

Pembuatan Larutan Fermentasi Ensim Buah



Maria Caecilia Nanny Setiawati
Lia Kusmita
Lindayani

Pembuatan Larutan Fermentasi Ensim Buah

Maria Caecilia Nanny Setiawati
Lia Kusmita
Lindayani

Pembuatan Larutan Fermentasi Ensim Buah

Penulis:

- Maria Caecilia Nanny Setiawati
- Lia Kusmita
- Lindayani

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis dan Penerbit.

©Universitas Katolik Soegijapranata 2024

ISBN : 978-623-5997-72-8

Desain Sampul : Lindayani

Perwajahan Isi : Ignatius Eko

Ukuran : A5 (14.5 x 21 cm)

Font : Segoe UI 12

Tanggal Terbit : November 2024

vii + 50

PENERBIT:

Universitas Katolik Soegijapranata

Anggota APPTI No. 003.072.1.1.2019

Anggota IKAPI No 209/ALB/JTE/2021

Jl. Pawiyatan Luhur IV/1 Bendan Duwur Semarang 50234

Telpon (024)8441555 ext. 1388

Website: <https://www.unika.ac.id/upt-publishing/>

Email Penerbit: ebook@unika.ac.id

Prakata

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya yang tak pernah henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah buku yang berjudul "Pembuatan Larutan Fermentasi Ensim Buah". Buku ini merupakan hasil tulisan bersama, 3 anggota tim pengabdian masyarakat, Maria Caecilia Nanny Setiawati dan Lia Kusmita dosen Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Yayasan Pharmasi Semarang serta Lindayani dosen Unika Soegijopranoto Semarang. Buku ini menjelaskan berbagai ensim dalam buah-buahan dan manfaatnya serta larutan fermentasi secara umum dan tentang pembuatan larutan fermentasi ensim buah. Larutan fermentasi ensim buah perlu dikenalkan kepada masyarakat luas, karena produk ini besar manfaatnya bagi kesehatan masyarakat secara umum.

Buku ini merupakan salah satu luaran publikasi Hibah Pengabdian kepada Masyarakat skema Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat, tahun anggaran 2024. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada KEMDIKBUDRISTEK yang telah

memberikan dana program Pengabdian kepada Masyarakat, tahun pendanaan 2024, dengan no kontrak 69/E5/PG.02.00/PM.BATCH.2/2024

Penulis menyadari, bahwa dengan keterbatasan kemampuan, masih banyak kekurangan dalam penyusunan buku ini. Semoga buku ini bermanfaat bagi para pembaca dan bagi masyarakat secara luas yang mau memanfaatkan buah hasil kebun sendiri (bersama dengan tetangga-tetangga sekitar rumah) untuk membuat larutan fermentasi ensim buah.

Semarang, -- November 2024

Penulis

Maria Caecilia Nanny Setiawati

Daftar isi

Prakata	i
Daftar isi	v
Bab 1 Enzim dalam Buah-Buahan dan Manfaatnya	1
1.1. Pengertian Enzim	1
1.2. Peran Enzim Pada Fisiologi Buah-buahan.....	5
1.3. Macam-macam Enzim Dan Manfaatnya.....	6
Bab 2 Pengenalan Larutan Fermentasi	13
2.1. Pendahuluan.....	13
2.2. Fermentasi dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi.....	14
2.3. Pentingnya Fermentasi.....	18
2.4. Sejarah Fermentasi	19
2.5. Jenis dan peran mikroba	22
2.6. Fermentasi Alkohol.....	25
2.6.1.Reaksi kimianya:	25
2.6.2.Persamaan Reaksi Kimia.....	26
2.7. Fermentasi makanan.....	26

Bab 3 FERKOSIM dan FERLASIM.....	29
3.1. Pengertian Ferkosim dan Ferlasim.....	29
3.2. Apa itu Larutan Ferkosim/Eco Enzyme?	30
3.3. Proses Pembuatan Eco Enzyme	32
3.4. Manfaat Eco Enzyme	36
3.5. Manfaat Eco Enzyme Bagi Kesehatan	39
3.6. Ferlasim	42
3.7. Langkah pembuatan Ferlasim.....	44
Daftar Pustaka.....	51

Daftar Gambar

Gambar 1.1.	4
Gambar 1.2.	7
Gambar 3.1.	26
Gambar 3.2.	28
Gambar 3.3.	30
Gambar 3.4.	31
Gambar 3.5.	37
Gambar 3.6.	38
Gambar 3.7.	38
Gambar 3.8.	39
Gambar 3.9.	39

Bab 1

Enzim dalam Buah-Buahan dan Manfaatnya

1.1. Pengertian Enzim

Kehadiran enzim di alam telah diketahui selama lebih dari satu abad. Enzim, juga dikenal sebagai biokatalis, adalah zat biologis yang memulai atau mempercepat laju reaksi biokimia dalam organisme hidup, organisme tidak dikonsumsi dalam reaksi. Meskipun enzim diproduksi di dalam sel hidup, enzim dapat bekerja secara aktif secara *in vitro*, yang menyebabkan enzim berguna dalam proses industri.

Sebagian besar enzim adalah protein, tapi tidak semua. RNA dan antibodi juga dapat bertindak sebagai katalis yang masing-masing dikenal sebagai ribozim dan abzim (Kuddus, 2019). Mirip dengan semua protein, struktur enzim terdiri atas satu atau lebih rantai Panjang asam amino yang saling berhubungan. Setiap enzim terdiri atas struktur

berurutan yang unik, terdiri dari asam amino, dan mempunyai bentuk yang khas. Pada masing-masing enzim, terdapat situs aktif di mana reagen bertemu dan bereaksi. Sisi aktif pada suatu enzim hanya dapat menampung jenis reagen tertentu dan hanya satu saja jenis reaksi dapat dikatalisis oleh enzim tertentu.

Enzim berperan penting dalam pencernaan makanan, karena enzim terdiri atas protein membantu melakukan berbagai fungsi dalam tubuh. Enzim tertentu dihasilkan di dalam tubuh, beberapa diperoleh dari makanan. Enzim yang terdapat secara alami pada tumbuhan dimetabolisme setelah cerna dan aman. Enzim penting untuk kualitas buah segar seperti pertumbuhan dan pematangan buah serta pemeliharannya selama transportasi dan penyimpanan.

Sebagian besar enzim penting untuk menjaga kualitas dan metabolisme buah, tetapi ada juga yang memiliki efek yang tidak diinginkan terhadap warna, rasa, dan aroma buah-buahan. Enzim lipoksigenase berpengaruh terhadap rasa dan bau pada buah-buahan tertentu. Enzim lainnya yang mempengaruhi rasa dan bau adalah lipase dan peroksidase. Perubahan warna terjadi pada buah-buahan dan

sayuran, berpengaruh negatif terhadap rasa dan nutrisi terutama disebabkan oleh fenol oksidase. Buah-buahan dan sayuran mengandung berbagai zat yang mempengaruhi penampakan fisik dan kimianya. Adanya pektin mempengaruhi tekstur. Aktivitas pektinase di dalam buah-buahan berpengaruh terhadap pelunakan; keberadaan asam askorbat mempengaruhi ketersediaan vitamin (Chatterjee & Sharma, 2018).

Enzim yang paling umum terdapat dalam buah-buahan adalah Protease. Protease mempercepat pemecahan protein menjadi unit-unit asam amino yang lebih kecil. Enzim berperan sesuai dengan kegunaannya. Beberapa enzim buah seperti papain sumbernya pada papaya; bromelain sumbernya pada nanas. Selain itu mangga dapat berperan memecah karbohidrat menjadi glukosa dan maltose. Alpukat berperan terhadap perombakan lemak oleh adanya lipase. Aprikot mengandung enzim invertase, enzim pencernaan yang berperan memecah gula buah dan mengirimkan energi dengan cepat ke sel-sel tubuh. Pisang mengandung enzim amilase dan glucosidas.

Sedangkan kiwi mengandung enzim actinidain yang dapat membantu kerja enzim pencernaan. Beberapa buah-buahan yang berguna untuk pencernaan



Gambar 1. 1. Buah-buahan yang mengandung enzim secara alami berperan penting dalam proses pencernaan.

1.2. Peran Enzim Pada Fisiologi Buah-Buahan

Pada proses fisiologi buah-buahan, enzim mempunyai peran penting.

1. Saat pertumbuhan

Saat pertumbuhan, enzim selulase berperan terhadap penguraian selulosa, membantu menguraikan dinding sel. Selain itu, enzim amilase dan fosforilase juga berperan terhadap terhadap perubahan gula menjadi pati, menyimpan energi. Sedangkan enzim fenolase dan peroksidase berperan terhadap pembentukan warna buah.

2. Proses Pematangan

Pada saat proses pematangan, terjadi penguraian selulosa. Enzim selulase dan pektinase memecah dinding sel, hal ini yang membuat buah menjadi lunak. Selain terjadi penguraian selulosa, terjadi pula penguraian pati. Enzim amilase mengubah pati menjadi gula hal ini berpengaruh terhadap meningkatnya kandungan gula. Pada proses pematangan, juga terjadi pembentukan aroma. Enzim lipoksigenase dan alkohol dehidrogenase berperan dalam pembentukan aroma buah. Untuk tekstur buah, yang berperan aktif adalah enzim protease yang memecah protein.

3. Setelah Panen

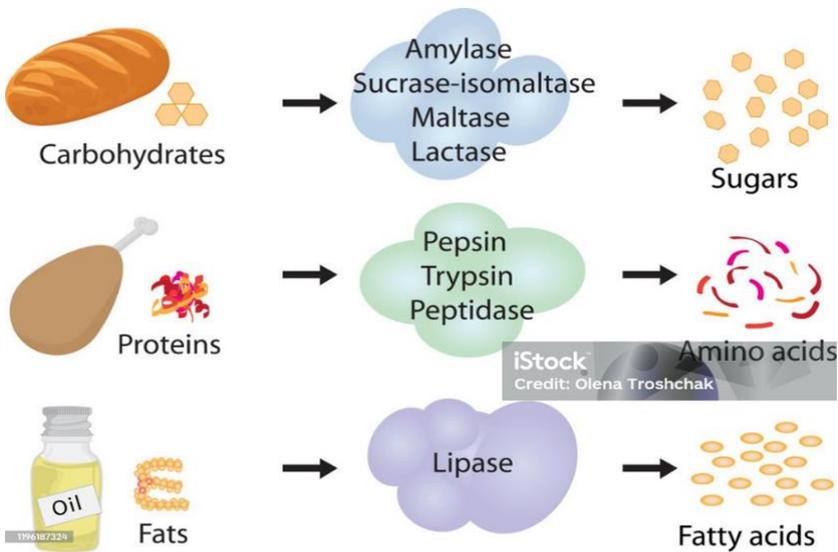
Enzim yang berperan setelah panen diantaranya katekin dan epikatekin membantu menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur. Enzim yang berperan terhadap penguraian sel yang berpengaruh terhadap tekstur dan warna adalah enzim protease dan lipase. Pembentukan *flavor* dan aroma dipengaruhi oleh enzim esterase dan lipase.

Secara umum dapat diketahui beberapa jenis dan peran enzim.

1. Selulase, menguraikan selulosa.
2. Pektinase, menguraikan pektin.
3. Amilase, menguraikan pati.
4. Fenolase, membentuk warna dan aroma.
5. Peroksidase, membentuk warna.
6. Protease, menguraikan protein.
7. Lipase, menguraikan lemak.

1.3. Macam-macam enzim dan manfaatnya

Enzim yang bekerja dalam pencernaan manusia, yaitu protease, lipase, amilase. Protease yang memiliki fungsi memecah protein menjadi peptida kecil dan asam amino. Kekurangan enzim protease dapat menyebabkan alergi serta keracunan. Lipase yang memiliki fungsi memecah lemak menjadi tiga asam lemak ditambah molekul gliserol. Kekurangan lipase dapat menyebabkan kekurangan vitamin yang larut dalam lemak seperti vitamin A, D, E, dan K Sedangkan amilase yang memiliki fungsi memecah karbohidrat seperti pati menjadi gula sederhana. Kekurangan amilase dapat menyebabkan diare. Enzim-enzim ini berperan penting dalam proses pencernaan makanan. Berikut penjelasan secara umum peran enzim dalam bahan pangan yang merombak senyawa kompleks menjadi bagian yang sederhana sehingga dapat dimanfaatkan oleh tubuh.



Gambar 1. 2. Penjelasan singkat enzim yang berperan pada proses perombahan bahan pangan menjadi bagian yang sederhana.

Manfaat enzim di dalam pencernaan, berperan memecah lemak, protein dan karbohidrat serta mengubahnya menjadi energi dan menggunakan nutrisi untuk pertumbuhan dan perbaikan sel. Selain itu, enzim juga dapat membantu dalam hal pernapasan, pembentukan otot, fungsi saraf dan mengeluarkan zat beracun dari dalam tubuh.

Buah-buahan banyak dimanfaatkan sebagai bahan untuk membuat minuman fermentasi. Secara alami buah-buahan mengandung enzim yang dapat memberikan manfaat terhadap kesehatan tubuh manusia. Umumnya enzim tersebut berperan sebagai enzim pencernaan. Enzim pencernaan memiliki manfaat seperti:

1. Membantu penyerapan nutrisi makanan lebih baik.
2. Mencegah inflamasi.
3. Mempercepat penyembuhan jaringan pada kulit yang terluka, pasca operasi serta mengurangi bengkak dan nyeri setelahnya.
4. Mencegah kanker, menurunkan risiko kanker perut.
5. Mengurangi gejala *Irritable Bowel Syndrome* (IBS) dan *Inflammatory Bowel Disease* (IBD).
6. Mencegah rasa nyeri berkepanjangan. Dapat berpengaruh mengurangi nyeri pada kepala bagi yang mengalami gastroparesis, yaitu keadaan terhambatnya pengosongan lambung karena gangguan otot lambung, juga mengalami migrain.
7. Membuat kulit sehat.

8. Mengatasi Hipokloridia. Hipokloridia adalah kondisi dimana asam lambung dalam tubuh rendah, hal ini biasa terjadi pada lansia, orang yang stres atau konsumsi obat maag berkepanjangan. Pada dasarnya asam lambung dan enzim pencernaan bekerja sama untuk mencerna makanan, namun bila asam lambung tidak cukup maka akan terjadi gangguan saluran cerna dan kekurangan gizi. Maka konsumsi makanan kaya enzim pencernaan akan terhindar dari hipoklorida.
9. Mencegah penyakit autoimun. Seperti *Celiac*, disebabkan karena proses pencernaan yang terganggu dan tidak dapat mencerna gluten. Hal ini menyebabkan reaksi autoimun berupa inflamasi dan kerusakan pada usus sehingga penyerapan makanan juga terhambat. Pada kasus ini, enzim pencernaan seperti protease dan peptidase akan membantu mengatasinya.
10. Memperbaiki fokus otak dan *mood*. Dopamin dan serotonin merupakan *neurotransmitter* yang ada di otak dengan tugasnya masing-masing. Dopamin berperan dalam mempengaruhi emosi, gerakan, rasa senang,

serta meningkatkan fokus dan memori, neurotransmitter ini sebagian besar diproduksi di otak bagian tengah, namun juga di pankreas. Sedangkan serotonin berfungsi memperbaiki *mood* serta mencegah depresi, 90% neurotransmitter ini diproduksi oleh saluran cerna. Saat pencernaan dan enzim-enzimnya terganggu maka produksi *neurotransmitter* ini juga akan berkurang sehingga berpengaruh pada fokus otak dan *mood*.

Bab 2

Pengenalan Larutan Fermentasi

2.1. Pendahuluan

Bioteknologi adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup (bakteri, fungi, virus, dan lain-lain) maupun produk dari makhluk hidup (enzim, alkohol, antibiotik, asam organik) dalam proses produksi untuk menciptakan barang dan jasa yang dapat digunakan oleh manusia. Bioteknologi telah digunakan sejak lama, untuk menghasilkan produk yang diinginkan dengan menggunakan mikroorganisme, seperti pada proses pembuatan roti, bir, keju dan lain-lain. Sampai saat ini, pemanfaatan bioteknologi telah merambah hampir ke seluruh aspek kehidupan

Bidang pangan yang memanfaatkan ioteknologi konvensional (suatu bioteknologi secara sederhana dan sudah lama berkembang dengan memanfaatkan mikroba) yaitu fermentasi. Biasanya mikroorganisme yang dipakai relatif terbatas juga.

Berawal dari percobaan Lous Pasteur dengan penemuannya terkait mikroorganisme dalam berfermentasi, kemudian masyarakat dapat membuat produk makanan baru secara konvensional dengan memanfaatkan mikroorganisme.

Bioteknologi konvensional dilakukan berdasarkan pengalaman secara turun temurun dan belum dapat diproduksi secara massal dan dilakukan secara sederhana. Pemanfaatan mikroorganisme dapat digunakan untuk memproduksi alkohol, asam asetat, gula atau bahan makanan lainnya.

2.2. Fermentasi dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

Menurut Menurut Jay dkk. (2005), fermentasi adalah proses perubahan kimiawi, dari senyawa kompleks menjadi lebih sederhana dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikrobia. Aktivitas enzim yang berperan dalam proses fermentasi diantaranya enzim amilase, protease dan lipase.

Fermentasi memiliki arti yang berbeda bagi ahli biokimia dan mikrobiologi industri. Arti fermentasi pada bidang biokimia dihubungkan

dengan pembangkitan energi oleh katabolisme senyawa organik. Pada bidang mikrobiologi industri, fermentasi mempunyai arti yang menggambarkan setiap proses untuk menghasilkan produk dari pembiakan mikroorganisme. Dari uraian tersebut dapat diartikan bahwa fermentasi mempunyai pengertian suatu proses terjadinya perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme.

Fermentasi merupakan salah satu reaksi penguraian substrat yang dibantu oleh mikroba tertentu. Fermentasi juga biasa disebut dengan nama peragian. Pengertian lain tentang fermentasi ialah suatu reaksi biokimia untuk memecah molekul gula menjadi bentuk yang lebih sederhana dan menghasilkan energi serta substansi. Fermentasi tidak memerlukan oksigen dan bersifat anaerob.

Berdasarkan sumber mikroorganisme, proses fermentasi dibagi 2 (dua) yaitu :

1. **Fermentasi spontan**, adalah fermentasi bahan pangan dimana dalam pembuatannya tidak ditambahkan mikroorganisme dalam bentuk starter atau ragi, tetapi mikroorganisme

berkembang baik secara spontan karena lingkungan hidupnya dibuat sesuai untuk pertumbuhannya, dimana aktivitas dan pertumbuhan bakteri asam laktat dirangsang karena adanya garam, contohnya pada pembuatan sayur asin.

2. **Fermentasi tidak spontan** adalah fermentasi yang terjadi dalam bahan pangan yang dalam pembuatannya ditambahkan mikroorganisme dalam bentuk starter atau ragi, dimana mikroorganisme tersebut akan tumbuh dan berkembangbiak secara aktif merubah bahan yang difermentasi menjadi produk yang diinginkan contohnya pembuatan nata de coco dan oncom.

Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi adalah sebagai berikut:

1. **Nutrisi**

Aktivitas *A. xylinum* dalam menghasilkan produk fermentasi, dipengaruhi oleh kandungan glukosa dalam substrat atau media yang digunakan. Penambahan gula ke dalam larutan

dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dan karbon bagi *A. xylinum*.

2. Tingkat Keasaman (pH).

Pengaturan pH pada pembuatan larutan fermentasi dapat dilakukan dengan penambahan cuka makan sehingga pH media lebih asam. Keasaman yang rendah meningkatkan pertumbuhan *A. xylinum* dan mencegah kontaminasi jenis bakteri lain.

Fermentasi juga menghasilkan alkohol, asam asetat, asam laktat, asam lemak, dan asam propionik. Tak hanya itu, proses ini juga mendukung pertumbuhan bakteri baik. Bakteri baik disebut juga probiotik yang dapat melawan bakteri jahat penyebab infeksi di saluran cerna.

Nah, probiotik diketahui bisa mengurangi proses penyerapan gula dari usus ke darah. Dengan begitu, risiko terjadinya diabetes melitus dan komplikasinya, seperti penyakit jantung dan kerusakan saraf, bisa berkurang.

Probiotik juga membantu tubuh menghasilkan banyak vitamin, seperti vitamin B1, vitamin B2, vitamin B3, vitamin B5, vitamin B6, vitamin B12, dan

vitamin K. Berbagai vitamin tersebut diketahui dapat menurunkan risiko terjadinya penyakit jantung.

2.3. Pentingnya Fermentasi

Proses ini membuat makanan mengalami perubahan, baik dari bentuk, aroma, maupun rasa. Fermentasi juga menghasilkan alkohol, asam asetat, asam laktat, asam lemak, dan asam propionik. Tak hanya itu, proses ini juga mendukung pertumbuhan bakteri baik.

Fermentasi atau **peragian** adalah proses produksi energi dalam sel dengan keadaan anaerobik (tanpa oksigen) yang menghasilkan perubahan biokimia organik melalui aksi enzim. Fermentasi adalah suatu bentuk respirasi anaerobik secara umum, namun ada definisi yang lebih tepat yang mendefinisikan fermentasi sebagai respirasi dalam lingkungan anaerobik tanpa kehadiran akseptor elektron eksternal. Contoh fermentasi dapat ditemui dalam pembuatan roti, minuman anggur (bir) dan pembuatan keju.

Gula adalah bahan umum dalam fermentasi. Beberapa contoh produk fermentasi

adalah etanol, asam laktat dan hidrogen. Namun, beberapa komponen lain juga dapat dihasilkan dari fermentasi, seperti asam butirat dan aseton. Ragi adalah bahan fermentasi yang umum digunakan untuk menghasilkan etanol dalam bir, anggur, dan minuman beralkohol lainnya.—Respirasi anaerob (tanpa akseptor elektron eksternal) pada otot mamalia selama kerja keras dapat diklasifikasikan sebagai bentuk fermentasi yang menghasilkan asam laktat sebagai produk sampingan. Akumulasi asam laktat ini dapat menyebabkan kelelahan otot.

2.4. Sejarah Fermentasi

Fermentasi telah dikenal sejak zaman dahulu, dan dengan minat yang berkembang dalam memulihkan produk fermentasi seperti asam organik, bahan adiktif makanan, dan bahan kimia karena gerakan menuju kelestarian lingkungan dan penciptaan sumber daya diperbaharui. Fermentasi pernah dianggap sebagai reaksi kimia yang tidak ada hubungannya dengan makhluk hidup, menurut ahli kimia seperti Antoine Lavoisier. Charles Cagnard de La Tour, Theodor Schwann, dan Friedrich Kützing secara independen menerbitkan sebuah makalah pada

tahun 1837 yang menunjukkan bahwa ragi, yang telah digunakan dalam pembuatan bir dan pembuatan anggur selama beberapa generasi, adalah mikroorganisme hidup yang mampu berkembang biak dengan tunas. Schwann menunjukkan bahwa fermentasi hanya dapat dimulai kembali setelah penambahan ragi baru dengan merebus jus anggur dan membunuh ragi. Terlepas dari temuan ini, banyak ahli kimia terus menolak bahwa organisme hidup memiliki peran dalam fermentasi. Pada tahun 1857, Louis Pasteur merancang penelitian tentang keberadaan ragi dengan proses fermentasi. Ia kemudian mendefinisikan fermentasi sebagai "*spontaneous generation theory*". Produksi menggunakan enzim mikroba, asam organik, dan ragi memulai industri fermentasi pada awal 1900-an. Ahli kimia Jerman, Eduard Buchner, pemenang Nobel Kimia tahun 1907, berhasil menjelaskan bahwa fermentasi sebenarnya diakibatkan oleh sekresi dari ragi yang ia sebut sebagai *zymase*. Penelitian yang dilakukan ilmuwan Carlsberg (tempat pembuatan bir) di Kopenhagen, Denmark mengembangkan skala pH pada tahun 1909 yang semakin meningkatkan pengetahuan tentang ragi dan *brewing* (cara

pembuatan bir). Ilmuwan Carlsberg tersebut dianggap sebagai pendorong dari berkembangnya biologi molekular.

Selama 30 tahun terakhir, sejak abad kedua puluh telah banyak senyawa pelarut yang ditemukan menggunakan teknik fermentasi. Namun, dengan aksesibilitas minyak bumi setelah Perang Dunia II, banyak teknik manufaktur kimia berbasis fermentasi digantikan oleh proses sintesis menggunakan bahan baku minyak mentah. Bisnis farmasi, yang dibentuk sekitar tahun 1950, terus menggunakan fermentasi. Arti dari fermentasi berbeda baik bagi seorang ahli biokimia dan ahli "mikrobiologi industri". Fermentasi terkait dengan penciptaan energi dengan mengkatabolisme molekul organik yang berfungsi sebagai donor elektron dan akseptor elektron terminal dari sudut pandang biologis "ahli biokimia". Fermentasi terkait dengan proses pembuatan barang yang menggunakan mikroba sebagai biokatalis, menurut "ahli mikrobiologi industri".

2.5. Jenis dan peran mikroba

Fermentasi diperkirakan menjadi cara untuk menghasilkan energi pada organisme purba sebelum oksigen berada pada konsentrasi tinggi di atmosfer seperti saat ini, sehingga fermentasi merupakan bentuk purba dari produksi energi sel. Ada banyak mikroorganisme atau mikroba dalam proses fermentasi makan berbagai mikroorganisme, termasuk ribuan bakteri, ragi (*yeast*), dan jamur (*kapang/mold*).—Mikroorganisme yang berperan dalam penguraian komponen organik dalam bahan diperlukan untuk memfermentasi makanan.—Bakteri asam laktat (BAL), bakteri asam asetat (BAA), bakteri bacilli atau bakteri lain, ragi, atau jamur berfilamen sering digunakan mikroorganisme.

Produk fermentasi mengandung energi kimia yang tidak sepenuhnya teroksidasi tetapi tidak dapat menjalani metabolisme lebih lanjut tanpa adanya oksigen atau akseptor elektron lain (lebih teroksidasi lebih tinggi), dan karena itu sering dianggap sebagai limbah. Hasilnya adalah bahwa fermentasi menghasilkan ATP kurang efisien daripada fosforilasi

oksidatif, di mana piruvat sepenuhnya teroksidasi menjadi karbon dioksida. Fermentasi menghasilkan dua molekul ATP per molekul glukosa dibandingkan dengan 36 ATP yang dihasilkan oleh respirasi aerobik.

Tahap akhir fermentasi adalah konversi piruvat menjadi produk fermentasi akhir. Langkah ini tidak menghasilkan energi, tetapi penting untuk sel-sel anaerobik karena meregenerasi *nicotinamide adenine dinucleotide* (NAD⁺), yang diperlukan untuk glikolisis.

Hal ini diperlukan untuk fungsi seluler normal karena glikolisis adalah satu-satunya sumber ATP dalam kondisi anaerobik.

1. Bakteri asam laktat

Fermentasi asam laktat adalah jenis respirasi yang terjadi di sel hewan atau manusia ketika kebutuhan oksigen tidak terpenuhi karena terlalu banyak bekerja. Asam laktat menumpuk di sel otot, menyebabkan kram dan kelelahan. Laktat menumpuk sebagai produk limbah di otot, menyebabkan kelelahan dan nyeri, tetapi dibawa perlahan oleh darah ke hati, di mana ia diubah kembali menjadi piruvat. Glikolisis memecah glukosa menjadi dua

molekul asam piruvat, menghasilkan dua ATP dan dua NADH.

2. Bakteri asam propionat

Kelompok ini termasuk bakteri gram positif berbentuk batang yang termasuk dalam genus *Propionibacterium*. Karena kemampuannya memfermentasi karbohidrat dan asam laktat untuk membuat asam propionat, asetat, dan karbon dioksida, bakteri ini berguna dalam fermentasi makanan. Organisme ini memainkan peran penting dalam proses fermentasi keju Swiss.

3. Bakteri asam asetat

Bakteri asam asetat (*acetobacter acetic*) melakukan fermentasi dengan menggunakan etanol sebagai perubahan kimianya. Asam asetat adalah bakteri gram negatif berbentuk batang yang termasuk dalam genus *Acetobacter* yakni *acetobacter aceti*. Bakteri asam asetat memiliki bersifat asam toleran, tumbuh dengan baik di bawah pH 5.0. Metabolisme lebih aerobik (tidak seperti bakteri asam propionat), tetapi kapasitasnya untuk mengoksidasi alkohol dan karbohidrat lain menjadi asam asetat, yang digunakan dalam produksi cuka,

adalah peran kuncinya dalam fermentasi makanan. Contohnya, proses pengeringan biji kopi. Contoh lainnya, fermentasi cuka yang merupakan fermentasi dalam keadaan aerobik.

2.6. Fermentasi Alkohol

Fermentasi anggur dalam pembuatan wine. Fermentasi alkohol, juga disebut fermentasi etanol adalah proses biologi di mana gula seperti glukosa, fruktosa, dan sukrosa diubah menjadi energi seluler dan juga menghasilkan etanol dan karbon dioksida sebagai produk sampingan. Fermentasi alkohol merupakan suatu reaksi pengubahan glukosa menjadi etanol (etil alkohol) dan karbon dioksida. Organisme yang berperan yaitu *Saccharomyces cerevisiae* (ragi) untuk pembuatan tape, roti atau minuman keras.

2.6.1. Reaksi kimianya:

Reaksi dalam fermentasi berbeda-beda tergantung pada jenis gula yang digunakan dan produk yang dihasilkan. Secara singkat, glukosa ($C_6H_{12}O_6$) yang merupakan gula paling sederhana, melalui fermentasi akan menghasilkan etanol ($2C_2H_5OH$).

2.6.2. Persamaan Reaksi Kimia

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2 \text{ ATP}$ (Energi yang dilepaskan: 118 kJ per mol)^[40]

Gula (glukosa, fruktosa, atau sukrosa)
→ Alkohol (etanol) + Karbon dioksida + Energi (ATP)

Jalur biokimia yang terjadi, sebenarnya bervariasi tergantung jenis gula yang terlibat, tetapi umumnya melibatkan jalur glikolisis, yang merupakan bagian dari tahap awal respirasi aerobik pada sebagian besar organisme. Jalur terakhir akan bervariasi tergantung produk akhir yang dihasilkan.

2.7. Fermentasi makanan

Di Indonesia, fermentasi tempe dan tape (baik tape ketan maupun tape singkong) adalah proses fermentasi yang terkenal. Fermentasi menciptakan berbagai bahan kimia yang berharga dalam berbagai aplikasi, termasuk makanan dan obat-obatan. Tape dan tempe adalah contoh makanan terkenal yang dibuat melalui proses fermentasi.

Fermentasi banyak digunakan untuk produksi minuman beralkohol, misalnya, anggur dari jus buah

dan bir dari biji-bijian. Fermentasi juga banyak digunakan dalam pembuatan roti. Ketika gula, ragi, tepung dan air digabungkan untuk membentuk adonan, ragi memecah gula dan mengeluarkan karbon dioksida, yang menyebabkan roti mengembang.

Fermentasi asam laktat digunakan untuk membumbui atau mengawetkan produk susu dan sayuran, misalnya yogurt, asinan kubis, acar dan kimchi. Fermentasi asam asetat juga dapat digunakan untuk mengubah pati dan gula dari biji-bijian dan buah menjadi cuka asam dan bumbu termasuk cuka sari apel dan kombucha.

Bab 3

FERKOSIM dan FERLASIM

3.1. Pengertian Ferkosim dan Ferlasim

Larutan Fermentasi Ferkosim dan Ferlasim, merupakan larutan yang dikembangkan oleh Dr Rosikon Poompanvong pendiri Asosiasi Pertanian Organik Thailand ,yang melakukan penelitian sejak tahun 1980-an. Eco-Enzyme diperkenalkan secara lebih luas oleh Dr. Joean Oon, seorang peneliti Naturopathy dari Penang, Malaysia. Dr Rosikon mengembangkan produk larutan Fermentasi ini, sejak tahun 1980 an di Thailand.



Dr Rosikon Poompanvong. *Photo credit: Enzymesos*

Gambar 3.1. Dr. Rosikon Poompanvong.

3.2. Apa itu Larutan Ferkosim/Eco Enzyme?

Ferkosim merupakan Produk alami, cairan serbaguna yang dihasilkan melalui proses fermentasi berbagai bahan organik, seperti kulit buah-buahan, dedaunan dan sisa potongan sayur-sayuran (Yuliati, 2021). Larutan Ferkosim ini, di luar negeri disebut *Garbage enzyme (GE)*, karena memang bahan yang dipakai diperoleh dengan memanfaatkan sampah organik dari dapur, berupa sisa-sisa potongan buah dan sayur. Larutan ini diproduksi dengan molase atau gula merah sebagai sumber karbon, dan air. Larutan ini, dengan proses fermentasi, mengandung berbagai enzim hidrolitik yang dapat memfasilitasi degradasi limbah organik. Larutan Enzim ini dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pertanian, perawatan lingkungan, dan terutama untuk kesehatan.

Lama pembuatan larutan Ferkosim minimal adalah 3 bulan jika di wilayah tropis, seperti Indonesia negeri kita tercinta. Hasil akhir produk Ferkosim adalah cairan berwarna kecoklatan dengan aroma asam segar dengan Tingkat keasaman pH 3-4. Warna larutan Eco-Enzyme bervariasi dari coklat muda

hingga coklat tua, bergantung pada jenis sisa buah / sayuran dan jenis gula merah yang digunakan.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan larutan Ferkosim ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan larutan Ferkosim / eco enzyme

Pembuatan Larutan Ferkosim ini dapat dianggap sebagai salah satu upaya yang menjanjikan dan efisien dalam meningkatkan aktivitas lingkungan

yang bergantung pada mikroorganismenya termasuk pengomposan, dan pengolahan air limbah (Pasalari et al., 2024).

Dr Rosukan mengenalkan dan meminta Masyarakat luas membuat produk ini, karena dapat mengurangi sampah organik rumah tangga. Pembuatan larutan Ferkosim ini, sudah banyak diakui manfaatnya oleh berbagai negara, khususnya dalam urusan memperbaiki Lingkungan hidup.

3.3. Proses Pembuatan Eco Enzyme

Berikut adalah langkah-langkah dalam pembuatan larutan fermentasi eco enzim menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (2022)

1. Persiapan Bahan:

- Siapkan bahan organik yang sudah tidak terpakai, seperti kulit buah (misalnya kulit jeruk, pisang, nanas, atau pepaya) dan sisa potongan sayuran.
- Gunakan molase atau gula merah sebagai sumber karbon.

2. Rasio Campuran:

- o Campurkan bahan organik dengan air dalam rasio 1:3:10 (1 bagian bahan organik, 3 bagian gula, dan 10 bagian air). Misalnya, untuk 1 kg kulit buah, gunakan 300 gram gula merah dan 10 liter air.



Gambar 3.3. bahan baku eco enzim

3. **Fermentasi:**

- Masukkan campuran ke dalam wadah bersih, seperti ember bekas cat, kemudian tutup.
- Selama beberapa minggu (2-3 minggu), akan timbul gas hasil fermentasi. Pada periode ini, dapat dilakukan pengadukan pada wadah. Kemudian tutup rapat wadah, karena proses fermentasinya secara anaerob (tanpa oksigen)
- Simpan di tempat yang bersih (tidak terkena sinar matahari secara langsung) selama minimal 3 bulan atau 90 hari.

4. **Penyaringan:**

- Setelah melewati 90 hari, saring campuran menggunakan kain halus atau saringan biasa untuk memisahkan cairan eco enzim dari bahan padat sisa sayur dan buah yang masih belum hancur selama prosesnya

5. **Penyimpanan:**

- Simpan larutan eco enzim dalam wadah tertutup di tempat yang tidak terkena sinar

matahari secara langsung. Eco enzim dapat digunakan tanpa ada waktu kedaluwarsa, kecuali aromanya berubah menjadi berbau tidak enak.

- o Bahan padat sisa penyaringan larutan, dapat dimanfaatkan juga, untuk bantal eco enzim atau dikeringkan dan untuk pewangi ruangan.

Note: Bahan padat sisa penyaringan larutan, dapat dimanfaatkan juga, untuk bantal eco enzim atau dikeringkan dan untuk pewangi ruangan.



Gambar 3.4. Proses pembuatan Ferkosim dalam wadah ember bekas cat yang tertutup rapat

3.4. Manfaat Eco Enzyme

Eco enzyme memiliki berbagai manfaat yang signifikan, baik untuk lingkungan maupun kesehatan. Berikut adalah beberapa manfaat utama eco enzyme:

1. Pupuk Organik

Eco enzyme dapat digunakan sebagai pupuk alami, membantu meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman yang

sehat. Enzim dalam eco enzyme membantu memecah bahan organik, membuat nutrisi lebih tersedia bagi tanaman **(Huang and Zhang, 2019)**.

2. Pengelolaan Limbah

Dengan menggunakan eco enzyme, kita dapat mengurangi limbah organik. Proses fermentasi mengubah limbah menjadi produk yang berguna, sehingga membantu mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir.

3. Pembersih Ramah Lingkungan

Eco enzyme dapat digunakan sebagai bahan pembersih alami untuk rumah tangga. Ia efektif dalam menghilangkan kotoran, bau, dan bakteri tanpa menggunakan bahan kimia berbahaya (Bahrudin, 2021)

4. Meningkatkan Kualitas Tanah

Penggunaan eco enzyme dapat meningkatkan struktur tanah, memperbaiki aerasi, dan meningkatkan kapasitas retensi air. Ini mendukung kesehatan tanah dan ekosistem di

sekitarnya. Tanah yang tandus, dapat menjadi area yang subur dengan pemberian larutan ini secara rutin .

5. Mengurangi Penyakit Tanaman

Eco enzyme dapat membantu mengendalikan hama dan penyakit tanaman dengan cara meningkatkan daya tahan tanaman. Penggunaan eco enzyme sebagai pestisida alami dapat mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintetis.

6. Kesehatan Manusia

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa eco enzyme dapat memiliki manfaat kesehatan, seperti sifat antibakteri dan anti-inflamasi, yang membuatnya berguna dalam produk perawatan kulit (Wang dan Li, 2018).

7. Dukungan untuk Pertanian Berkelanjutan

Dengan memanfaatkan eco enzyme, petani dapat beralih ke praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan, mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida kimia, serta mendukung keberlanjutan (Yuliati, 2021)

8. Peningkatan Kualitas Air

Eco enzyme dapat membantu mengolah air limbah, memperbaiki kualitas air dengan mengurangi kandungan bahan organik dan bakteri patogen (Benny et al., 2023)

Dengan berbagai manfaat ini, eco enzyme menjadi Solusi produk yang menarik untuk mendukung keberlanjutan lingkungan dan kesehatan masyarakat.

3.5. Manfaat Eco Enzyme Bagi Kesehatan

Eco enzyme memiliki beberapa manfaat kesehatan yang menarik, baik untuk penggunaan langsung maupun dalam konteks lingkungan. Berikut adalah beberapa manfaat kesehatan dari eco enzyme: (Wang, 2018):

1. Sifat Antibakteri

Larutan Ferkosim mengandung enzim dan mikroorganisme yang dapat membantu membunuh bakteri patogen. Ini membuatnya berguna dalam produk pembersih dan disinfektan alami (Sai et al., 2023). Larutan ini terbukti sebagai disinfektan dan dapat menghambat pertumbuhan koloni *E.coli* dan *S. aureus* (Neupane & Khadka, 2019; Rijal, 2022; Rusdianasari et al., 2021)

2. Perawatan Kulit

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa eco enzyme dapat memiliki efek positif pada kesehatan kulit. Sifat antibakteri dan anti-inflamasi dapat membantu mengatasi masalah kulit seperti jerawat dan iritasi. Khususnya untuk jerawat, menggunakan jamur pitera yang dihasilkan di bagian atas larutan Ferkosim, saat panen.

3. Detoksifikasi

Eco enzyme dapat membantu dalam proses detoksifikasi, baik bagi lingkungan. Dalam konteks

lingkungan, ia dapat membantu menguraikan bahan organik dan polutan,

4. Mengurangi Aroma Kurang Sedap

Penggunaan eco enzyme dalam pembersihan rumah tangga dapat mengurangi bau tidak sedap, baik dari limbah organik maupun sumber lainnya, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih sehat. Semprotkan larutan Ferkosim 1:1000 ke udara sekitar area yang berbau, seperti bau asap rokok, bau amis dari ikan atau udang di dalam mobil sesudah belanja, ataupun di dapur saat memasak, dan bau sampah yang menumpuk seperti di TPA

5. Bersifat Alami dan Ramah Lingkungan

Karena eco enzyme terbuat dari bahan organik dan alami, ia dapat menjadi alternatif yang lebih aman dibandingkan dengan produk kimia yang berpotensi berbahaya bagi kesehatan.

6. Meningkatkan Kualitas Hidup

Dengan mengurangi polusi dan meningkatkan kebersihan lingkungan, penggunaan eco enzyme dapat berkontribusi pada kualitas hidup yang lebih baik dan kesehatan masyarakat secara keseluruhan.

3.6. Ferlasim

Merupakan larutan fermentasi dari berbagai buah-buahan, hasil inovasi penelitian Dr Rosukon Poomvanpong, dari Thailand dan diperkenalkan kepada Masyarakat luas dengan nama Classic enzyme.

Komposisinya mirip seperti pada pembuatan Ferkosim (eko ensim), yaitu 1 bagian : 3 bagian : 10 bagian. 1 (satu) bagian madu (raw honey), 3 bagian campuran buah-buahan dan 10 bagian air minum. Berikut gambar pembuatan larutan Ferlasim

Ferlasim (Classic Enzyme adalah cairan alami serba guna, yang merupakan hasil fermentasi dari :



MADU
Raw Honey

+



BUAH-BUAHAN
Potongan buah yang masih segar

+



AIR
air minum : masak, AMDK

1(kg/gr) : 3(kg/gr) : 10 (lt/ml)

Gambar 3.5. bahan larutan Ferlasim

Pembuatan larutan Ferlasim harus menggunakan air minum dan buah-buahan yang dipakai juga harus buah segar yang lazim di konsumsi. Buah-buahan dari kebun sendiri, dapat dimanfaatkan untuk pembuatan larutan Ferlasim ini.

Berbagai buah yang lazim ditanam di kebun / halaman rumah sendiri:



Gambar 3.6. Pohon Buah Pepaya (*Carica papaya L*)



Gambar 3.7. Pohon Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*)



Gambar 3.8. Pohon Buah Srikaya (*Annona squamosa*)



Gambar 3.9. Pohon Buah Jambu klutuk (*Psidium guajava* Linn)

3.7. Langkah pembuatan Ferlasim

Siapkan wadah, cuci bersih dan bebas dari sisa sabun, keringkan. Ukur kapasitas wadah. kemudian Isi dengan air minum, sejumlah maksimal 60% kapasitas wadah. Misalkan wadah kapasitas 5 liter, maka maksimal jumlah air minum adalah 3 lt.

Masukkan madu asli (raw honey) setelah ditimbang, sejumlah 10% dari jumlah air minum tadi (300 g untuk air sejumlah 3 lt tadi). Aduka tau goyang-goyangkan wadah, sehingga madu larut, kemudian masukkan buah -buahan berbagai macam, yang sudah di potong kecil-kecil sejumlah 3x jumlah madu. Tutup rapat wadah, dan diamkan minimal 6 bulan. Penelitian Dr Rosukon menyatakan, penyimpanan selama 1 tahun akan mendapatkan larutan enzim buah yang baik. Beri penandaan tanggal pembuatannya.

Proses pembuatan larutan Ferlasim ini harus higienis, karena produknya untuk diminum. Formulanya yang sama persis dengan larutan Ferkosim, membuat larutan Ferlasim juga mempunyai khasiat yang sama dengan larutan Ferkosim, dengan keistimewaan, larutan ini bisa dikonsumsi karena

menggunakan air minum dan buah-buahan yang segar, bukan sisa atau sampah buah.

Enzim yang lazim terdapat dalam larutan enzim buah adalah Protease, amylase, lipase, selulose dan pectinase (Benny et al., 2023). Protease adalah enzim yang memecah protein menjadi molekul yang lebih kecil, sedangkan amylase memecah karbohidrat. Lipase adalah enzim yang memecah lemak dan minyak. Enzim selulase memecah selulose dan serat tumbuhan yang lain. Pektinase adalah enzim yang memecah pektin, suatu polisakarida yang banyak ditemui dalam buah dan sayuran. Selain enzim-enzim tadi, larutan fermentasi buah juga mengandung oksidase, peroksidase dan hydrolase. Oksidase mengkatalisa reaksi oksidasi, sedangkan peroksidase mengkatalisa reaksi yang melibatkan hydrogen peroksida. Hidrolase adalah enzim yang mengkatalisa reaksi hidrolisis, termasuk memecah ikatan molekul. Enzim yang terdapat pada jeruk, adalah asam glutamate dekarboksilase. Masih terdapat juga enzim-enzim spesifik seperti papain (dari pepaya) dan bromelain (dari nanas) (Chatterjee & Sharma, 2018)

Manfaat larutan enzim buah Ferlasim ini adalah

1. Meningkatkan metabolisme tubuh manusia
2. Memperbaiki regenerasi sel kulit
3. Mendukung Kesehatan Saluran Pencernaan



Gambar 3.5. proses pembuatan larutan Ferlasim

Daftar Pustaka

Bahrudin, A. (2020). "Eco Enzyme: Solusi Pengelolaan Limbah Organik." *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*, 8(1), 15-22.

Benny, N., Shams, R., Dash, K. K., Pandey, V. K., & Bashir, O. (2023). Recent trends in utilization of citrus fruits in production of eco-enzyme. *Journal of Agriculture and Food Research*, 13, 100657.
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100657>

Britannica, The Editors of Encyclopaedia. "Cross-pollination". *Encyclopedia Britannica*, 16 Jun. 2020, <https://www.britannica.com/science/crosspollination>. Accessed 5 February 2021. Aliya, H., MASLAKAH, N., NUMRAPI, T., BUANA, A. P., & HASRI, Y. N. (2016).

Chatterjee, B., & Sharma, A. (2018). FRUIT ENZYMES AND THEIR APPLICATION: A REVIEW. *International Journal of Clinical and Biomedical Research*, 4(2), 84.
<https://doi.org/10.5455/ijcbr.2018.42.18>

Chatterjee, B., Sharma, A. 2018. Fruit Enzymes and Their Application: A Review. *International Journal of*

Clinical and Biomedical Research. 4(2): 84-88. DOI:
10.5455/ijcbr.2018.42.18

Chisti, Y. (2010). Fermentation Technology. In
In:Industrial Biotechnology: Sustainable Growth and
Economic Success, Soetaert, W., Vandamme, E.J., eds,
Wiley-VCH, New York (pp. 149–171).
<https://doi.org/10.1080/00960845.1966.12006119>

Djayasoepena, S., Korinna, G. S., Rachman, S. D., &
Pratomo, U. (2014). Potensi Tauco Sebagai Pangan
Fungsional. *Chimica et Natura Acta*, 2(2).
<https://doi.org/10.24198/cna.v2.n2.9157> Faridah, H.
D., &

Handayani, T. (2014). Persilangan untuk Merakit
Varietas Unggul Baru Kentang. 2014(004), 1–7.
Hasanuddin. (2010). Mikroflora Pada Tempoyak (The
Microflora Of Tempoyak). *Agritech*, 30(4), 218–222.

Hayati, R., Fadhil, R., & Agustina, R. (2017). Analisis
Kualitas Sauerkraut (Asinan Jerman) dari Kol
(*Brassica oleracea*) selama Fermentasi dengan Variasi
Konsentrasi Garam. *Rona Teknik Pertanian*, 10(2), 23–
34. <https://doi.org/10.17969/rtp.v10i2.8937>

<https://www.goapotik.com/posts/detail/manfaat-super-enzim-pencernaan-mulai-dari-mencegah-penyakit-hingga-meningkatkan-fokus-otak>

Huang, J., & Zhang, X. (2019). "Utilization of Eco-Enzymes in Agricultural Practices." *Journal of Environmental Management*, 230, 21-28.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2022). "Panduan Pembuatan Eco Enzim." [Dokumen resmi].

Khikmah, N. (2015). Uji Antibakteri Susu Fermentasi Komersial Pada Bakteri Patogen. *Jurnal Penelitian Sainstek*, 20(1), 45-52.

<https://doi.org/10.21831/jps.v20i1.5610>

Kristamtini. (2005). Pemuliaan Tanaman Untuk Ketahanan Terhadap Penyakit Plant Breeding To Disease Resistant With. *Agro*, 7(1), 22-28.

Kuddus, M. (ed). 2019. *Enzymes in Food Biotechnology: Production, Applications, and Future Prospects*. Elsevier Inc. All rights reserved.

Kurniati, R. (2018). Perakitan Varietas Baru Mawar Melalui Persilangan Konvensional. Balai Penelitian

Tanaman Hias Segunung, IPTEK HORTIKULTURA, 1–8.

Laureys, D. (2014). Water kefir as a promising low-sugar probiotic fermented beverage. *Archives of Public Health*, 72(S1), P1.

<https://doi.org/10.1186/2049-3258-72-s1-p1>

Montet, D., Ray, R. C., & Zakhia-Rozis, N. (2014). Lactic acid fermentation of vegetables and fruits. *Microorganisms and Fermentation of Traditional Foods*, August, 108–140.

<https://doi.org/10.1201/b17307>

Neupane, K., & Khadka, R. (2019). Production of Garbage Enzyme from Different Fruit and Vegetable Wastes and Evaluation of its Enzymatic and Antimicrobial Efficacy. *Tribhuvan University Journal of Microbiology*, 6, 113–118.

<https://doi.org/10.3126/tujm.v6i0.26594>

Nurrahman, Mary Astuti, Suparmo, M. H. S. (2012). Pertumbuhan Jamur, Sifat Organoleptik dan Aktivitas Antioksidan Tempe Kedelai Hitam yang Diproduksi dengan Berbagai Jenis Inokulum. *Agritech: Jurnal*

Fakultas Teknologi Pertanian UGM, 32(1), 60–65.
<https://doi.org/10.22146/agritech.9657>

Pasalari, H., Moosavi, A., Kermani, M., Sharifi, R., & Farzadkia, M. (2024). A systematic review on garbage enzymes and their applications in environmental processes. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 277, 116369.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116369>

Pemanfaatan Asam Laktat Hasil Fermentasi Limbah Kubis Sebagai Pengawet Anggur Dan Stroberi. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 23.
<https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v9i1.3878>
Baskorowati, L. (2008). HIBRIDISASI BUATAN *Melaleuca alternifolia* DENGAN JENIS. 2(3), 1–8.
Berlian, Z., Aini, F., Ulandari, R., Prodi, D., Biologi, P., Prodi, M., & Biologi, P. (2016). Uji Kadar Alkohol Pada Tapai Ketan Putih Dan Singkong Melalui Fermentasi Dengan Dosis Ragi Yang Berbeda. *Jurnal Biota*, 2(1), 106– 111.

Rahmawati, Dwi, T. Y. dan S. M. (2014). UJI INBREEDING DEPRESSION TERHADAP KARAKTER FENOTIPE TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays*

var. Saccharata Sturt) HASIL SELFING DAN OPEN POLLINATED 1). *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 14(2), 145–155.

Rijal, M. (2022). Application of Eco-enzymes from Nutmeg, Clove, and Eucalyptus Plant Waste in Inhibiting the Growth of *E. coli* and *S. aureus* In Vitro. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science Dan Pendidikan*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.33477/bs.v11i1.2779>

Rizal, S., Erna, M., Nurainy, F., Teknologi, J., Pertanian, H., Pertanian, F., & Lampung, U. (2016). Karakteristik Probiotik Minuman Fermentasi Laktat Sari Buah Nanas dengan Variasi Jenis Bakteri Asam Laktat Probiotic Characteristic of Lactic Fermentation Beverage of Pineapple Juice with Variation of Lactic Acid Bacteria (LAB) Types mengonsumsi minuman. *Indonesian Journal of Applied Chemistry*, 18(June), 63–71.

Rusdianasari, Syakdani, A., Zaman, M., Sari, F. F., Nasyta, N. P., & Amalia, R. (2021). Production of Disinfectant by Utilizing Eco-enzyme from Fruit Peels Waste. *International Journal of Research in Vocational Studies (IJRVOCAS)*, 1(3), Article 3. <https://doi.org/10.53893/ijrvocas.v1i3.53>

Sai, S., Abisha, V. M. J., Mahalakshmi, K., Veronica, A. K., & Susila, A. V. (2023). Treasure from trash – Is Ecoenzyme the new panacea in conservative dentistry and endodontics? *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 26(2), 176–181.

https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_473_22

Sari, D. K. (2020). "Penggunaan Eco Enzim dalam Pertanian Berkelanjutan." *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 5(2), 75-82.

Sari, P. A., & Irdawati, I. (2019). Kombucha Tea Production Using Different Tea Raw Materials. *Bioscience*, 3(2), 135.

<https://doi.org/10.24036/0201932105584-0-00>

Sari, S. K. (2019). Utilization of Microorganism on the Development of Halal Food Based on Biotechnology. *Journal of Halal* www.penerbitwidina.com 58| *Bioteknologi Product and Research*, 2(1), 33.

<https://doi.org/10.20473/jhpr.vol.2- issue.1.33-43>

Setiawati, T., Karuniawan, A., & Supriatun, T. (2016). Interspecific Crossing between *Ipomoea batatas* (L.) Lam. and The Tubered-Bearing *I. trifida* (H.B.K.) G.

Don. Originated from Citatah, West Java. Buletin Kebun Raya, 19(1), 11–20.

Simanjuntak, Desnilawati Hotmaria, Herpandi, S. D. L. (2016). Pistia stratiotes. Jurnal Teknologi Hasil Perikanan, 5(2), 123–133.

<https://doi.org/10.1201/b16160-141> Simanjuntak, R. (2010). Badan Ketahanan Pangan Edit.pdf. Buletin Ketahan Pangan, 3(2).

Sitepu, M., Rosmayati, R., & Bangun, M. (2014). Persilangan Genotipe Genotipe Kedelai (Glycine Max L. Merrill.) Hasil Seleksi Pada Tanah Salin Dengan Tetua Betina Varietas Anjasmoro. Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara, 3(1), 103147. www.penerbitwidina.com 60| Bioteknologi <https://doi.org/10.32734/jaet.v3i1.9475>

Suryani, Y., Hernaman, I., & Ningsih, N. (2017). Pengaruh Penambahan Urea Dan Sulfur Pada Limbah Padat Bioetanol Yang Difermentasi Em-4 Terhadap Kandungan Protein Dan Serat Kasar. Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu, 5(1), 13. <https://doi.org/10.23960/jipt.v5i1.p13-17>

Swain, M. R., Anandharaj, M., Ray, R. C., & Parveen Rani, R. (2014). Fermented Fruits and Vegetables of Asia: A Potential Source of Probiotics. *Biotechnology Research International*, 2014, 1–19.
<https://doi.org/10.1155/2014/250424>

Thariq, Ahmad Sofie, Fronthea Swastawati, T. S. (2014). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan Online* di:
<http://www.ejournals1.undip.ac.id/index.php/jpbhpb>
Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan Volume 4 , Nomer 2 , Tahun 2015 , Halaman 1-10.
Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan, 3(3), 104–111.

Wang, L., & Li, Y. (2018). "Fermentation Technology for Producing Eco-Enzymes: A Review." *Bioresource Technology*, 253, 94-102.

Widyasmara, N. I., Kusmiyati, F., & Agroecotechnology, K. (2018). Efek xenia dan metaxenia pada persilangan tomat ranti dan tomat cherry (Xenia and metaxenia effect on ranti tomato and cherry tomato cross pollination). *J. Agro Complex*, 2(2), 128–136.

Yolanda, B. E., & Eitiniarti, V. I. I. R. M. (2017). Kemampuannya Menghasilkan Senyawa Anti Bakteri. 4(September), 165–169.

Yuliati, A. (2021). "Pemanfaatan Eco Enzim sebagai Pupuk Organik di Indonesia." *Jurnal Ilmu Pertanian*, 10(1), 45-50.

Benny, N., Shams, R., Dash, K. K., Pandey, V. K., & Bashir, O. (2023). Recent trends in utilization of citrus fruits in production of eco-enzyme. *Journal of Agriculture and Food Research*, 13, 100657. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100657>

Chatterjee, B., & Sharma, A. (2018). FRUIT ENZYMES AND THEIR APPLICATION: A REVIEW. *International Journal of Clinical and Biomedical Research*, 4(2), 84. <https://doi.org/10.5455/ijcbr.2018.42.18>

Di Foggia, G., & Beccarello, M. (2021). Designing waste management systems to meet circular economy goals: The Italian case. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 1074–1083. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.01.002>

Mavani, H. A. K., Tew, I. M., Wong, L., Yew, H. Z., Mahyuddin, A., Ahmad Ghazali, R., & Pow, E. H. N.

(2020). Antimicrobial Efficacy of Fruit Peels Eco-Enzyme against *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), Article 14.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17145107>

Neupane, K., & Khadka, R. (2019). Production of Garbage Enzyme from Different Fruit and Vegetable Wastes and Evaluation of its Enzymatic and Antimicrobial Efficacy. *Tribhuvan University Journal of Microbiology*, 6, 113–118.
<https://doi.org/10.3126/tujm.v6i0.26594>

Pasalari, H., Moosavi, A., Kermani, M., Sharifi, R., & Farzadkia, M. (2024). A systematic review on garbage enzymes and their applications in environmental processes. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 277, 116369.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116369>

Rijal, M. (2022). Application of Eco-enzymes from Nutmeg, Clove, and Eucalyptus Plant Waste in Inhibiting the Growth of *E. coli* and *S. aureus* In Vitro. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science Dan Pendidikan*, 11(1), Article 1.
<https://doi.org/10.33477/bs.v11i1.2779>

Rusdianasari, Syakdani, A., Zaman, M., Sari, F. F., Nasyta, N. P., & Amalia, R. (2021). Production of Disinfectant by Utilizing Eco-enzyme from Fruit Peels Waste. *International Journal of Research in Vocational Studies (IJRVOCAS)*, 1(3), Article 3. <https://doi.org/10.53893/ijrvocas.v1i3.53>

Sai, S., Abisha, V. M. J., Mahalakshmi, K., Veronica, A. K., & Susila, A. V. (2023). Treasure from trash – Is Ecoenzyme the new panacea in conservative dentistry and endodontics? *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 26(2), 176–181. https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_473_22



**Dr. apt. Maria Caecilia Nanny Setiawati
Hadirahardja, M.Sc**

Penulis menyelesaikan studi di Fakultas Farmasi UGM (S1, apoteker, S2 dan S3).Menjadi dosen sejak 1997 di Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi (STIFAR) Yayasan Pharmasi Semarang dan juga mempunyai pengalaman bekerja sebagai praktisi farmasis di bagian produksi Industri Farmasi, ICU Rumah Sakit dan Klinik Pratama. Penulis juga sering melakukan Pengabdian kepada Masyarakat di berbagai bidang Kesehatan.



Dr. Lia Kusmita, M.Si.

Penulis lahir di Padang tanggal 17 Juni 2024. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi S1 Farmasi Stifar Yayasan Pharmasi Semarang. Menyelesaikan studi S1 pada Jurusan Kimia di FSM UKSW, melanjutkan S2 pada Jurusan Biologi Magister Biologi UKSW dan atuhmelanjutkan S3 pada Jurusan FPIK Undip . Penulis menekuni bidang Menulis pada bidang:

1. Pigmen alami
2. Bahan Alam Laut



Dr. Ir. Lindayani, MP

Penulis merupakan dosen Fakultas Teknologi Pertanian Jurusan Teknologi Pangan, Universitas Katolik Soegijapranata. Kepakaran di bidang mikrobiologi pangan, fermentasi pangan. Selain mengajar, juga melakukan penelitian dan pengabdian masyarakat dalam bidang pangan, juga mengembangkan minat di bidang pertanian dan pengembangan produk minuman fermentasi.

Buku ini menjelaskan berbagai enzim dalam buah-buahan dan manfaatnya serta larutan fermentasi secara umum dan tentang pembuatan larutan fermentasi enzim buah. Larutan fermentasi enzim buah perlu dikenalkan kepada masyarakat luas, karena produk ini besar manfaatnya bagi kesehatan masyarakat secara umum.



IKAPI
INDONESIAN KAPU ASSOCIATION

©Universitas Katolik Soegijapranata 2024

