

## Fungal Crude Lipase Enzyme Produced Using the SSF (Solid State Fermentation) Method Increases The Washing Test Performance

Prapti Sedijani<sup>1</sup>, Nida'an Khovia<sup>1</sup>, Dewa Ayu Citra Rasmi<sup>1</sup>, Kusmiyati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

### Article History

Received : September 22<sup>th</sup>, 2023

Revised : October 18<sup>th</sup>, 2023

Accepted : October 24<sup>th</sup>, 2023

\*Corresponding Author:

**Prapti Sedijani**, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia; Email:

[praptisedijani@unram.ac.id](mailto:praptisedijani@unram.ac.id)

**Abstract:** Lipase is an enzyme that commonly used in various industries, including the detergent industry to improve washing performance. Two fungal isolates (A1 and C1) has been reported to be highly active on high pH. This research aims to see the potential of those fungi (crude enzyme) in improving washing performance. Enzymes were produced using the SSF (Solid State Fermentation) method with sugarcane bagasse as a medium. To determine how adding enzymes might affect the effectiveness of washing, studies were conducted. The results show that washing performance increases from 52% (detergent only) to 74% in combination with the crude enzyme. It is concluded that A1 has a potential to be involved in biodetergent production. Similar assays with concentrated enzymes are suggested for future studies.

**Keywords:** Biodetergent, fungal isolates (A1 and C1), SSF, *Washing Test*.

### Pendahuluan

Enzim Lipase (E.C.3.1.1.3) adalah enzim yang sangat menjanjikan aplikasinya dalam berbagai industri mencakup; pemrosesan bahan kimia organik, formulasi deterjen, pembuatan biosurfaktan, industri oleokimia, susu, agrokimia, produksi kertas, nutrisi, hingga pengolahan obat-obatan, karena kemampuannya menghidrolisis triasilgliserol menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Detergen adalah aplikasi komersial utama untuk lipase hidrolitik. (Sirisha *et al.*, 2010; Sharma *et al.*, 2001). Detergen lipase lebih menguntungkan dari segi ekonomi maupun lingkungan karena dapat terurai secara alami dan tidak meninggalkan residu berbahaya yang dapat mencemari lingkungan (Amara *et al.*, 2009). Sebanyak 32% penjualan enzim lipase digunakan untuk detergen. Diperkirakan setiap tahun ada 1.000 ton lipase yang ditambahkan ke dalam 13 miliar ton detergen yang di produksi (Hasan *et al.*, 2010; Sharma *et al.*, 2001). Lipase harus termostabil dan alkalofilik serta mampu berfungsi bersama dengan komponen formulasi lainnya dalam bubuk pencuci

sehingga dapat menjadi aditif yang cocok dalam detergen (Weerasooriya & Kumarasinghe, 2012).

Mikroba, hewan, maupun tumbuhan dapat menghasilkan enzim lipase (Firdaus *et al.*, 2017). Akan tetapi lipase ekstraseluler dari mikroba menjadi yang paling banyak mendapat perhatian dikarenakan beberapa keunggulannya seperti proses kultur yang cepat dalam ruang kecil, dapat menghasilkan enzim dalam jumlah banyak dengan waktu yang singkat, kandungan enzim yang lebih mudah dikontrol, keragaman aktivitas litik, kemudahan manipulasi genetik, kultur yang lebih murah, pertumbuhan cepat, dan hasil yang tinggi (Hasan *et al.*, 2006; Verma *et al.*, 2012). Enzim yang berasal dari mikroba juga bersifat adaptif untuk digunakan pada industri biodetergen dan industri lainnya (Arifiani *et al.*, 2018).

Sintesis enzim dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya adalah pendekatan SSF (*Solid State Fermentation*). Teknik ini diilustrasikan sebagai sistem dimana perkembangan mikroorganisme terjadi pada media padat dengan kelembapan rendah dan sudah diakui sebagai metode yang berpotensi

signifikan dalam bioteknologi (Manan & Webb, 2017). SSF dianggap sebagai teknik alternatif yang lebih ekonomis karena pengolahannya yang murah, biaya bahan kimia yang lebih rendah, penghematan air dan energi, dan penggunaan sampah agroindustri sebagai media tanam yang utama dapat menekan biaya produksi enzim terutama untuk produksi skala besar (Mukherjee *et al.*, 2008; Kumar & Ray, 2014).

Ampas tebu adalah salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan dalam metode SSF. Ampas tebu mengandung air 48–52%, gula 3,3%, dan serat 47,7%. Selulosa, pentosa, dan lignin adalah penyusun terbesar serat ampas tebu (Zahria *et al.*, 2015). Berdasarkan data dari *Food and Agricultural Organization of United Nations (FAO): Economy and Social Department: The Statical Division*, Indonesia menempati peringkat ke-8 sebagai negara dengan produksi tebu tertinggi di dunia pada tahun 2015, yang mencapai 33.700 ribu ton tebu (FAO, 2015). Limbah ampas tebu umumnya berasal dari pabrik pembuat gula pasir, yang menghasilkan sekitar 35-40% limbah dari berat tebu yang digiling (Andaka, 2013).

Cordova *et al.*, (1998) melaporkan penggunaan ampas tebu sebagai substrat dalam produksi lipase memiliki pengaruh yang signifikan karena mengandung serat selulosa yang tinggi, yang merupakan komponen penting dalam produksi lipase. Selain itu, kandungan protein dan lemak pada ampas tebu dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas lipase yang dihasilkan meskipun pada konsentrasi yang rendah. Dengan demikian, penggunaan ampas tebu sebagai substrat dapat meningkatkan produksi lipase secara efektif. Dibandingkan beberapa limbah industri lainnya, ampas tebu memang bukan media tanam terbaik, namun ampas tebu dapat dipilih sebagai media karena murah dan mudah ditemukan di lingkungan sekitar.

Jamur diakui secara luas sebagai salah satu sumber lipase terbaik dan digunakan secara luas. *Aspergillus niger* adalah salah satu penghasil lipase yang paling terkenal (Falony *et al.*, 2006). Dua jamur yang diisolasi dari alpukat (A1) dan kelapa (C1) telah diidentifikasi serta diuji aktivitas lipolitiknya. Secara makroskopis kedua jamur tersebut memiliki bentuk koloni bulat dengan miselium bertekstur halus, berwarna putih, dan terlihat seperti kapas. Memiliki

permukaan yang rata, tekstur lembut seperti wol, spora yang menyebar, dan pigmen yang berdifusi dalam media tanam. Berdasarkan pengamatan mikroskopik, isolat jamur A1 merupakan anggota genus *Trichoderma* karena memiliki hifa bersekat hialin dan konidiospora bercabang. Tipe percabangan lateral dalam struktur piramid, konidiospora bercabang pendek di dekat bagian ujung dan konidia berbentuk oval/elips. Sementara isolat jamur C1 memiliki hifa yang bersekat, hialin, dan konidiaspora bercabang, dan termasuk ke dalam genus *Gonyotrichum* (Sedijani *et al.*, 2021).

Enzim lipase dari isolat jamur A1 dan isolat jamur C1 terbukti memiliki aktivitas yang sangat aktif pada pH netral hingga basa (7-10) dan suhu kamar. Uji kualitatif pada cawan petri dan diinkubasi pada suhu ruang menunjukkan bahwa kedua isolat tersebut memiliki indeks aktivitas 2,84 hingga 4,0; sedangkan pada suhu 30°C memiliki indeks aktivitas berkisar antara 1.5 hingga 2,45. Tidak adanya perbedaan aktivitas lipolitik kedua isolat pada medium dengan variasi pH (pH 7-10) menunjukkan pertumbuhan dan aktivitas isolat jamur alpukat dan kelapa fleksibel pada kisaran pH netral hingga basa (Sedijani *et al.*, 2021).

Berdasarkan temuan tersebut potensi isolat jamur A1 dan isolat jamur kelapa C1 perlu diteliti lebih lanjut sebagai agen biodetergen dengan pembuktian melalui *washing test* untuk mengukur kemampuan hidrolisis enzim lipase yang dihasilkan oleh kedua isolat jamur tersebut terhadap molekul lemak pada kain.

## Bahan dan Metode

### Metode

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Kimia Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram. Tahapan dalam penelitian, meliputi: (1) Peremajaan isolat jamur, (2) Pembuatan media kultur, (3) Uji awal yang bertujuan menentukan jenis isolat jamur terbaik dan waktu inkubasi paling optimal untuk produksi enzim lipase terdiri atas 3 tahap yaitu; (a) Inokulasi dan inkubasi isolat jamur, (b) Panen enzim lipase, (c) Uji aktivitas enzim dengan metode titrasi asam basa, (4) Produksi enzim lipase skala 500 ml, (5) *Washing test*.

### Peremajaan isolat jamur

Peremajaan isolat dilakukan dengan mentransfer biakan jamur dari stok kultur jamur di laboratorium Mikrobiologi ke media PDA (*Potato Dextrose Agar*) baru. Jamur diinkubasi dalam suhu ruang selama 7 hari sebelum digunakan.

### Pembuatan media kultur SSF

Ampas tebu yang digunakan sebagai media utama dalam metode SSF dicuci bersih dengan air ledeng dan dijemur hingga kering. Ampas tebu yang telah bersih dan kering tersebut dipotong-potong dengan ukuran  $\pm$  1-2 cm. Kemudian ampas tebu tersebut ditimbang dan dimasukkan ke botol kaca. Masing-masing botol kaca dengan ukuran 150 ml diisi dengan 2 gr ampas tebu. Kemudian ditambahkan ekstrak kentang sebanyak 4 ml yang mengandung *olive oil* 1%, tween 80, dan emulsifier sebagai sumber makanan bagi jamur, pH diatur menjadi basa (pH 8). Mulut botol kemudian ditutup dengan kapas atau kain untuk mencegah media tumpah keluar botol. Kemudian, sterilisasi menggunakan autoklaf untuk membunuh mikroba lain yang ada pada media ataupun alat yang digunakan.

### Uji awal

Uji awal adalah uji yang dilakukan untuk menentukan isolat jamur paling potensial dan waktu inkubasi yang tepat untuk produksi enzim lipase. Uji ini terdiri atas 3 tahap sebagai berikut: (a) **Inokulasi dan inkubasi isolat jamur.** Inokulasi dilakukan dengan menyiapkan suspensi spora jamur yang berasal dari jamur berumur 7 hari dan dihitung jumlah sporanya menggunakan haemocytometer ( $\pm$  1.000.000 spora/ml). Rumus untuk menghitung jumlah spora diadaptasi dari Maftuhah *et al.*, (2019) dengan rumus pada persamaan 1.

$$S = \frac{X}{L \times t \times d} \times 10^3 \quad (1)$$

Keterangan:

S = Kerapatan konidium/ml

X = Rerata jumlah konidium pada kotak 1,2,3,4, dan 5

L = Luas kotak hitung 0,2 mm<sup>2</sup>

t = Kedalaman bidang hitung 0,1 mm

d = Faktor pengenceran

10<sup>3</sup> = Volume suspensi yang dihitung (1 ml = 10<sup>3</sup>

mm<sup>3</sup>)

Suspensi spora lalu ditambahkan ke media ampas tebu menggunakan spuit 1 ml. Inkubasi dilakukan selama 2, 4, 6, dan 9 hari pada suhu ruang. (b) **Panen enzim lipase.** Metode yang digunakan untuk panen enzim lipase diadaptasi dari Ridder *et al.* (1998). Enzim lipase dipanen dengan menambahkan aquadest steril + tween 80 0,1% sebanyak 10 ml ke dalam media kultur, dihomogenkan dengan shaker selama 30 menit, dan disaring dengan kertas whatman. Ekstrak kemudian disentrifugase dengan kekuatan 1000 rpm untuk memisahkan pellet dari supernatan. Supernatan merupakan ekstrak kasar enzim lipase. (c) **Uji asam lemak bebas.** Ekstrak kasar enzim lipase yang telah dipanen lalu diuji kandungan asam lemak bebas di dalamnya dengan metode titrasi asam basa. 3 ml sampel ekstrak kasar enzim lipase diambil, ditambahkan dengan indikator fenolftalin, dan dititrasi dengan KOH 0,1 mol. Data aktivitas enzim lipase dianalisis secara kuantitatif menggunakan uji Two Way Anova, dan dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test) dengan  $\alpha$  5% dengan SPSS 25.

### Produksi

Produksi enzim lipase skala 500 ml dilakukan dalam wadah kaca besar ukuran 1 L yang mengandung 30 gr ampas tebu, 60 ml ekstrak kentang dan isolat jamur A1 dari genus *Trichoderma* yang dipilih berdasarkan hasil uji awal. Mekanisme pembuatan media tanam, inokulasi jamur, inkubasi, hingga panen enzim lipase telah dijelaskan pada uji awal. Sebanyak 500 ml aquadest steril yang mengandung 0,1% tween 80 ditambahkan saat panen enzim dilakukan. Setelah panen, ekstrak kasar enzim lipase digunakan untuk *washing test*.

### Washing Test

*Washing test* dilakukan dengan menyiapkan kain katun berukuran 5x5 cm. Kain direndam dengan kloroform selama 5 menit, dikering-anginkan semalaman pada suhu ruang. Kemudian berat kain ditimbang (W<sub>a</sub>). Minyak zaitun dilarutkan dalam aseton (100  $\mu$ l/ml) di tuangkan ke masing-masing kain pada kedua sisinya sebanyak 1 ml. Setelah itu berat kain ditimbang kembali (W<sub>b</sub>). Kain dikering-anginkan pada suhu ruang selama 15 menit, dan dilanjutkan dengan perlakuan perendaman kain

sebagai berikut : (1) Air ledeng, (2) Ekstrak enzim lipase kasar 10 ml, (3) Ekstrak enzim lipase kasar + detergen 1% (w/v), dan (4) detergen 1% (w/v). Kain diinkubasi pada suhu ruang, serta agitasi 180 rpm selama 1 jam. Akhirnya kain dikeringkan pada suhu ruang selama semalam. Setelah kering, berat kain ditimbang kembali ( $W_c$ ). Kemampuan hidrolisa enzim lipase dihitung berdasarkan rumus dari Layly & Nita (2016) pada persamaan 2.

$$\omega = \frac{W_b - W_c}{W_b - W_a} \times 100 \quad (2)$$

Data kemudian diuji dengan One Way Anova menggunakan SPSS 25.

## Hasil dan Pembahasan

### Asam lemak yang dibebaskan oleh isolat jamur alpukat (Al) dan kelapa (Cl) selama fermentasi

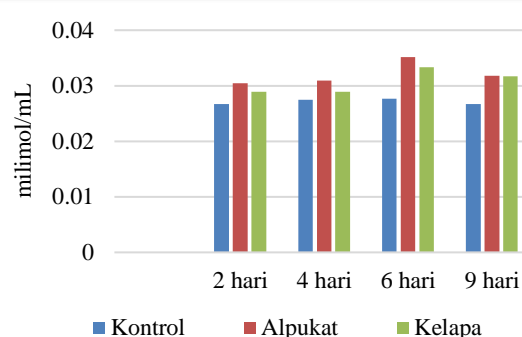
Uji asam lemak bebas dilakukan dengan metode titrasi asam basa untuk mengetahui jumlah asam lemak yang dibebaskan selama masa fermentasi. Jumlah asam lemak bebas dinyatakan dalam satuan milimol/mL. Gambar 1 menunjukkan aktivitas enzim lipase dari isolat jamur Al dan Cl dengan 4 waktu inkubasi.

**Tabel 1.** Asam lemak yang dibebaskan selama fermentasi

Isolat Jamur	Asam lemak bebas (milimol/mL)			
	2 hari	4 hari	6 hari	9 hari
Kontrol (CM)	0,026	0,027	0,027	0,026
Alpukat (Al)	0,030	0,030	0,035	0,031
Kelapa (Cl)	0,028	0,028	0,033	0,031

**Tabel 2.** Uji statistik asam lemak bebas berdasarkan jenis isolat jamur

Multiple Comparison		
Dependent Variable: Asam Lemak Bebas		
(I) Jenis Isolat Jamur	(J) Jenis Isolat Jamur	Sig.
Kontrol (CM)	Alpukat (CA)	,000
	Kelapa (Cl)	,001
Alpukat (CA)	Kontrol (CM)	,000
	Kelapa (Cl)	,170
Kelapa (Cl)	Kontrol (CM)	,001
	Alpukat (CA)	,170



**Gambar 1.** Asam lemak yang dibebaskan oleh isolat jamur Al dan Cl

**Tabel 3.** Uji statistik asam lemak bebas berdasarkan waktu inkubasi

Multiple Comparisons		
Dependent Variable: Asam Lemak Bebas		
(I) Waktu Inkubasi	(J) Waktu Inkubasi	Sig.
2 hari	4 hari	,717
	6 hari	,006
	9 hari	,229
4 hari	2 hari	,717
	6 hari	,013
	9 hari	,394
6 hari	2 hari	,006
	4 hari	,013
	9 hari	,084
9 hari	2 hari	,229
	4 hari	,394
	6 hari	,084

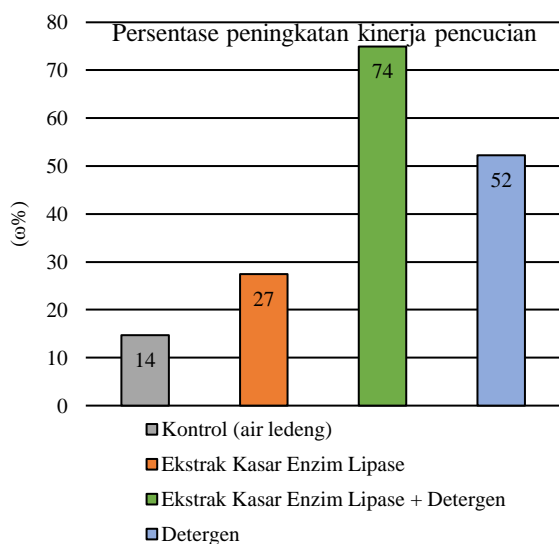
Hasil uji Two Way Anova menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan asam lemak bebas yang dihasilkan oleh isolat jamur Al dan Cl (sig. 0,170). Namun jika dibandingkan dengan kontrol, terdapat perbedaan kandungan asam lemak bebas berdasarkan perlakuan yang diberikan (sig. 0,00). Ini berarti asam lemak yang dibebaskan kedua isolat jamur tersebut sama. Sehingga keduanya patut untuk diuji lanjut dengan uji *washing test*.

Uji waktu inkubasi menunjukkan hasil bahwa waktu inkubasi yang berpengaruh signifikan adalah hari ke-6. Waktu inkubasi pada hari ke-6 berbeda nyata dengan hari ke-2 (sig. 0,006) dan hari ke-4 (sig. 0,013). Dibandingkan dengan perlakuan lainnya, hari ke-6 adalah yang paling berpengaruh signifikan. Berdasarkan hasil uji statistik tersebut diambil keputusan bahwa produksi enzim akan dilakukan dengan isolat

jamur A1 dan waktu inkubasi selama 6 hari. Alasan hanya isolat jamur A1 yang dipilih, bukan keduanya meskipun isolat jamur C1 juga sama potensialnya adalah karena keterbatasan alat, bahan, serta waktu. Sehingga hanya isolat jamur A1 yang dipilih untuk produksi dan uji lanjut *washing test*.

### Washing test

*Washing test* dilakukan untuk mengetahui kemampuan hidrolisa enzim lipase terhadap noda minyak pada kain pada saat pencucian, dengan memberikan 4 perlakuan berbeda. Tujuan dilakukannya *washing test* adalah untuk menentukan layak atau tidaknya lipase dari isolat jamur atau kelapa digunakan sebagai aditif dalam detergen. Hasil uji *washing test* dapat dilihat pada tabel 4. Berdasarkan uji statistik pada tabel 5 diketahui bahwa semua perlakuan, kecuali ekstrak kasar enzim lipase berbeda signifikan dengan kontrol.



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Washing Test

Tabel 4. Hasil uji *washing test*

Perlakuan	Kemampuan hidrolisa enzim terhadap molekul lemak ( $\omega$ %)
Kontrol (air ledeng)	14
Ekstrak Kasar Enzim Lipase	27
Ekstrak Kasar Enzim Lipase + Detergen	74
Detergen	52

Tabel 5. Hasil uji *washing test*

Multiple Comparisons		
Dependent Variable: <i>Washing Test</i>		
Tukey HSD		
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Sig.
K	E	,099
	ED	,000
	D	,000
E	K	,099
	ED	,000
	D	,003
ED	K	,000
	E	,000
	D	,006
D	K	,000
	E	,003
	ED	,006

Keterangan:

K = kontrol (air ledeng)

E = ekstrak kasar enzim lipase

ED = ekstrak kadar enzim lipase + detergen

D = detergen

### Pembahasan

#### Asam lemak yang dibebaskan oleh isolat jamur alpukat (A1) dan kelapa (C1) selama fermentasi

Enzim lipase dari isolat jamur A1 dan C1 diuji kandungan asam lemak bebasnya dalam rentang waktu inkubasi yang bervariasi, bertujuan untuk mengetahui waktu inkubasi terbaik isolat jamur pada media SSF menggunakan ampas tebu, serta menyeleksi jenis isolat jamur yang paling tinggi aktivitas lipolitiknya. Tabel 1 dan gambar 1 telah dipaparkan hasil uji asam lemak bebas dengan metode titrasi asam basa, yang menunjukkan bahwa asam lemak bebas tertinggi diperoleh dari kedua isolat jamur pada hari inkubasi ke-6 sebesar 0,03 milimol. Data juga telah diuji secara statistik menggunakan uji Two Way Anova memperlihatkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara asam lemak bebas yang dihasilkan isolat jamur A1 dan isolat jamur C1. Sedangkan waktu inkubasi menunjukkan hari ke-6 adalah waktu inkubasi yang paling berbeda nyata dalam mempengaruhi peningkatan konsentrasi asam lemak bebas dari kedua isolat jamur.

Merujuk pada hasil penelitian Sedijani *et al.*, (2021) aktivitas enzim lipase baik dari isolat jamur A1 maupun isolat jamur C1 secara statistik tidak berbeda nyata, dalam artian memiliki potensi yang



sama, ditunjukkan dengan jumlah *olive oil* yang berhasil terdegradasi. Penelitian ini ditunjukkan dari konsentrasi asam lemak bebas yang terukur dalam satuan milimol/mL, sementara pada penelitian Sedijani *et al.*, (2021) ditunjukkan secara kualitatif berdasarkan luas zona bening di sekitar koloni jamur tersebut yang terbentuk pada media kultur SDA (Sabouraud Dextrose Agar) merk KgaA diproduksi oleh EMD Milipore Coporation. Aktivitas lipolitik jamur tersebut dengan metode SSF yang dilaksanakan pada penelitian ini mencatat aktivitas tertinggi ditemukan setelah 6 hari masa inkubasi. Uji awal menunjukkan kedua isolat jamur memiliki potensi, namun dalam penelitian ini hanya 1 isolat yang diuji untuk *washing test*.

### **Washing Test**

Uji *washing test* dilakukan dengan isolat jamur Al. Isolat jamur tersebut diinkubasi pada media ampas tebu selama 6 hari, dipanen enzimnya, lalu ekstrak kasar enzim tersebut digunakan untuk uji mencuci. Grafik pada gambar 3 menunjukkan hasil pencucian. Kontrol (hanya dengan air ledeng saja) menghasilkan aktivitas sebesar 14%. Sementara itu hasil pencucian dengan penambahan ekstrak kasar enzim lipase mencapai 27%. Dibandingkan dengan kedua perlakuan tersebut, penambahan dengan ekstrak kasar enzim lipase dan detergen komersil (Rinso) mencapai angka 74%, dan penambahan detergen komersil (Rinso) saja hanya mencapai angka 52%.

Data *washing test* kemudian diuji secara statistik dengan uji One Way Anova. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan kontrol (air ledeng saja) dan penambahan ekstrak kasar enzim lipase tidak berbeda signifikan. Sedangkan perlakuan dengan enzim lipase + detergen berbeda signifikan dengan ketiga perlakuan lainnya. Ini menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kasar enzim lipase berpengaruh terhadap kinerja pencucian, dan enzim lipase dari isolat jamur Al kompatibel dengan komponen detergen komersil.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Weerasooriya & Kumarasinghe (2012) yang menunjukkan hasil bahwa sejumlah besar asam lemak dibebaskan ketika enzim lipase alkali dari biji karet digunakan bersamaan dengan detergen komersil, yang mengarah pada penghilangan noda yang lebih baik. Weerasooriya & Kumarasinghe (2012) menguji enzim lipase alkali dari biji karet tersebut dengan 4 macam perlakuan *washing test* seperti yang dilakukan

dalam penelitian ini, dengan variasi detergen yang lebih beragam. Enzim lipase tersebut menunjukkan stabilitas yang tinggi terhadap detergen merk Sunlight, dengan mempertahankan aktivitas residu sebesar 88% setelah 1 jam inkubasi.

Penelitian lainnya oleh Romdhane *et al.*, (2010) juga memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa TTL (*Talaromyces thermophilus lipase*) stabil dengan adanya penambahan bahan pencuci padat. Faktanya 85%, 80%, 75%, 65% dan 53% dari sisa aktivitas lipase dipertahankan setelah 1 jam inkubasi pada suhu 40°C dengan adanya detergen merk Axion, New Det, Dixan, Ariel dan OMO. Jurado *et al.*, (2007) dalam ulasannya menunjukkan bahwa tes pencucian yang dilakukan pada perangkat BSF (*Bath Substrate Flow*) dengan enzim lipase dari *Thermomyces lanuginosus* dapat meningkatkan kinerja detergen secara signifikan serta mencegah pengendapan kembali kotoran yang dibuang. Persentase minyak zaitun yang berhasil dihilangkan adalah sebesar 55%. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa enzim lipase yang dianggap potensial sebagai aditif dalam detergen adalah enzim lipase yang dapat meningkatkan kinerja pencucian sekitar 50-80%.

Enzim lipase dari isolat jamur Al dapat dikatakan potensial untuk diaplikasikan pada bidang biodetergen. Ekstrak kasar enzim lipase yang tidak ditambahkan zat apapun menunjukkan kinerja pencucian sebesar 27%, lebih tinggi dari kontrol (air ledeng saja) yang mencapai 14%, namun lebih rendah dibandingkan kinerja pencucian dengan detergen komersil yang mencapai 52%. Ini dapat dipahami karena enzim tersebut masih berupa ekstrak kasar, yang bahkan sudah mencapai 50% dari kinerja detergent komersil. Hal ini tentu sangat menghemat secara ekonomi. Kinerja pencucian hingga 74% dengan penggabungan antara ekstrak kasar enzim lipase dan detergen komersil (Rinso) menunjukkan bahwa ekstrak kasar enzim lipase dari isolat jamur Al kompatibel dengan komponen detergen, dan penambahan enzim tersebut memberikan pengaruh signifikan terhadap kinerja pencucian. Hal ini sesuai dengan tes sebelumnya bahwa Al aktif pada pH alkalin. Dengan demikian, mencuci dengan melibatkan lipase dari jamur Al selain hemat juga ramah lingkungan. Selanjutnya adalah menarik untuk mencoba kinerja enzim saat dipekatkan dan melihat berapa konsentrasi enzim terbaik guna mendapatkan kinerja cuci yang lebih baik, atau jika

mungkin dapat menjadi alternatif bagi detergent komersil. Sebagai tambahan, bio assay dan akarakterisasi enzim lebih jauh sangat perlu dilakukan.

## Kesimpulan

Enzim lipase dari isolat jamur *Al* genus *Trichoderma* meningkatkan kinerja pencucian dari 52% (detergent saja) hingga 74% dalam kombinasi dengan ekstrak kasar enzim, dengan demikian lipase dari jamur *Al* berpotensi untuk dilibatkan dalam produksi biodetergent.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih dan apresiasi kepada Universitas Mataram yang telah mendanai penelitian ini melalui pendanaan DIPA/BLU dengan schema penelitian PNBPN Tahun Anggaran 2023. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pimpinan beserta staf laboratorium Pend. Biologi, Laboratorium Pend. Kimia dan Laboratorium Bersama yang telah memfasilitasi dalam pengumpulan data. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Nida'an Khovia yang telah aktif membantu dalam pengumpulan data, serta pihak-pihak lainnya yang telah membantu dalam bentuk apapun dalam penelitian ini.

## Referensi

- Amara, A. A., Salem, S. R., & Shabeb, M. S. A. (2009). The Possibility to Use Bacterial Protease and Lipase as Biodetergent. *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry*, 4(2), 104–114. DOI: [https://www.idosi.org/gjbb/gjbb4\(2\)09/7.pdf](https://www.idosi.org/gjbb/gjbb4(2)09/7.pdf)
- Andaka, G. (2013). Optimasi Konsentrasi Asam Sulfat Dan Kecepatan Pengadukan Pada Proses Hidrolisis Ampas Tebu Menjadi Furfural. *Jurnal Teknologi Technoscintia*, 5(2), 152–161. URL: <https://journal.akprind.ac.id/index.php/technoscintia/article/view/537>
- Arifiani, N., Norma Ethica, S., Studi, P. D., & Kesehatan Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang, A. (2018). Isolasi Bakteri Penghasil Lipase dan Protease yang Berpotensi sebagai Agen Bioremediasi dari Limbah Biomedis Cair Puskesmas Halmahera Kota Semarang. In *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus* (Vol. 1). URL: <https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/mahasiswa/article/view/156>
- Cordova, J., Nemmaoui, M., Ismaili-Alaoui, M., Morin, A., Roussos, S., Raimbault, M., & Benjlali, B. (1998). Lipase production by solid state fermentation of olive cake and sugar cane bagasse. In *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic* (Vol. 5). URL: <http://hdl.handle.net/10625/18609>
- E. Sirisha, N. Rajasekar, & M. Lakshmi Narasu. (2010). Isolation and Optimization of Lipase Producing Bacteria from Oil Contaminated Soils. *Advances in Biological Research*, 4(5), 249–252. URL: [https://www.idosi.org/abr/4\(5\)/2.pdf](https://www.idosi.org/abr/4(5)/2.pdf)
- Falony, G., Coca Armas, J., Mendoza, J. C. D., & Martínez Hernández, J. L. (2006). Production of Extracellular Lipase from *Aspergillus niger* by Solid-State Fermentation. *Biotechnol*, 44(2), 235–240. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/161921>
- FAO. (2015). FAO Statistical Pocketbook 2015: World food and agriculture. In *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. URL: <https://www.fao.org/documents/card/en/cc2211en>
- Firdaus, Dali, S., & Rusman, H. J. (2017). Imobilisasi Enzim Lipase Dedak Padi (*Oryza Sativa* L.) Pada Karbon Aktif: Karakterisasi, dan Uji Stabilitas Kerja Enzim Imobil. *Indo. J. Chem. Res.*, 5(1), 32–36. DOI: <https://doi.org/10.30598/ijcr.2017.5-fir>
- Hasan, F., Shah, A. A., & Hameed, A. (2006). Industrial applications of microbial lipases. *Enzyme and Microbial Technology*, 39(2), 235–251. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2005.10.016>
- Hasan, F., Shah, A., Javed, S., & Hameed, A. (2010). Enzymes used in detergents: Lipases. *African Journal of Biotechnology*, 9(31), 4836–4844. DOI: [10.5897/AJBx09.026](https://doi.org/10.5897/AJBx09.026)

- Jurado, E., Bravo, V., Luzón, G., Fernández-Serrano, M., García-Román, M., Altmajer-Vaz, D., & Vicaria, J. M. (2007). Hard-surface cleaning using lipases: Enzyme-surfactant interactions and washing tests. *Journal of Surfactants and Detergents*, 10(1). DOI: <https://doi.org/10.1007/s11743-006-1009-z>
- Layly, I. R., & Nita Oktavia Wiguna. (2016). Studi Potensi Lipase *Alcaligenes faecalis* Untuk Aplikasi Biodeterjen. *Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 3(2). Diakses dari: URL: <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JBBI>
- Maftuhah, A. N., Susanti, A., Febrianti, R., Fakultas, A., Universitas, P., Wahab, K. A., Jombang, H., Balai, ), Perbenihan, B., Proteksi, D., Perkebunan, T., Bbptp, (, & Surabaya, ). (2019). Uji Efektivitas Sifat Antagonisme Lima Isolat Lokal *Trichoderma* spp. Terhadap *Fusarium* sp. *Agrosaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 1(1), 1–4. DOI: DOI: <https://doi.org/10.32764/agrosaintifika.v1i1.306>
- Manan, M. A., & Webb, C. (2017). Modern microbial solid state fermentation technology for future biorefineries for the production of added-value products. In *Biofuel Research Journal* (Vol. 4, Issue 4, pp. 730–740). Green Wave Publishing of Canada. DOI: <https://doi.org/10.18331/BRJ2017.4.4.5>
- M.K.B. Weerasooriya, & A.A.N. Kumarasinghe. (2012). Isolation of alkaline lipase from rubber seed-Partial purification, characterization and its potential applications as a detergent additive. *Article in Indian Journal of Chemical Technology*, 19, 244–249. URL: <https://www.researchgate.net/publication/267366645>
- Mukherjee, A. K., Adhikari, H., & Rai, S. K. (2008). Production of alkaline protease by a thermophilic *Bacillus subtilis* under solid-state fermentation (SSF) condition using *Imperata cylindrica* grass and potato peel as low-cost medium: Characterization and application of enzyme in detergent formulation. *Biochemical Engineering Journal*, 39(2). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bej.2007.09.017>
- Ridder, E. R., Nokes, S. E., & Knutson, B. L. (1998). Optimization of solid-state fermentation parameters for the production of xylanase by *Trichoderma longibrachiatum* on wheat bran. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 41(5), 1453–1459. DOI: <https://doi.org/10.13031/2013.17281>
- Romdhane, I. B. Ben, Fendri, A., Gargouri, Y., Gargouri, A., & Belghith, H. (2010). A novel thermoactive and alkaline lipase from *Talaromyces thermophilus* fungus for use in laundry detergents. *Biochemical Engineering Journal*, 53(1). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bej.2010.10.002>
- Santhosh Kumar, D., & Ray, S. (2014). Fungal Lipase Production by Solid State Fermentation-An Overview. *Journal of Analytical & Bioanalytical Techniques*, 06(01). DOI: <https://doi.org/10.4172/2155-9872.1000230>
- Sedijani, P., Rasmi, D. A. C., Kusmiyati, K., & Anggriani, R. A. (2021). Powerful Lipolytic Activity of Fungi Isolated from Coconut and Avocado Flesh on Different pH and Temperature. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(SpecialIssue), 365–369. DOI: <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7ispecialissue.1261>
- Sharma, R., Chisti, Y., & Banerjee, U. C. (2001). Production, purification, characterization, and applications of lipases. *Biotechnology Advances*, 19(8), 627–662. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0734-9750\(01\)00086-6](https://doi.org/10.1016/S0734-9750(01)00086-6)
- Verma N, Thakur S, & Bhatt AK. (2012). Microbial Lipases: Industrial Applications and Properties (A Review). In *International Research Journal of Biological Sciences* (Vol. 1, Issue 8). [www.isca.in](http://www.isca.in)
- Zahria, I., Nawfa, R., & Zahria, I. (2015). Pemindaian Jamur Kontaminan Ampas Tebu untuk Produksi Enzim Selulase. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 4(2). DOI: [10.12962/J23373520.V4I2.13420](https://doi.org/10.12962/J23373520.V4I2.13420)