluarga yang telah memberikan dukungan baik secara material maupun non-material.
11. Yethi Anindi Novita, Sri Raehanty A. Manay, Amalia Ginanti serta seluruh teman seperjuangan dalam satu grup bimbingan Citra Nandya Inala, Hanifah Aryani, dan Dita Ayu Juniananta yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi.
12. Sahabat-sahabat seperjuangan Era Monika Sari, Amin Sulistiyani, Siti Nurrhohmah Selvianasari, Ulia Fitrass, Miftakhur Rohmah, dan Khoirul Agustina yang telah memberikan banyak dukungan dan kebahagiaan selama melaksanakan studi bersama.
13. Hesni Novinta, Indah Dwi Ratna Sary, dan Ika Manggar Maya yang telah memberikan motivasi selama proses penulisan skripsi berlangsung.
14. Teman-teman di Laboratorium Biologi khususnya Laboratorium Mikrobiologi atas bantuannya selama proses penelitian berlangsung.
15. Teman-teman seperjuangan Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta Angkatan 2017.
16. Seluruh pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu-persatu atas segala bantuan dan dukungan selama proses penyelesaian skripsi.

Penulis mengharapkan kritik dan saran dari segala pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi almamater tercinta Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta dan perkembangan ilmu pengetahuan khususnya ilmu kimia.

Yogyakarta, 12 Agustus 2022



Lia Amalia
17106030025

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
NOTA DINAS KONSULTASI.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
A. Tinjauan Pustaka.....	6
B. Landasan Teori.....	11
1. Virgin Coconut Oil.....	11
2. Lipase.....	13
3. Biodetergen.....	15
4. Lipase sebagai Biodetergen.....	15
5. Uji Aktivitas Enzim Lipase.....	16
C. Hipotesis Penelitian.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	24

A. Waktu dan Tempat Penelitian	24
B. Alat-Alat Penelitian.....	24
C. Bahan-Bahan Penelitian	24
D. Cara Kerja Penelitian	24
1. Pengumpulan Sampel	25
2. Sterilisasi Alat	25
3. Pembuatan Medium.....	25
4. Isolasi Bakteri.....	26
5. Purifikasi Bakteri.....	27
6. Karakterisasi Bakteri Penghasil Lipase.....	27
7. Ekstraksi Enzim Lipase	31
8. Uji Aktivitas Enzim Lipase	31
9. Pengaruh Suhu terhadap Aktivitas Lipase.....	32
10. Pengaruh pH terhadap Aktivitas Lipase	33
11. Stabilitas Aktivitas Enzim	33
12. <i>Washing Test</i>	33
BAB IV PEMBAHASAN.....	35
A. Isolasi Bakteri Penghasil Lipase	35
B. Karakterisasi Bakteri Penghasil Lipase.....	37
1. Pengamatan Morfologi dan Pewarnaan Gram Terhadap Isolat Bakteri Penghasil Lipase	37
2. Uji Biokimia Terhadap Isolat Bakteri Penghasil Lipase	40
C. Produksi Enzim Lipase	44
D. Uji Aktivitas Enzim Lipase.....	45
1. Uji Aktivitas Ekstrak Kasar Enzim Lipase.....	45
2. Pengaruh Suhu Terhadap Aktivitas Lipase	47
3. Pengaruh pH Terhadap Aktivitas Lipase.....	49
E. Uji Stabilitas Aktivitas Enzim.....	51
F. <i>Washing Test</i>	52
BAB V PENUTUP.....	54
A. Kesimpulan	54

B. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	63



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil uji morfologi isolat bakteri penghasil lipase berdasarkan ukuran, bentuk, elevasi, margin, bentuk sel, dan pewarnaan gram ..37
Tabel 4.2	Pengamatan uji biokimia pada isolat bakteri yang menunjukkan aktivitas lipase; meliputi uji katalase, pembentukan H ₂ S, indol, motilitas, nitrat, hidrolisis pati, dan fermentasi karbohidrat40
Tabel 4.3	Stabilitas aktivitas ekstrak kasar enzim lipase isolat VC1, VC2, VC3, dan VC4 yang dipaparkan dengan detergen komersial konsentrasi 7 mg/ml pada pH 8 dengan suhu 37°C selama 15 menit dalam inkubator bergoyang kecepatan 120 rpm51
Tabel 4.4	<i>Washing test</i> ekstrak kasar enzim lipase isolat VC1, VC2, VC3, dan VC4 dengan kain berukuran 4x4 cm pada suhu 37°C53
Tabel 4.5	Uji potensi ekstrak kasar enzim lipase isolat VC1, VC2, VC3, dan VC4 sebagai salah satu komponen aditif biodetergen yang meliputi aktif pada suhu 30-60°C, aktif pada pH basa, stabilitas aktivitas, dan <i>washing test</i> ; (+) bermakna memenuhi syarat dan (-) tidak memenuhi syarat53



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Reaksi hidrolisis trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak bebas oleh lipase (Casas-Godoy, dkk., 2018) 13
- Gambar 4.1 Isolat bakteri penghasil lipase yang diisolasi dari limbah cair *Virgin Coconut Oil* (VCO) pada media ROA. (A) Isolat VC1, (B) Isolat VC2, (C) VC3, (D) VC4 menghasilkan pendaran *orange* di sekitar koloni bakteri ketika diamati di bawah sinar UV pada panjang gelombang 350 nm..... 36
- Gambar 4.2 Hasil uji pewarnaan Gram isolat bakteri penghasil lipase hasil isolasi pada perbesaran 10x40 menggunakan mikroskop. (A) Isolat VC1, (B) Isolat VC2, (C) Isolat VC3, (D) Isolat VC4..... 39
- Gambar 4.3 Persamaan reaksi penguraian H_2O_2 oleh enzim katalase (Cappuccino dan Sherman, 1987) 41
- Gambar 4.4 Reaksi pembentukan H_2S melalui jalur reduksi (hidrogenasi) organik sulfur (Cappuccino dan Sherman, 1987) 41
- Gambar 4.5 Reaksi pembentukan H_2S melalui jalur reduksi bahan campuran sulfur inorganik tiosulfat (Cappuccino dan Sherman, 1987)..... 42
- Gambar 4.6 Reaksi penguraian *tryptophan* oleh enzim *tryptophanase* menghasilkan indol, asam piruvat, dan amonia..... 42
- Gambar 4.7 Reaksi reduksi nitrat menjadi nitrit dengan bantuan enzim nitrat reduktase 43
- Gambar 4.8 Aktivitas ekstrak kasar lipase isolat VC1, VC2, VC3, dan VC4 dengan waktu reaksi enzimatis selama 30 menit pada suhu $30^{\circ}C$ dan pH 7 dalam inkubator bergoyang dengan kecepatan 120 rpm..... 46
- Gambar 4.9 Aktivitas enzim ekstrak kasar lipase isolat VC1, VC2, VC3, dan VC4 dengan variasi suhu $30^{\circ}C$, $35^{\circ}C$, $40^{\circ}C$, $45^{\circ}C$, dan $50^{\circ}C$ pada pH 7, waktu reaksi enzimatis selama 15 menit dalam inkubator bergoyang kecepatan 120 rpm 48
- Gambar 4.10 Aktivitas enzim ekstrak kasar lipase isolat VC1, VC2, VC3, dan VC4 dengan variasi pH 6, 7, 8, 9, dan 10 pada suhu optimum masing-masing isolat, waktu reaksi enzimatis selama 15 menit dalam inkubator bergoyang kecepatan 120 rpm 50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Uji Biokimia	63
Lampiran 2 Pengukuran Aktivitas Enzim Lipase	65
Lampiran 3 Pengukuran Pengaruh Suhu Terhadap Aktivitas Lipase	67
Lampiran 4 Pengukuran Pengaruh pH Terhadap Aktivitas Lipase.....	69
Lampiran 5 Pengukuran Uji Stabilitas Aktivitas Lipase.....	71
Lampiran 6 Pengukuran <i>Washing Test</i>	72



ABSTRAK

STUDI POTENSI LIPASE DARI BAKTERI PADA LIMBAH CAIR *VIRGIN COCONUT OIL* (VCO) SEBAGAI SALAH SATU KOMPONEN ADITIF BIODETERGEN

Oleh :

Lia Amalia
17106030025

Dosen Pembimbing :

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

Isolasi bakteri penghasil lipase yang berasal dari limbah cair pembuatan *Virgin Coconut Oil* (VCO) dilakukan untuk mendapatkan ekstrak kasar enzim lipase. Selain digunakan sebagai pemecah lipid, lipase juga dapat digunakan sebagai salah satu komponen aditif biodetergen. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri penghasil lipase yang berasal dari limbah cair *Virgin Coconut Oil* (VCO) kemudian lipase hasil produksi bakteri diuji aktivitas serta potensinya sebagai salah satu komponen aditif biodetergen dengan melakukan pengujian stabilitas aktivitas lipase dan *washing test*.

Tahapan metode diawali dengan isolasi lipase menggunakan media *Rhodamine B Olive oil Agar* (ROA) dengan substrat berupa *olive oil*. Metode yang digunakan untuk penentuan aktivitas enzim yaitu *copper soap colorimetry* dengan *cupric acetate-pyridine reagent* (CAPR) sebagai pewarna dan *olive oil* sebagai substrat. Karakterisasi lipase dilakukan dengan melakukan pengujian aktivitas lipase menggunakan variasi pH (6, 7, 8, 9, dan 10) dan suhu (30, 35, 40, 45, dan 50°C). Ekstrak kasar lipase diuji stabilitas aktivitasnya terhadap paparan detergen komersial Attack Jaz 1 dan dilakukan pengujian *washing test*.

Hasil penelitian dari isolasi lipase didapatkan empat isolat dengan kode isolat VC1, VC2, VC3, dan VC4 yang memiliki aktivitas enzim lipase berturut-turut sebesar 84,63 U/ml; 114,37 U/ml; 106,82 U/ml; dan 83,45 U/ml. Keempat isolat memiliki pH optimum 10. Isolat VC1, VC2, dan VC3 memiliki suhu optimum 50°C sedangkan isolat VC4 memiliki suhu optimum 35°C. Potensi lipase sebagai biodetergen dengan uji stabilitas aktivitas enzim dan *washing test* didapatkan nilai dari keempat isolat berada di atas 70% dalam kondisi di bawah paparan detergen komersial 7 mg/ml serta memiliki persen lipid yang hilang melebihi persen kontrol. Berdasarkan hasil yang didapatkan maka lipase dari isolat bakteri pada limbah cair VCO berpotensi untuk diaplikasikan sebagai salah satu komponen aditif biodetergen.

Kata kunci: bakteri, biodetergen, *copper soap colorimetry*, lipase, VCO

ABSTRACT

POTENTIAL STUDY OF LIPASE FROM BACTERIA AT LIQUID WASTE OF VIRGIN COCONUT OIL (VCO) AS ONE OF THE ADDITIVE COMPONENTS BIODETERGENT

By :

Lia Amalia
17106030025

Advisor :

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

Isolation of lipase-producing bacteria from the liquid waste of Virgin Coconut Oil (VCO) production was carried out to obtain crude extract of lipase enzyme. Besides being used as a lipid breaker, lipase can be applied as additive components of biodetergents. This study aims to isolate lipase-producing bacteria derived from the liquid waste of Virgin Coconut Oil (VCO) then lipase produced by bacteria is tested for its activity and potential as additive components of biodetergents by testing the stability of lipase activity and washing test.

The method stage begins with lipase isolation using Rhodamine B Olive Oil Agar (ROA) media with olive oil as substrats. The method used to determine enzyme activity is copper soap colorimetry using cupric acetate pyridine reagent (CAPR) as dye and olive oil as substrate. Characterization of lipase was performed in pHs (6, 7, 8, 9, and 10) and temperature (30, 35, 40, 45, and 50°C). The crude lipase extract was tested for its stability against exposure to commercial detergents Attack Jaz 1 and a washing test.

The results of the study showed that four isolates with isolate codes VC1, VC2, VC3, and VC4 had lipase enzyme activity of 84.63 U/ml; 114.37 U/ml; 106.82 U/ml; and 83.45 U/ml. Four isolates was optimum at pH 10. Isolates VC1, VC2, and VC3 was optimum at temperature 50°C, while isolate VC4 was optimum at temperature 35°C. The potential of lipase as a biodetergent by testing the stability of enzyme activity and washing test showed that the values of the four isolates were above 70% under exposure to commercial detergents of 7 mg/ml and had a lipid loss percentage exceeding the control percent. Based on the results obtained, lipase from the VCO liquid waste has the potential to be applied as additive components of biodetergents.

Keywords: *bacteria, biodetergents, copper soap colorimetry, lipase, VCO*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kelapa merupakan tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia dan memiliki nilai ekonomi tinggi karena seluruh bagian pohon kelapa dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia. Kelapa secara sederhana dibutuhkan dalam pembuatan santan, kopra, dan minyak kelapa. Sebagai peluang untuk mengembangkan agribisnis kelapa dengan nilai ekonomi yang lebih besar maka ditemukan alternatif lain dalam pemanfaatan kelapa, salah satunya produk *Virgin Coconut Oil* (VCO) (Hartati dan Altry, 2009).

VCO merupakan produk olahan kelapa yang berasal dari santan dan dibuat dengan metode secara fisika atau biokimia untuk menghasilkan minyak kelapa murni dengan karakteristik kadar air dan asam lemak bebas yang rendah, berbau harum, dan memiliki daya simpan lebih dari 12 bulan (Rahmawati dan Khaerunnisya, 2018; Hakim dkk., 2020). Santan yang digunakan untuk pembuatan VCO merupakan bagian krim santan (bagian yang kaya akan minyak), sedangkan santan yang encer (skim santan) umumnya tidak dimanfaatkan dan dibuang ke lingkungan (Sukadarti dkk., 2016). Limbah cair berupa skim santan hasil produksi VCO masih mengandung bahan organik yang cukup tinggi berupa lemak/minyak. Adanya kandungan minyak pada limbah skim santan memungkinkan bakteri penghasil lipase dapat hidup pada limbah tersebut karena menurut Sagar dkk. (2013), mikroba penghasil lipase dapat tumbuh pada media

yang memiliki kandungan minyak, karena terdapat trigliserida yang merupakan substrat alami lipase.

Bakteri penghasil enzim lipase dapat berfungsi sebagai pemecah lipid. Lipase yang berasal dari bakteri, diproduksi pada tingkat industri dan merupakan enzim yang banyak digunakan dalam aplikasi bioteknologi. Beberapa keuntungan lipase yang berasal dari bakteri di antaranya adalah aktivitas katalitik yang tinggi, pola pertumbuhan yang cepat, dapat dimanipulasi secara genetik, skala produksi sel yang mudah ditingkatkan, serta dapat diproduksi kapan saja karena tidak terpengaruh musim dan waktu. Lipase yang berasal dari bakteri juga dianggap lebih cocok untuk bertahan terhadap lingkungan industri yang kuat (Dey dkk., 2014; Lee dkk., 2015; Priji dkk., 2015; Ullah dkk., 2015; Wahyuni dkk., 2020). Lipase juga banyak digunakan sebagai katalis serbaguna yang dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi modern, di antaranya digunakan dalam industri pembuatan pangan (seperti yoghurt dan fermentasi keju), pembuatan energi alternatif untuk mengubah minyak menjadi bahan bakar, serta pembuatan biodetergen dan biokatalis (Susanti dan Fibriana, 2017).

Biodetergen merupakan zat pencuci yang memanfaatkan enzim sebagai bahan aktif utamanya. Biodetergen banyak digunakan karena lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan detergen sintetik. Terdapat beberapa enzim yang populer ditambahkan sebagai zat aditif pada detergen yaitu lipase, amilase, dan protease. Lipase merupakan kelompok enzim detergen terpenting kedua sebagai zat aditif detergen yang berperan untuk menghilangkan noda berminyak dan berlemak (Guerrand, 2017).

Pengujian potensi lipase sebagai biodetergen dapat dilakukan dengan pengujian *washing test* sesuai metode Li dkk. (2014) untuk mengetahui kemampuan hidrolisis lipase terhadap lemak. Kelompok bakteri yang diketahui sebagai penghasil lipase untuk aplikasi detergen berasal dari genus *Achromobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Chromobacterium*, *Pseudomonas*, dan *Alcaligenes* (Gupta, 2004). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menguji potensi bakteri sebagai biodetergen seperti Layly dan Nita (2016) dari lipase *Alcaligenes faecalis*. Lipase untuk biodetergen dipilih karena memiliki spesifisitas substrat yang rendah yaitu mampu untuk menghidrolisis lemak dari berbagai komposisi. Selain itu, lipase juga mampu untuk bertahan pada kondisi pencucian ekstrim yaitu pada pH 10-11 dan suhu 30-60°C.

Berdasarkan paparan yang telah disebutkan, maka pada penelitian ini akan dilakukan isolasi bakteri penghasil lipase yang berasal dari limbah cair pembuatan VCO, di CV. Masyana Barokah Mulya. Enzim yang diperoleh akan diuji potensinya sebagai komponen aditif biodetergen dengan uji stabilitas aktivitas enzim dan *washing test* sesuai metode Li dkk. (2014).

B. Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sampel yang digunakan untuk isolasi bakteri penghasil lipase adalah limbah cair VCO dari CV. Masyana Barokah Mulya, Bambanglipuro, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

2. Uji aktivitas enzim lipase dilakukan dengan metode spektrofotometri menggunakan reagen *Cupric Acetate Pyridin* (CAPR) yang dipreparasi sesuai Lowry dan Tinsley (1976).
3. Penentuan pH dan suhu optimum dilakukan pada produksi enzim lipase menggunakan isolat bakteri penghasil lipase terpilih.
4. Pengujian potensi enzim lipase sebagai biodetergen dilakukan dengan uji stabilitas aktivitas enzim dan *washing test* sesuai metode Li dkk. (2014) dengan modifikasi merk detergen Attack Jaz 1.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana potensi bakteri pada limbah cair VCO sebagai penghasil enzim lipase?
2. Bagaimana aktivitas enzim yang ditunjukkan oleh lipase dari bakteri hasil isolasi limbah cair VCO?
3. Bagaimana aktivitas enzim lipase yang dihasilkan isolat bakteri dari limbah cair VCO pada berbagai pH dan suhu inkubasi?
4. Bagaimana potensi enzim lipase hasil isolasi limbah cair VCO sebagai komponen aditif biodetergen?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan hasil perumusan masalah yang ada maka dapat diketahui tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui potensi bakteri pada limbah cair VCO sebagai sumber penghasil enzim lipase.
2. Mengetahui aktivitas enzim yang ditunjukkan oleh lipase dari bakteri hasil isolasi limbah cair VCO.
3. Mengetahui aktivitas enzim lipase yang dihasilkan isolat bakteri dari limbah cair VCO pada berbagai pH dan suhu inkubasi.
4. Mengetahui potensi enzim lipase hasil isolasi limbah cair VCO yang dapat digunakan sebagai salah satu komponen aditif biodetergen.

E. Manfaat Penelitian

Berdasarkan paparan di atas, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan beberapa manfaat di antaranya :

1. Untuk mengetahui proses isolasi bakteri penghasil lipase pada limbah cair VCO serta potensinya sebagai salah satu komponen aditif biodetergen.
2. Untuk memberikan informasi dan acuan kepada peneliti lain yang ingin mengembangkan penelitian mengenai topik sejenis.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Isolasi bakteri penghasil lipase dilakukan dengan menggunakan media *Rhodamine Olive oil Agar* (ROA), didapatkan bakteri Gram positif berupa isolat VC1, VC2, VC3, dan VC4 dengan bentuk *sarcina*.
2. Isolat VC2 memiliki aktivitas lipase tertinggi yaitu sebesar 114,37 U/ml. Selanjutnya, isolat VC3, isolat VC1, dan isolat VC4 memiliki aktivitas enzim lipase berturut-turut sebesar 106,82 U/ml; 84,63 U/ml; dan 83,45 U/ml.
3. Lipase dari seluruh isolat menghasilkan aktivitas pada rentang suhu 30-50°C dan pada rentang pH 6-10. Isolat VC1, VC2, dan VC3 memiliki suhu optimum 50°C dengan aktivitas lipase berturut-turut 458.293 U/ml, 408.138 U/ml, dan 449.442 U/ml, sedangkan isolat VC4 memiliki suhu optimum 35°C dengan aktivitas lipase sebesar 471.864 U/ml. Pada variasi pH, isolat VC1, isolat VC2, isolat VC3, dan isolat VC4 memiliki pH optimum basa, yaitu 10 dengan aktivitas lipase masing-masing sebesar 255.876 U/ml, 264.136 U/ml, 209.261 U/ml, dan 237.289 U/ml.
4. Lipase yang berpotensi untuk diaplikasikan sebagai salah satu komponen aditif biodetergen yaitu isolat VC1, VC2, VC3, dan VC4.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai karakterisasi bakteri agar dapat dipastikan genus dari bakteri yang diisolasi.

2. Perlu dilakukan pemurnian enzim agar diperoleh aktivitas lipase yang lebih spesifik.
3. Perlu dilakukan variasi detergen komersial yang digunakan pada uji stabilitas aktivitas enzim agar dapat diketahui aktivitas lipase yang lebih variatif dan spesifik.



DAFTAR PUSTAKA

- Aladin, Andi., Setyawati Yani, Basri Modding, Lastri Wiyani, dan Fitrah Djaya. 2017. Usaha Produksi Minuman Emulsi Virgin Coconut Oil (VCO) secara Terpadu dengan Pemanfaatan Limbah VCO. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal Palembang*. ISBN: 978-979-587-748-6.
- Al-Ghanayem., Abdullah. 2021. Purification and Characterization of Thermo-alkaline Stable Lipase from *Bacillus coagulans* and its Compatibility with Commercially Available Detergents. *Rom Biotechnol Lett.* 2021: 26(5): 2994-3001. doi:10.25083/rbl/26.5/2994.3001.
- Amara, A. A., Salem S. S., dan Shabeb M. S. A. 2009. The Possibility to Use Bacterial Protease and Lipase as Biodetergent. *Global J Biotechnol Biochem* 4:104-114.
- Asian and Pasific Coconut Community (APCC). 1996. *Coconut Statistical Yearbook*. Jakarta: Indonesia.
- Azimatur Nur, MM., Irawan, MA., dan Hadiyanto. 2015. Utilization of Coconut Milk Skim Effluent (CMSE) as Medium Growth for *Spirulina plantesis*. *Procedia Enviromental Sciences* 23(2015)72-77 Elsevier.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2008. *Minyak Kelapa Virgin (VCO)*. SNI 7381: 2008.
- Bajpai, D dan V. K. Tyagi. 2007. Laundry Detergents : An Overview. *Journal of Oleo Science* ISSN 1345-8957.
- Barlina R dan Hengky N. 2004. *Pembuatan dan Pemanfaatan Minyak Kelapa Murni*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Benson. 2001. Microbiological Application. Laboratory Manual in General Microbiology. Eight Edition. McGrew-Hill Science Company: New York. pp. 72-175.
- Boleng, Didimus Tanah. 2015. *Bakteriologi Konsep-Konsep Dasar*. Malang: Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang.
- Brooks, G. F., Butel, J. S., Morse, S. A. 2008. *Mikrobiologi Kedokteran*. Terjemahan Mikrobiologi FK Unair. Jakarta: Salemba Medika.
- Cappuccino, JC., Sherman, N. 1987. *Microbiology. A Laboratory Manual*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. Clifornia.
- Cappuccino, JC., Sherman, N. 2005 *Microbiology-A Laboratory Manual*. 6thEd. Pearson Education (Singapore), Indian branch, Delhi, India, pp: 280-285.
- Casas-Godoy, Leticia., Francisco Gasteazoro, Sophie Duquesne, Florence Bordes, Alain Marty, dan Georgina Sandoval. 2018. *Lipases: An Overview*. Humana Press.
- Chauhan, Mamta., Rajinder Singh Chauhan., dan Vijay Kumar Garlapati. 2013. Evaluation of a New Lipase from *Staphylococcus* sp. for Detergent

Additive Capability. *Biomed Research International* Volume 2013 Article ID 374967, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/374967>.

- Cherif, Slim., Sami Mnif, Fatma Hadrach, Slim Abdelkafi, dan Sami Sayadi. 2011. A Newly High Alkaline Lipase : An Ideal Choice for Application in Detergent Formulations. *Lipids in Health and Disease* 10: 221.
- Darmoyuwono, W. 2006. *Gaya Hidup Sehat dengan Virgin Coconut Oil*. Jakarta: Gramedia.
- Dey, A., Chattopadhyay, A., Saha, P., Mukhopadhyay, S. 2014. An Approach to the Identification and Characterisation of a Psychotrophic Lipase Producing *Pseudomonas* sp. ADT3 from Arctic Region. *Adv. Biosci. Biotechnol.* 322-332.
- Dimitrijhvic, A., dkk. 2011. Production of Lipase from *Pseudozyma aphidis* and Determination of the Activity and Stability of the Crude Lipase Preparation in Polar Organic Solvent. *Journal of the Serbian Chemical Society* 76 (8) 1081-1092.
- Djarkasi, G. S. Suhartati dan Sri Raharjo ZN. 2017. Isolation and Specific Activity of Indigenous Lipase Enzyme in Canarium Nut. *Jurnal Teknologi Pertanian*; 8:28-35.
- Dosanji, N. S., dan Kaur J. 2002. Immobilization, Stability, and Esterification Studies of a Lipase from *Bacillus* sp. *Journal Biotechnology and Applied Biochemistry* 36: 7-12.
- Dwidjoseputro, D. 1998. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Malang: Djambatan.
- Ferdiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Firdaus., Seniwati Dali., Hendra J. Rusman. 2017. Imobilisasi Enzim Lipase Dedak Padi (*Oryza Sativa L.*) pada Karbon Aktif: Karakterisasi, dan Uji Stabilitas Kerja Enzim Imobil. *Indo J Chem Res.*, 2017, 5(1), 32-36.
- Goodsir, J. History of a case in which a fluid periodically ejected from the stomach contained vegetable organisms of an undescribed form. *Edinburgh Medical Surgery Journal* 1842; 57:430-443.
- Grbavcic, S., dkk. 2011. Production of Lipase and Protease from An Indigenous *Pseudomonas aeruginosa* Strain and Their Evaluation as Detergent Additives: Compatibility Study with Detergent Ingredients and Washing Performance. *Bioresour Technol.* Volume 102, pp. 11226-11233
- Guerrand, David. 2017. Lipases Industrial Applications: Focus on Food and Agroindustries. *EDP Sciences*. DOI: 10.1051/ocl/2017031
- Gupta R., Gupta N., dan Rathi P. 2004. Bacterial Lipases: an Overview of Production, Purification and Biochemical Properties. *Appl Microbiol Biotechnol* 64:763-781. DOI: 10.1007/s00253-004-1568-8.
- Hadioetomo, Ratna Siri. 1990. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek: Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Gramedia: Jakarta.

- Haeriyah. 2017. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Lemak pada Minyak Goreng Bekas*. Mataram: FITK UIN Mataram. [Skripsi]
- Hakim, M. Z. F., Handayani W. A.F., Fauziah N. F., Haryanto, H. 2020. Kajian : Karakter, Proses, dan Potensi *Virgin Coconut Oil* (VCO) Sebagai Pangan Fungsional. *Journal of Science, Technology, and Entrapreneurship* (2):2, 33-39.
- Handayani SN., Lestari P., Oedjijono, Raharjo TJ., dan Matsjeh S. 2011. Karakterisasi Sifat-sifat Biokimia Ekstrak Kasar Lipase Ekstraseluler Bakteri *Azospirillum* sp. PRD1. *Molekul* 6(2): 74-83
- Hartati, Anny dan Altri Mulyani. Profil dan Prospek Bisnis Minyak Dara (Virgin Coconut Oil/VCO) di Kabupaten Cilacap. 2009. *J. Agroland* 16 (2) : 130-140, Juni 2009.
- Hasan F., Aamer Ali Shah, Sundus Javed, dan Abdul Hameed. 2010. Enzymes Used in Detergents : Lipases. *Afr J Biotechnol* 9:4836-4844.
- Hemraj, V. 2013. *A review on Commonly Used Biochemical Test for Bacteria*. India: Departement of Pharmacy, L R Institute of Pharmacy, Solan (H. P).
- Hernawati, BD. 2010. Isolasi Lipase Ekstrak Kasar dari *Pseudomonas aeruginosa* sebagai Biokatalisator dalam Studi Pendahuluan Reaksi Esterifikasi antara Asam Lemak Minyak Sawit dengan Sukrosa. Depok: Universitas Indonesia.
- Ilmi, M., C. Hidayat, P. Hastuti, HJ. Heeres, dan MJEC. Van der Maarel. 2017. Utilisation of *Jatropha* Press Cake as Substrate in Biomass and Lipase Production from *Aspergillus niger* 6516 and *Rhizomucor miehei* CBS 360.61. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 103-107.
- Ilmiah, Sitti Nur. 2018. *Karakterisasi Protease dari Bacillus licheniformis F11.1 sebagai Kandidat Biodetergen*. Bogor: IPB. [Skripsi]
- ILO-PCdP2 UNDP. 2013. *Kajian Kelapa dengan Pendekatan Rantai Nilai dan Iklim Usaha di Kabupaten Sarmi*. Indonesia.
- Khamidah, Kamalia., Stalis Norma Ethica., Ana Hidayanti Mukaromah, M.Si. 2020. Isolasi dan Uji Tingkat Patogenitas Bakteri Penghasil Enzim Lipase dari Rusip Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). <http://repository.unimus.ac.id>.
- Kouker, Gisela dan K. E. Jaeger. 1986. Spesific and Sensitive Plate Assay for Bacterial Lipases. *Applied and Enviromental Microbiology*, 211-213.
- Kwon DY dan Rhee JS. 1986. A Simple and Rapid Calorimetric Method for Determination of Free Fatty Acids for Lipase Assay. *JAOCS* 63(1): 89-92.
- Laboffe, M dan Pierre, J. 2011. *A Photographic Atlas For the Microbiology Laboratory*. 4 ed. USA: Mortpn Publishing Company.

- Lay, B. W. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium Edisi 1*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Layly, Ika Rahmatul, dan Nita Oktavia Wiguna. 2016. Studi Potensi Lipase *Alcaligenes faecalis* untuk Aplikasi Biodetergen. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*. Volume 3 Nomor 2 Desember 2016. ISSN 2442-2606.
- Lee, LP., Karbul, HM., Citartan, M., Gopinath, SCB., Lakshmipriya, T., Tang, TH. 2015. Lipase-Secreting *Bacillus* Species in an Oil-Contaminated Habitat: Promising Strains to Alleviate Oil Pollution. *Biomed Res. Int.* 1-9.
- Li, Gang., Yue Xiao., Yi De Liu., Ge Yuan., dan Run Qian Mao. 2021. An Uncharacterized Protein from the Metagenome with no Obvious Homology to known Lipases Shows Excellent. Alkaline Lipase Properties and Potential Applications in the Detergent Industry. *Research Square* doi: <http://doi.org/10.21203/rs.3.rs-941575/v1>.
- Li, XL., Zhang WH, Wang YD, Dai YJ, Zhang HT, Wang Y, Wang HK, dan Lu FP. 2014. A High-Detergent-Performance Cold-Adapted Lipase from *Pseudomonas stutzeri* PS59 Suitable for Detergent Formulation. *J Mol Catal B: Enzym* 102:16-24 DOI : 10.1016/j.molcatb.2014.01.006.
- Lowry, R. R., dan Tinsley I. J. 1976. Rapid Colorimetric Determination of Free Fatty Acids. *Journal of the American Oil Chemist' Society* 53:470-472.
- Mela, Ervina dan Dhenadya Savira Bintang. 2021. *Virgin Coconut Oil (VCO):* Pembuatan, Keunggulan, Pemasaran, dan Potensi Pemanfaatan pada Berbagai Produk Pangan. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian Vol 4 No 2 Desember 2021:103-110*.
- Mulyani, N. S. 2010. Penentuan Temperatur dan pH Optimum pada Uji Aktivitas Xilanase Hasil Isolasi dari *Aspergillus niger* dengan Menggunakan Media Pertumbuhan Sekam Padi. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*. Semarang: UNDIP.
- Murni, S. W., Kholisoh D. S., Tanti D. I., dan Petrisia E. M. 2011. Produksi, Karakterisasi, dan Isolasi Lipase dari *Aspergillus niger*. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. ISSN 1693-4393.
- Norman, S. J., Edward, S. A., Boris, E. V., Yuri, K. N., Larisa, V. I., dan Vladimir, P. V. 2005. *Paenibacillus polymyxa* purified bacteriocin to control campylobacter jejuni in Chickens. *Journal of Food Protection*, (7): 1450-1453.
- Nurosid, dkk. 2008. *Kemampuan Azospirillum sp. JG3 dalam Menghasilkan Lipase Pada Medium Campuran Dedak dan Onggok Padi dengan Waktu Inkubasi Berbeda*. Departemen Mikrobiologi Fakultas Biologi Universitas Jendral Soedirman.

- Olsen, Hans Sejr., dan Per Falholt. 1998. The Role of Enzymes in Modern Detergency. *Journal of Surfactants and Detergents* Vol 1 No 4.
- Permatasari T. 1994. *Kajian Pengaruh Jenis Media dan Penambahan Minyak Zaitun Sebagai Induser pada Produksi Enzim Lipase oleh Candida lipolytica*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Prasad, M. P., dan Manjunath, K. 2012. Effect of Media and Process Parameters in the Enhancement of Extracellular Lipase Production by Bacterial Isolates from Industrial Effluents. *International Journal of Microbiology Research*, 4(8), 308-311.
- Priji, P., Unni, K. N., Sajith, S., Binod, P., Benjamin, S. 2015. Production, Optimization, and Partial Purification of Lipase from *Pseudomonas* sp. strain BUP6, a Novel Rumen Bacterium Characterized from Malabari Goat. *Biotechnol. Appl. Biochem.* 62(1), 71-78.
- Rahmawati, E., Khaerunnisya, N. 2018. Pembuatan VCO (*Virgin Coconut Oil*) dengan Proses Fermentasi dan Enzimatis. *Journal of Food and Culinary*, 1(1):1-6
- Rahmi, Hanifah., Hariyanti., Rina Putri A., Devi Wulandari. 2020. Analisis Hasil Fraksinasi Protease dan Lipase yang Berasal dari Saluran Pencernaan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Bioteknol Biosains Indonesia-Vol 7 No 2 Tahun 2020 ISSN 2548-611X*.
- Rumiyati V. Sri Pertiwi dan Indrati Retno. 1999. Aktivitas Enzim Lipase Alkali dari Bakteri dalam Surfaktan. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. Vol.14, No. 26 E-ISSN 2460-4461.
- Sagar, K., dkk. 2013. Isolation of Lipolytic Bacteria From Waste Contaminated Soil : a Study With Regard to Process Optimization for Lipase. *International Journal of Scientific and Technology Research* Vol 2 No 10.
- Salwoom, Leelatulasi., Raja Noor Zaliha Raja Abd Rahman., Abu Bakar Salleh., Fairalniza Mohd. Shariff., Peter Convey., David Pearce., dan Mohd Shukuri Mohamad Ali. 2019. Isolation, Characterisation, and Lipase Production of a Cold-Adapted Bacterial Strain *Pseudomonas* sp. LSK25 Isolated from Signy Island, Antarctica. *Molecules* 2019, 24, 715; doi: 10.3390/molecules24040715.
- Sari, Asjayani Kurnia., Winni Astuti., dan Djihan Ryn Pratiwi. Skrining Lipase dari Isolat Bakteri Endofit Batang Pacing (*Costus speciosus* (J.Koenig) Sm) dan Penentuan Kondisi Kerja Optimumnya. *Jurnal Atomik* 2020, 05 (1)hal 1-5.
- Saxena, R. K., dkk. 2003. Purification Strategies for Microbial Lipases. *Journal of Biotechnological Method* 52. 1-18.

- Sharma, R., Y. Chisti, dan UC. Banerjee. 2001. Production, Purification, Characterization, and Applications of Lipases. *Biotechnology Advances*. 19(8), 627-662.
- Sirait, R. F., S. S. Sartika, dan P. D. Sriwil. 2008. *Mekanisme Penguraian Limbah Cair Organik Secara Aerob*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Stoytcheva, M., dkk. 2012. Analytical Methods for Lipases Activity Determination : A Review. *Current Analytical Chemistry* Volume 8 pp. 400-407.
- Sukadarti, Sri., Sri Wahyu Murni, dan M. Maulana Azimatun Nur. 2016. Peningkatan *Phycocyanin* pada *Spirulina Platensis* dengan Media Limbah Virgin Coconut Oil pada *Photobioreactor* Tertutup. *Eksergi* Vol XIII, No. 2. 2016 UPN Veteran Yogyakarta.
- Sunarjo. 1994. *Penyehatan Air dalam Program Penyediaan dan Pengolahan Air Bersih*. Jakarta.
- Supriyatna, Ateng., Dea Amalia., Ayu Agustini Jauhari., Dyna Holydaziah. 2015. Aktivitas Enzim Amilase, Lipase, dan Protease dari Larva *Hermetia illucens* yang Diberi Pakan Jerami Padi. *ISSN 1979-8911 Edisi Juli 2015 Volume IX No.2*.
- Susanti, R dan Fidia Fibriana. 2017. *Teknologi Enzim*. Yogyakarta : ANDI OFFSET.
- Su'i, Moh. 2012. Identifikasi Enzim Lipase dalam Santan Kelapa. *Jurnal Cakrawala* Vol 7 No 1 Desember 2012: 09-13.
- Ullah, N., Daud, M., Shabir, M., Ozkan, T., dan Qasim, M. 2015. Screening Identification and Characterization of Lipase Producing Soil Bacteria from Upper Dir and Mardan Khyber Pakhtunkhwa. Pakistan. *Int. J. Biosci.* 6, 49-55.
- Utari, Melita., dkk. 2019. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri pada Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit di Kecamatan Lirik dan Potensinya Sebagai Rancangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada Pembelajaran Biologi SMA. *JOM FKIP-UR* Volume 6 Edisi 2 Juli-Desember 2019. FKIP Universitas Riau.
- Wahyuni, Gema. 2016. *Pemurnian dan Karakterisasi Lipase dari Yeast M2 sebagai Biodetergen*. Bogor: IPB. [Tesis]
- Wahyuni, Sri., Teguh Satria Amin., Anny Sartika Daulay., dan Muhammad Zakaria Zebua. 2020. Eksplorasi dan Identifikasi Mikroba Penghasil Enzim Amilase dan Lipase dari Olahan Produk Makanan dan Minuman. *Seminar Hasil Penelitian Kerjasama Universitas Muslim Nusantara Al Washliyah dengan Universiti Sultan Zainal Abidin* 339-345.
- Wakil, S., dan Osesusi, O. 2017. Production, Characterization, and Purification of Lipase by Bacteria Isolated From Palm Oil Mill Effluent and Its Dumpsites Soil. *Nigerian Journal of Microbiology*, 3691-3703.

- Wang, Y. X., Srivastava K. C., Shen GJ., dan Wang H. Y. 1995. Thermostable Alkaline Lipase from a Newly Isolated Thermophilic Bacillus, Strain A30-1 (ATCC 53841). *Ferment Bioeng* 79:433-438.
- Wulan, Praswasti PDK., Muhammad Titis Rejoso., dan Heri Hermansyah. 2011. Reaksi Hidrolisis Minyak Zaitun Menggunakan Lipase *Rhizopus orizae* yang di Imobilisasi Melalui Metode Adsorpsi. *Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, Laporan Penelitian.*

