

ANALISIS PEMBUATAN DAN POTENSI EKOENZIM KULIT BUAH JERUK NIPIS (*Citrus aurantiifolia*) SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN KESEHATAN MANDIRI RUMAH TANGGA

*Analysis of the Ecoenzyme of Lime Fruit Peel (*Citrus aurantifolia*) Products and Their
Potential to Improve Household Health Independently*

Hupitoyo Hupitoyo^{1*}, Tanto Hariyanto², Atik Kurniawati²

¹ Program Studi Teknologi Bank Darah, Poltekkes Kemenkes Malang

² Program Studi Analisis Farmasi dan Makanan, Poltekkes Kemenkes Malang

*Email: hupitoyo_skp@poltekkes-malang.ac.id

ABSTRACT

*Lime peel ecoenzyme (*Citrus aurantifolia*) is a microbial-based product made by fermenting the fruit peel for more than one month. The study aimed to analyze the ecoenzyme product from lime peel (*C. aurantifolia*) and its potential as an antiseptic so that it becomes one of the independent health improvement efforts on a household scale. The research design was laboratory experiments. The data described descriptively based on the results obtained from laboratory experiments. The research results showed that ecoenzyme contains a complex of organic ingredients as a natural antiseptic that can be used in the household such as 19 types of organic acids, 17 types of flavonoids, 16 types of carbohydrates and 19 types of amino acids which have potential as antiseptics. The study concluded that the ecoenzyme product from lime peel (*C. aurantifolia*) has potential as an antiseptic because it contains a complex of organic ingredients as a natural antiseptic that can be used in the household. Potential antiseptics can be in the form of dish cleaners, fruit and vegetable washes. Instead of being an antiseptic, ecoenzyme liquid can be used as a plant fertilizer and compost activator which can be applied to reduce household waste.*

Keywords: *ecoenzyme, fruit peel, lime*

ABSTRAK

Ekoenzim kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) merupakan produk berbasis mikroba yang dibuat dengan cara memfermentasi kulit buah dengan lama waktu lebih dari satu bulan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis produk ekoenzim dari kulit buah jeruk nipis (*C. aurantifolia*) dan potensinya sebagai antiseptik sehingga menjadi salah satu usaha peningkatan kesehatan mandiri skala rumah tangga. Jenis penelitian yang digunakan eksperimen laboratorik. Data diuraikan secara deskriptif berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari eksperimen laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan ekoenzim memiliki kandungan kompleks bahan organik sebagai antiseptik alami yang dapat dipergunakan dalam rumah tangga seperti 19 jenis asam organik, 17 jenis flavonoid, 16 jenis karbohidrat dan 19 jenis asam amino yang memiliki potensi sebagai antiseptik. Simpulan dari penelitian ini adalah produk ekoenzim dari kulit buah jeruk nipis (*C. aurantifolia*) memiliki potensi sebagai antiseptik karena memiliki kandungan kompleks bahan organik sebagai antiseptik alami yang dapat dipergunakan dalam rumah tangga. Potensi ekoenzim sebagai antiseptik rumah tangga dapat digunakan sebagai pembersih piring, pencuci buah dan sayur. Selain berpotensi sebagai antiseptik cairan ekoenzim dapat dipergunakan sebagai penyubur tanaman dan aktivator kompos yang dapat diaplikasikan untuk mengurangi limbah rumah tangga.

Kata kunci: ekoenzim, kulit buah, jeruk nipis

PENDAHULUAN

Pandemi COVID-19 telah memberikan pengaruh besar diseluruh dunia, khususnya di bidang kesehatan. Salah satu dampak pandemi yang berlangsung beberapa tahun yang lalu adalah dimana masyarakat secara sadar dan sukarela melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan derajat kesehatannya sehingga tidak tergantung pada tenaga kesehatan [1]. Salah satu bukti peningkatan upaya kesehatan selama pandemi adalah dengan membuat antiseptik dan desinfektan secara mandiri. Selama pandemi, antiseptik dan desinfektan digunakan tidak hanya rumah sakit dan tempat perawatan kesehatan tetapi masyarakat yang sadar akan potensi kontaminasi mikroba dan risiko infeksi menyebabkan peningkatan penggunaan antiseptik dan desinfektan pada masyarakat umum [2]. Seiring dengan kepatuhan dan kesadaran masyarakat untuk hidup sehat dengan rajin cuci tangan dan menggunakan *hand sanitizer*, diperlukan pengetahuan membuat formula *hand sanitizer* serta dalam menangani keterbatasan bahan baku pembuatan *hand sanitizer* berbahan dasar alkohol, diperlukan cara lain dengan membuat antiseptik dan desinfektan berbahan dasar ramah lingkungan [3].

Senyawa bioaktif secara ilmiah didefinisikan sebagai molekul yang memiliki aktivitas biologis. Pada tumbuhan definisi ini merujuk sebagai metabolit sekunder dari tumbuhan yang memicu efek farmakologis atau toksikologis pada manusia dan hewan. Metabolit sekunder diproduksi didalam tanaman melalui jalur biosintetik primer yang menghasilkan senyawa seperti karbohidrat, asam amino dan protein serta lipid. Metabolit sekunder ini sering disebut sebagai produk samping dan tidak diperlukan untuk fungsi sehari-hari tumbuhan. Jenis senyawa bioaktif yang ditemukan pada tumbuhan antara lain flavonoid, alkaloid, asam fenolik, dan senyawa yang memiliki sifat antibiotik seperti penisilin, -laktam dan glikopeptida dan sebagainya [4]. Senyawa bioaktif dari tumbuhan tidak hanya ditemukan dari buah segar saja, proses degradasi sel-sel tumbuhan akan mempercepat produksi komposisi bioaktif yang selama ini dikenal dengan istilah fermentasi. Hasil dari fermentasi buah-buahan, sayuran atau kulitnya, gula (gula merah atau gula molase) dan air dikenal dengan sebutan ekoenzim. Pembuatan ekoenzim pertama kali ditemukan oleh Dr. Rosukon pada tahun 2006 yang telah mengubah sampah menjadi produk yang bermanfaat dan ramah lingkungan sehingga dapat menggantikan penggunaan deterjen kimia. Selain itu metode ini dikenal dengan sebutan ekoenzim yang mengarah kepada perannya mengurangi jumlah sampah organik dari pasar atau rumah tangga yang dikirim ke tempat pembuangan akhir (TPA) [5], [6]

Jeruk nipis (*C. aurantifolia*) merupakan buah kaya manfaat yang banyak ditemukan di Indonesia. Pemanfaatan jeruk nipis (*C. aurantifolia*) selama ini hanya terbatas pada perasan air dari buah, sehingga kulit buah yang tersisa hanya berakhir sebagai sampah. Padahal dalam kulit buah jeruk memiliki kandungan zat bioaktif dan minyak atsiri yang dapat diolah sebagai produk yang bermanfaat. Jeruk nipis memiliki kandungan mineral yang baik bagi kesehatan tubuh seperti kalsium, seng, natrium dan kalium [7]. Dibalik potensinya karena memiliki kandungan zat bioaktif yang bermanfaat meskipun berasal dari limbah sisa konsumsi, ternyata limbah dari buah jeruk memiliki efek negatif terhadap lingkungan. Hal ini karena kandungan pH yang rendah dapat mengasamkan tanah dan meningkatkan risiko adanya cairan lindi yang beracun [8]. Oleh sebab itu, salah satu solusi pengelolaan limbah buah jeruk yang dapat diterapkan di lingkungan rumah tangga adalah dengan cara melakukan pembuatan ekoenzim pada kulit buah jeruk [9], [10], [11], [12].

Manfaat yang diperoleh dari ekoenzim berdasarkan banyak penelitian adalah dengan cara mengurai zat kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga zat ini memiliki manfaat yang tidak kalah seperti sifat asalnya meliputi agen antibakteri, antijamur, antiserangga, antiparasit dan tidak terbatas hanya itu ekoenzim dapat

digunakan dalam industri pangan, kesehatan, kosmetik, industri kimia dan sebagainya [13]. Cara pembuatan ekoenzim yang mudah dan murah serta menghasilkan produk yang bermanfaat dapat dipergunakan sebagai bahan alih informasi berdasarkan hasil riset sekaligus upaya peningkatan kemandirian kesehatan skala rumah tangga. Lama waktu proses produksi ekoenzim umumnya tiga bulan akan tetapi belum ada penelitian yang membandingkan pengaruh lama waktu fermentasi ekoenzim ini dengan kandungan senyawa bioaktif serta potensi yang dikandungnya, sehingga penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis produk ekoenzim dari kulit buah jeruk nipis (*C. aurantiifolia*) dan potensinya sebagai antiseptik sehingga menjadi salah satu usaha peningkatan kesehatan mandiri skala rumah tangga.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorik. Data diuraikan secara deskriptif berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari eksperimen laboratorium. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Poltekkes Kemenkes Malang Jalan Besar Ijen No 77 C Malang pada bulan Maret hingga November Tahun 2021. Proses pengumpulan data dilakukan dengan cara membuat terlebih dahulu ekoenzim dari kulit buah jeruk nipis (*C. aurantiifolia*) dan membaginya dengan masa panen berbeda, yaitu 1 bulan, 3 bulan dan 6 bulan, pada masing-masing masa panen dilakukan uji pH, identifikasi senyawa bioaktif dengan LCMS. Tidak ada kaji etik dalam penelitian ini.

Alat dan bahan yang akan digunakan adalah pisau, talenan, wadah plastik kedap udara, timbangan digital (Ohaus), kamera, pinset, lampu spiritus, dan pipet. Bahan penelitian adalah kulit buah jeruk nipis (*C. aurantiifolia*) yang dibeli dari pasar setempat, molase dan air suling. Cara kerja penelitian dengan membuat ekoenzim sesuai prosedur Dr. Rosukon dimana kulit buah jeruk nipis dikumpulkan dan dicuci bersih di bawah air keran mengalir dan dipotong dengan potongan kecil-kecil. Ditimbang 300 gram kulit buah yang telah dipotong kecil-kecil, ditambahkan 100 g gula merah dan 1 liter aquadest kemudian campuran diaduk sampai gula larut sepenuhnya (Perbandingan kulit buah : molase : air adalah 3 : 1 : 10) [5], [10]. Campuran dihomogenkan dengan cara diaduk rata hingga semua molase larut dalam air suling. Campuran kemudian diinkubasi dengan lama waktu yang berbeda yaitu 1 bulan, 3 bulan dan 6 bulan dengan wadah plastik kedap udara. Pada bulan pertama campuran diaduk setiap hari menggunakan pengaduk gelas atau batang kayu untuk melepaskan gas yang dibentuk saat fermentasi. Cairan ekoenzim diambil masing-masing sebanyak 100ml dan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian menggunakan alat Kromatografi cair-spektrometri massa (*Liquid chromatography-mass spectrometry* atau LC-MS).

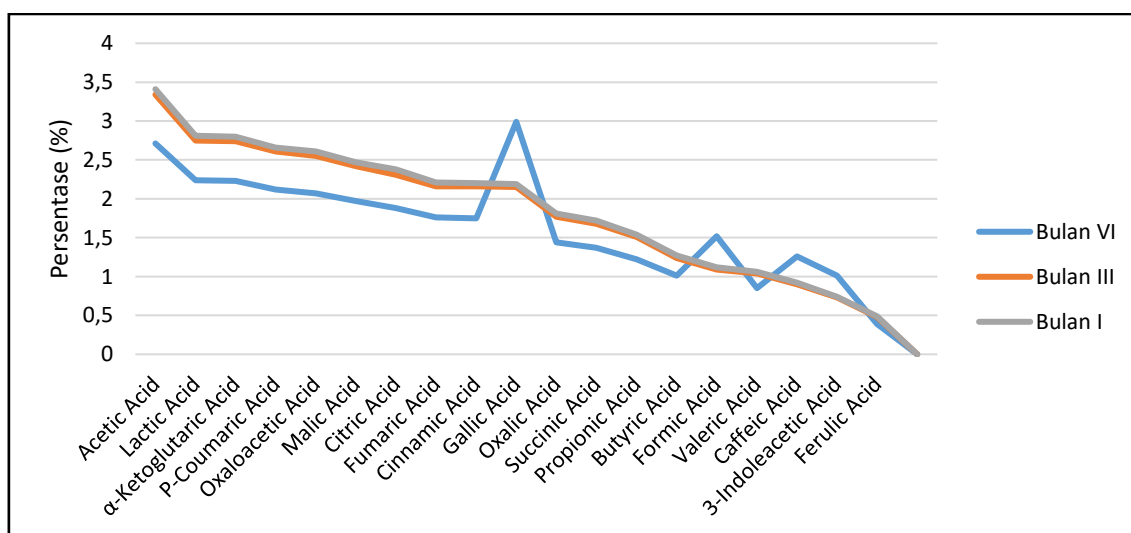
HASIL

Hasil penelitian menunjukkan adanya komposisi dari senyawa bioaktif kandungan dari ekoenzim yang dikelompokkan menjadi empat golongan yaitu golongan asam organik, flavonoid, karbohidrat dan protein (Tabel 1-4). Persentase dari senyawa-senyawa tersebut diperoleh dari hasil LCMS yang menunjukkan persentase kandungan masing-masing senyawa dalam setiap volume ekoenzim yang disuntikkan kepada pipa kapiler alat LCMS. Berdasarkan Grafik 1-4 diketahui bahwa persentase senyawa-senyawa tersebut memiliki kandungan yang tidak tetap per waktu fermentasi.

Tabel 1. Komposisi Senyawa Kimia Ekoenzim dari Golongan Asam Organik

No	Golongan Asam Organik	Persentase (%)			Total	Rerata
		Bulan VI	Bulan III	Bulan I		
1	Asam asetat	2,71	3,34	3,41	9,46	3,2
2	Asam laktat	2,24	2,75	2,81	7,8	2,6
3	Asam alfaketogutarat	2,23	2,74	2,8	7,77	2,6
4	Asam koumarat	2,12	2,61	2,66	7,39	2,5
5	Asam oksaloasetat	2,07	2,55	2,61	7,23	2,4
6	Asam malat	1,97	2,42	2,47	6,86	2,3
7	Asam sitrat	1,88	2,31	2,38	6,57	2,2
8	Asam fumarat	1,76	2,16	2,21	6,13	2,0
9	Asam sinamat	1,75	2,16	2,2	6,11	2,0
10	Asam galat	2,99	2,15	2,19	7,33	2,4
11	Asam oksalat	1,44	1,77	1,81	5,02	1,7
12	Asam suksinat	1,37	1,68	1,72	4,77	1,6
13	Asam propionat	1,22	1,51	1,54	4,27	1,4
14	Asam butirat	1,01	1,24	1,27	3,52	1,2
15	Asam format	1,52	1,09	1,12	3,73	1,2
16	Asam valerat	0,85	1,04	1,06	2,95	1,0
17	Asam cafeat	1,26	0,9	0,92	3,08	1,0
18	Asam triindolasetat	1,01	0,73	0,74	2,48	0,8
19	Asam ferulat	0,39	0,48	0,49	1,36	0,5

Tabel 1 menunjukkan komposisi asam organik yang didapat dari analisis LCMS, diketahui bahwa di dalam ekoenzim terdapat 19 jenis asam organik yang terdiri asam asetat, asam laktat hingga asam ferulat. Hasil penelitian menunjukkan asam organik yang memiliki kandungan paling tinggi adalah asam asetat (3,2%) sedangkan persentase yang paling rendah didapatkan pada asam ferulat (0,5%).



Gambar 1. Grafik Perbandingan Persentase Asam Organik Ekoenzim

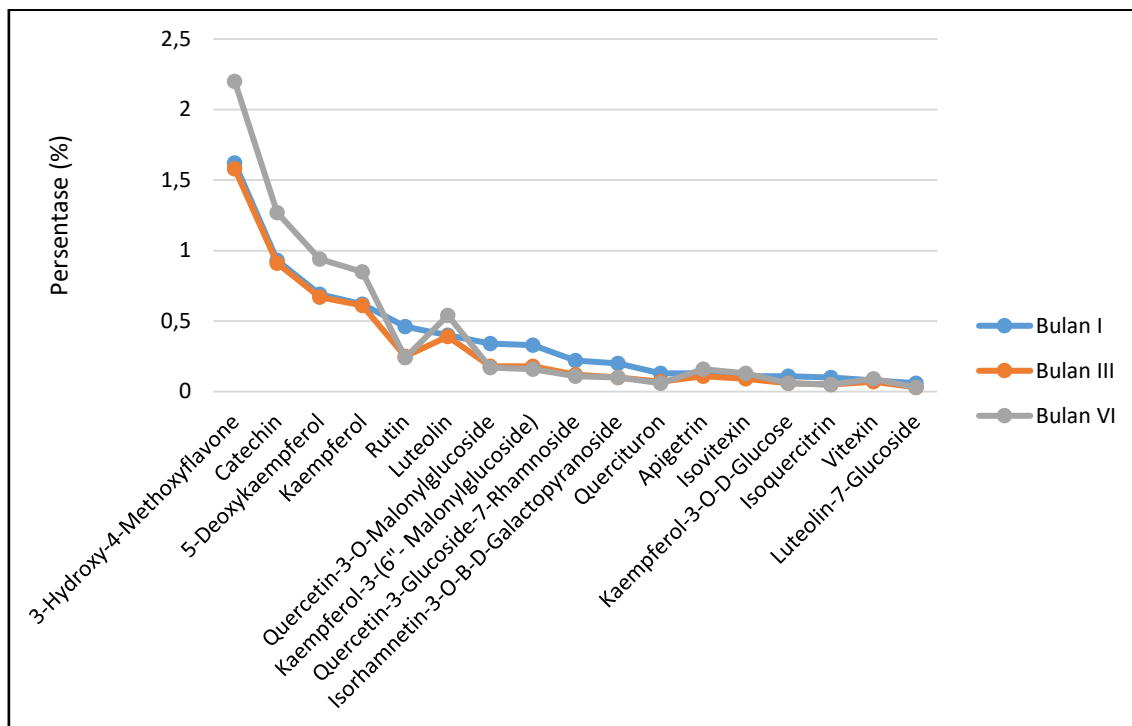
Gambar 1 menunjukkan distribusi persentase asam organik ekoenzim terhadap lama waktu fermentasi yang berbeda, dimana pada bulan I dan III kandungan asam organik dari ekoenzim memiliki persentase yang tidak jauh berbeda akan tetapi setelah

bulan ke VI persentase beberapa asam organik mengalami penurunan dan hanya tiga asam organik saja yang mengalami peningkatan seperti asam galat, asam format dan asam cafeat.

Tabel 2. Komposisi Senyawa Kimia Ekoenzim dari Golongan Flavonoid

No	Golongan Flavonoid	Persentase (%)			Total	Rerata
		Bulan VI	Bulan III	Bulan I		
1	3-Hydroxy-4-Methoxyflavone	2,2	1,58	1,62	5,4	1,80
2	Catechin	1,27	0,91	0,93	3,11	1,04
3	5-Deoxykaempferol	0,94	0,67	0,69	2,3	0,77
4	Kaempferol	0,85	0,61	0,62	2,08	0,69
5	Rutin	0,24	0,25	0,46	0,95	0,32
6	Luteolin	0,54	0,39	0,4	1,33	0,44
7	Quercetin-3-O-Malonylglucoside	0,17	0,18	0,34	0,69	0,23
8	Kaempferol-3-(6"-Malonylglucoside)	0,16	0,18	0,33	0,67	0,22
9	Quercetin-3-Glucoside-7-Rhamnoside	0,11	0,12	0,22	0,45	0,15
10	Isorhamnetin-3-O-B-D-Galactopyranoside	0,1	0,1	0,2	0,4	0,13
11	Quercituron	0,06	0,07	0,13	0,26	0,09
12	Apigetrin	0,16	0,11	0,13	0,4	0,13
13	Isovitexin	0,13	0,09	0,11	0,33	0,11
14	Kaempferol-3-O-D-Glucose	0,06	0,06	0,11	0,23	0,08
15	Isoquercitrin	0,05	0,05	0,1	0,2	0,07
16	Vitexin	0,09	0,07	0,08	0,24	0,08
17	Luteolin-7-Glucoside	0,03	0,03	0,06	0,12	0,04

Tabel 2 menunjukkan komposisi senyawa flavonoid yang didapat dari analisis LCMS, diketahui bahwa di dalam ekoenzim terdapat senyawa bioaktif sebanyak 17 jenis senyawa bioaktif flavonoid yang terdiri 3-Hydroxy-4-Methoxyflavone, catechin hingga luteolin. Hasil penelitian menunjukkan senyawa flavonoid yang memiliki kandungan paling tinggi adalah 3-Hydroxy-4-Methoxyflavone (1,80%) sedangkan persentase yang paling rendah didapatkan pada Luteolin-7-Glucoside (0,04%).



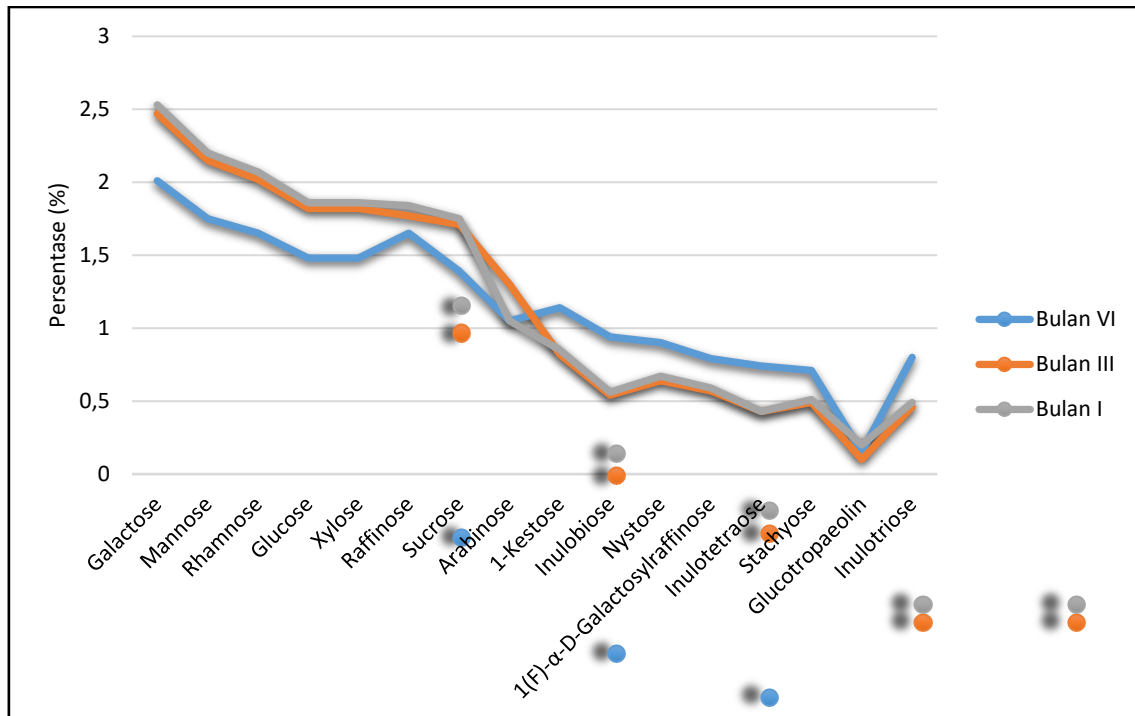
Gambar 2. Grafik Perbandingan Persentase Flavonoid dari Ekoenzim

Gambar 2 menunjukkan distribusi persentase senyawa flavonoid ekoenzim terhadap lama waktu fermentasi yang berbeda, dimana pada bulan I dan III kandungan senyawa flavonoid dari ekoenzim memiliki persentase yang tidak jauh berbeda akan tetapi setelah bulan ke VI persentase beberapa senyawa flavonoid mengalami kenaikan seperti 3-Hydroxy-4-Methoxyflavone, catechi, 5-Deoxykaempferol dan kaempferol.

Tabel 3. Komposisi Senyawa Kimia Ekoenzim dari Golongan Karbohidrat

No	Golongan Karbohidrat	Persentase (%)			Total	Rerata
		Bulan VI	Bulan III	Bulan I		
1	Galactose	2,01	2,47	2,53	7,01	2,34
2	Mannose	1,75	2,15	2,2	6,1	2,03
3	Rhamnose	1,65	2,02	2,07	5,74	1,91
4	Glucose	1,48	1,82	1,86	5,16	1,72
5	Xylose	1,48	1,82	1,86	5,16	1,72
6	Raffinose	1,65	1,77	1,84	5,26	1,75
7	Sucrose	1,39	1,71	1,75	4,85	1,62
8	Arabinose	1,05	1,3	1,05	3,4	1,13
9	1-Kestose	1,14	0,82	0,85	2,81	0,94
10	Inulobiose	0,94	0,54	0,56	2,04	0,68
11	Nystose	0,9	0,64	0,67	2,21	0,74
12	1(F)- α -D-Galactosylraffinose	0,79	0,57	0,59	1,95	0,65
13	Inulotetraose	0,74	0,43	0,43	1,6	0,53
14	Stachyose	0,71	0,49	0,51	1,71	0,57
15	Glucotropaeolin	0,15	0,1	0,2	0,45	0,15
16	Inulotriose	0,8	0,46	0,49	1,75	0,58

Tabel 3 menunjukkan komposisi jenis karbohidrat yang didapat dari analisis LCMS, diketahui bahwa di dalam ekoenzim terdapat golongan senyawa karbohidrat sebanyak 16 jenis yang terdiri galactose, mannose hingga inulotriose. Hasil penelitian menunjukkan karbohidrat yang memiliki kandungan paling tinggi adalah galactose (2,34%), sedangkan persentase karbohidrat yang paling rendah didapatkan pada inulotriose (0,58%).



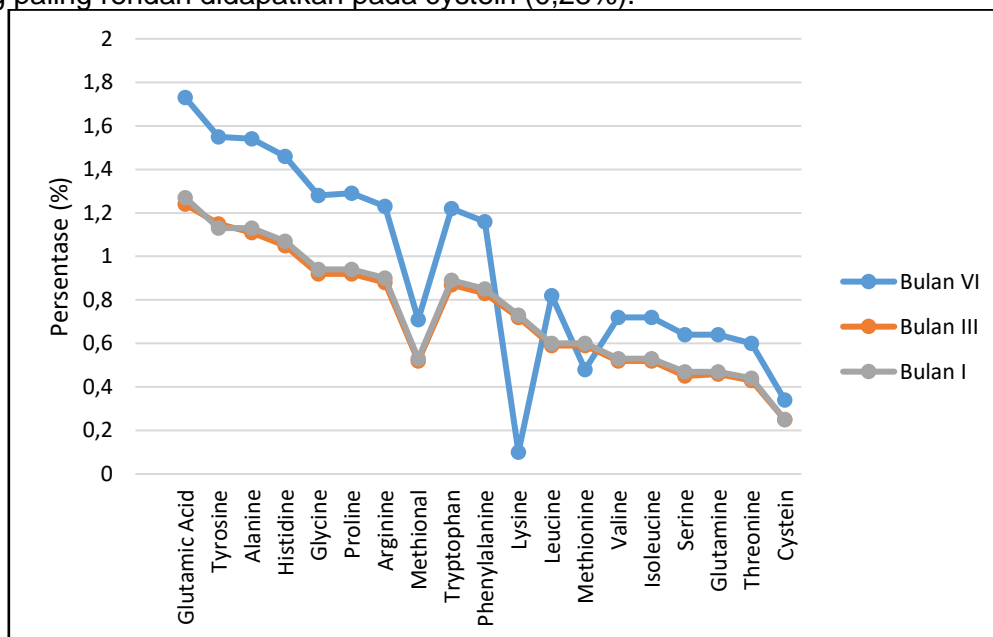
Gambar 3. Grafik Perbandingan Persentase Karbohidrat dari Ekoenzim

Gambar 3 menunjukkan distribusi persentase komposisi karbohidrat dari ekoenzim terhadap lama waktu fermentasi yang berbeda, dimana pada bulan I dan III kandungan komposisi karbohidrat dari ekoenzim memiliki persentase yang tidak jauh berbeda akan tetapi setelah bulan ke VI persentase dari karbohidrat mengalami fase fluktuatif dimana sebagian meningkat serta sebagian menurun. Contohnya karbohidrat galactose memiliki kandungan yang hampir mirip pada bulan I dan III tetapi turun pada bulan VI.

Tabel 4. Komposisi Senyawa Kimia Ekoenzim dari Golongan Asam Amino

No	Golongan Asam Amino	Persentase (%)			Total	Rerata
		Bulan VI	Bulan III	Bulan I		
1	Glutamic Acid	1,73	1,24	1,27	4,24	1,41
2	Tyrosine	1,55	1,15	1,13	3,83	1,28
3	Alanine	1,54	1,11	1,13	3,78	1,26
4	Histidine	1,46	1,05	1,07	3,58	1,19
5	Glycine	1,28	0,92	0,94	3,14	1,05
6	Proline	1,29	0,92	0,94	3,15	1,05
7	Arginine	1,23	0,88	0,9	3,01	1,00
8	Methional	0,71	0,52	0,53	1,76	0,59
9	Tryptophan	1,22	0,87	0,89	2,98	0,99
10	Phenylalanine	1,16	0,83	0,85	2,84	0,95
11	Lysine	0,1	0,72	0,73	1,55	0,52
12	Leucine	0,82	0,59	0,6	2,01	0,67
13	Methionine	0,48	0,59	0,6	1,67	0,56
14	Valine	0,72	0,52	0,53	1,77	0,59
15	Isoleucine	0,72	0,52	0,53	1,77	0,59
16	Serine	0,64	0,45	0,47	1,56	0,52
17	Glutamine	0,64	0,46	0,47	1,57	0,52
18	Threonine	0,6	0,43	0,44	1,47	0,49
19	Cystein	0,34	0,25	0,25	0,84	0,28

Tabel 4 menunjukkan jenis asam amino dari ekoenzim yang didapat dari analisis LCMS, diketahui bahwa didalam ekoenzim terdapat 19 jenis asam amino yang ditemukan terdiri *glutamic acid*, tyrosine, alanine hingga cystein. Hasil penelitian menunjukkan asam amino yang memiliki kandungan paling tinggi dalam ekoenzim adalah asam gultamat (*glutamic acid*) (1,41%) sedangkan persentase asam amino yang paling rendah didapatkan pada cystein (0,28%).



Gambar 4. Grafik Perbandingan Persentase Asam Amino dari Ekoenzim

Gambar 4 menunjukkan distribusi persentase asam amino dari ekoenzim terhadap lama waktu fermentasi yang berbeda, dimana pada bulan I dan III kandungan komposisi asam amino dari ekoenzim memiliki persentase yang tidak jauh berbeda akan tetapi setelah bulan ke VI persentase dari asam amino mengalami hasil yang berbeda dimana terdapat dua asam amino saja yang memiliki penurunan konsentrasi yaitu lysine dan methionine. Sedangkan asam amino lainnya mengalami peningkatan.

PEMBAHASAN

Ekoenzim dihasilkan dari campuran kulit buah dan atau sayuran dengan penambahan gula sumber karbohidrat selama waktu fermentasi. Oleh sebab itu kombinasi dari campuran tersebut berpengaruh terhadap komposisi senyawa bioaktif, sifat antibakteri dan sifat enzimatik dari setiap ekoenzim yang dihasilkan [14]. Hasil penelitian menunjukkan kandungan ekoenzim yang dihasilkan campuran dari kulit buah jeruk nipis (*C. aurantifolia*) terdiri dari senyawa seperti asam organik, metabolit sekunder flavonoid, protein dan karbohidrat. Kandungan asam asetat memiliki kandungan paling tinggi dibandingkan senyawa lainnya dan asam organik lainnya bahkan pada bulan pertama hingga ketiga masa fermentasi. Hal ini sesuai dengan penelitian lainnya bahwa asam asetat yang merupakan produk akhir fermentasi disebabkan bakteri menggunakan gula sebagai sumber nutrisi dan memecah bahan organik menjadi alkohol. Sifat dari asam-asam organik terutama seperti asam asetat, asam laktat, asam malat, asam sitrat dapat bersifat menjadi asam lemah bersifat antibakteri dengan mekanisme melintasi membran sel bakteri dengan gradien pH, mengganggu pembentukan ATP, mengasamkan sitoplasma dan akhirnya merusak DNA bakteri [5], [14], [15].

Sifat antibakteri yang diperoleh dari ekoenzim ternyata bisa didapat dari lama fermentasi satu bulan. Hasil penelitian menunjukkan pada bulan pertama fermentasi, kandungan asam organik seperti asam asetat sudah terdeteksi (3,41%) dan tidak jauh berbeda dengan bulan ketiga, persentase ini bahkan turun pada bulan keenam. Penurunan ini disebabkan karena bakteri telah kehilangan sebagian besar sumber nutrisi dari kulit buah jeruk nipis dan juga molase sehingga produksi asam organik menjadi berkurang [16], [17], [18]. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian lainnya bahwa produksi ekoenzim sebagai desinfektan dapat diperoleh dari durasi fermentasi kurang dari satu bulan karena memiliki tingkat keasaman yang rendah serta kadar alkohol yang tinggi sehingga mampu melawan sel bakteri dan berperan sebagai desinfektan alami. Pada bulan keenam ketika kandungan asam organik turun, ekoenzim bisa dimanfaatkan sebagai pupuk cair yang dapat diaplikasikan pada tanaman atau sebagai penyubur tanah [9]. Selain sebagai antibakteri, asam asetat juga memiliki potensi sebagai agen antiparasit. Merujuk pada penelitian Beyhan (2016), asam asetat dengan konsentrasi tinggi secara efektif mampu merusak dinding sel telur *Ascaris lumbricoides* yang memiliki tiga lapisan sehingga dianggap efektif juga untuk telur parasit lainnya [19]. Bahkan asam asetat dipertimbangkan sebagai agen pengurang kontaminasi telur cacing pada buah dan sayur segar dengan konsentrasi sebesar 5% [20]. Oleh sebab itu ekoenzim ini dapat dipergunakan sebagai cairan pencuci buah dan sayur yang ramah lingkungan.

Ekoenzim dari kulit buah jeruk nipis (*C. aurantiifolia*) memiliki kandungan senyawa bioaktif dari jenis flavonoid yang beragam. Kandungan flavonoid ini tidak hanya didapat dari buah jeruk saja tetapi ekoenzim yang berasal dari kulit buah jeruk nipis juga memiliki kandungan flavonoid. Kandungan senyawa flavonoid dalam ekoenzim turut serta berperan dalam aktivitas antimikroba [21]. Mekanisme penghambatan flavonoid sebagai agen antibakteri dengan cara menghambat sintesis asam nukleat, mengganggu fungsi membran sitoplasma dan mempengaruhi pembentukan biofilm, porin, permeabilitas dan interaksi kerja enzim bakteri, hal ini karena struktur senyawa dari flavonoid memiliki gugus hidroksil pada posisi khusus cincin aromatik, sehingga meningkatkan efek antibakteri. Mekanisme kerja asam organik sebagai agen antiseptik

adalah dengan menurunkan pH intraseluler dan konsentrasi ATP serta mengurangi kolonisasi dari bakteri [22].

Salah satu bahan baku utama pembuatan ekoenzim adalah gula. Peranan gula dalam proses fermentasi ekoenzim sebagai sumber karbon untuk mikroorganisme pengurai kulit buah menghasilkan alkohol dan asam organik. Jenis gula yang digunakan sebagai sumber karbon ekoenzim berpengaruh terhadap proses fermentasi, dimana molasse sebagai sumber karbon lebih baik dibandingkan jenis gula lainnya seperti gula pasir dan gula kelapa [14]. Molase memiliki komposisi unik seperti sukrosa, fruktosa dan glukosa memiliki laju fermentasi yang cepat. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kandungan karbohidrat kompleks didalam molase telah dicerna oleh bakteri menjadi karbohidrat sederhana mulai bulan pertama hingga ketiga, persentase karbohidrat ini mulai turun pada bulan keenam yang menunjukkan bakteri telah mencerna karbohidrat menjadi produk utama ekoenzim yaitu asam asetat [23]. Galaktosa yang ditemukan dalam ekoenzim akan difermentasi oleh mikroba seperti khamir *Sacharomyces cerevisiae* menjadi etanol [24]

Ekoenzim kulit buah jeruk nipis (*C. aurantiifolia*) merupakan produk berbasis mikroba yang dibuat dengan cara memfermentasi kulit buah dengan lama waktu lebih dari satu bulan. Peran mikroba di dalam ekoenzim adalah mendegradasi kulit buah kompleks menjadi bahan organik sederhana yang dapat diserap oleh lingkungan. Umumnya cairan ekoenzim tidak menyebabkan kerusakan pada tanah maupun tanaman bila digunakan secara langsung karena zat aktif di dalamnya dapat berfungsi sebagai aktivator pembuatan kompos. Hasil penelitian menunjukkan kandungan ekoenzim dari kulit buah jeruk nipis (*C. aurantiifolia*) ditemukan sebanyak 19 jenis asam amino. Kandungan asam amino yang didapat melimpah dari protein kulit buah jeruk juga merupakan komponen bioaktif yang didapat selama proses fermentasi [25], [26].

SIMPULAN

Simpulan dari penelitian ini adalah produk ekoenzim dari kulit buah jeruk nipis (*C. aurantiifolia*) memiliki potensi sebagai antiseptik karena memiliki kandungan kompleks bahan organik sebagai antiseptik alami yang dapat dipergunakan dalam rumah tangga. Potensi ekoenzim sebagai antiseptik rumah tangga dapat digunakan sebagai pembersih piring, pencuci buah dan sayur. Selain berpotensi sebagai antiseptik cairan ekoenzim dapat dipergunakan sebagai penyubur tanaman dan aktivator kompos yang dapat diaplikasikan untuk mengurangi limbah rumah tangga.

Saran dari penelitian ini adalah dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai formula ekoenzim yang paling efektif untuk digunakan sebagai pembersih piring, pencuci buah dan sayur serta penyubur tanaman hingga aktivator kompos.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] G. Knell, M. C. Robertson, E. E. Dooley, K. Burford, and K. S. Mendez, "Health behavior changes during covid-19 pandemic and subsequent 'stay-at-home' orders," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 17, no. 17, 2020, doi: 10.3390/ijerph17176268.
- [2] G. McDonnell and A. D. Russell, "Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance," *Clin Microbiol Rev*, vol. 14, no. 1, 2001, doi: 10.1128/cmr.14.1.227-227.2001.
- [3] M. Aznury et al., "Optimizing the Formula For Making Natural Antiseptic Soap With the Addition of Green Betel Leaf (*Piper Betle* L)," *Jurnal Kinetika*, vol. 12, no. 01, 2021.
- [4] P. K. Sath, S. Kumar, P. Chawla, and J. S. Duhan, "Fermentation: A boon for production of bioactive compounds by processing of food industries wastes (By-Products)," *Molecules*, vol. 23, no. 10, 2018. doi: 10.3390/molecules23102560.

- [5] C. Arun and P. Sivashanmugam, "Investigation of biocatalytic potential of garbage enzyme and its influence on stabilization of industrial waste activated sludge," *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 94, pages 471-478, 2015, doi: 10.1016/j.psep.2014.10.008.
- [6] Y. M. Ho, L. K. Ling, and L. A. Manaf, "Garbage Enzyme as a Solution to Waste Minimization," in *From Sources to Solution, Proc. Of the Intl. Conf. on Environment Forensic 2013*. 2014. doi: 10.1007/978-981-4560-70-2_63.
- [7] A. Czech, E. Zarycka, D. Yanovych, Z. Zasadna, I. Grzegorzcyk, and S. Kłys, "Mineral Content of the Pulp and Peel of Various Citrus Fruit Cultivars," *Biol Trace Elem Res*, vol. 193, no. 2, 2020, doi: 10.1007/s12011-019-01727-1.
- [8] D. A. Zema, P. S. Calabrò, A. Folino, V. Tamburino, G. Zappia, and S. M. Zimbone, "Valorisation of citrus processing waste: A review," *Waste Management*, vol. 80. 2018. doi: 10.1016/j.wasman.2018.09.024.
- [9] N. Benny, R. Shams, K. K. Dash, V. K. Pandey, and O. Bashir, "Recent trends in utilization of citrus fruits in production of eco-enzyme," *J Agric Food Res*, vol. 13, 2023, doi: 10.1016/j.jafr.2023.100657.
- [10] L. Vama and M. N. Cherekar, "Production, Extraction And Uses Of Eco-Enzyme Using Citrus Fruit Waste: Wealth From Waste," *Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc.*, vol. 22, no. 2, pp. 346–351, 2020.
- [11] K. Neupane and R. Khadka, "Production of Garbage Enzyme from Different Fruit and Vegetable Wastes and Evaluation of its Enzymatic and Antimicrobial Efficacy," *Tribhuvan University Journal of Microbiology*, vol.6, no.1, pg.2, 2019, doi: 10.3126/tujm.v6i0.26594.
- [12] Samriti, S. Sarabhai, and A. Arti, "Garbage enzyme: A study on compositional analysis of kitchen waste ferments," *The Pharma Innovation Journal*, vol. 8, no. 4, pp. 1193–1197, 2019.
- [13] N. A. Sagar, S. Pareek, S. Sharma, E. M. Yahia, and M. G. Lobo, "Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization," *Compr Rev Food Sci Food Saf*, vol. 17, no. 3, 2018, doi: 10.1111/1541-4337.12330.
- [14] I. A. Hanifah, N. P. V. Primarista, S. Prasetyawan, A. Safitri, T. Adyati, and A. Srihadyastutie, "The Effect of Variations in Sugar Types and Fermentation Time on Enzyme Activity and Total Titrated Acid on Eco-Enzyme Results of Fermentation," in *Proceedings of the 7th International Conference on Biological Science (ICBS 2021)*, 2022. doi: 10.2991/absr.k.220406.084.
- [15] S. Sai, V. M. J. Abisha, K. Mahalakshmi, A. K. Veronica, and A. V. Susila, "Treasure from trash - Is Ecoenzyme the new panacea in conservative dentistry and endodontics?," *Journal of Conservative Dentistry*, vol. 26, no. 2, 2023, doi: 10.4103/jcd.jcd_473_22.
- [16] A. Etienne, M. Génard, P. Lobit, D. Mbéguié-A-Mbéguié, and C. Bugaud, "What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells," *Journal of Experimental Botany*, vol. 64, no. 6. 2013. doi: 10.1093/jxb/ert035.
- [17] S. Akao, H. Tsuno, T. Horie, and S. Mori, "Effects of pH and temperature on products and bacterial community in l-lactate batch fermentation of garbage under unsterile condition," *Water Res*, vol. 41, no. 12, pp. 2636–2642, Jun. 2007, doi: 10.1016/J.WATRES.2007.02.032.
- [18] B. Mathew, S. Agrawal, N. Nashikkar, S. Bundale, and A. Upadhyay, "Isolation of Acetic Acid Bacteria and Preparation of Starter Culture for Apple Cider Vinegar Fermentation," *Adv Microbiol*, vol. 09, no. 06, 2019, doi: 10.4236/aim.2019.96034.
- [19] Y. E. Beyhan, H. Yilmaz, and M. Hokelek, "Effects of acetic acid on the viability of *Ascaris lumbricoides* eggs: Is vinegar reliable enough to clean the vegetables?," *Saudi Med J*, vol. 37, no. 3, 2016, doi: 10.15537/smj.2016.3.13061.
- [20] S. Etewa, S. Abdel-Rahman, G. Fathy, D. Abo El-Maaty, and M. Sarhan, "Parasitic Contamination of Commonly Consumed Fresh Vegetables and Fruits in Some Rural Areas

- of Sharkyia Governorate, Egypt,” *Afro-Egyptian Journal of Infectious and Endemic Diseases*, vol. 7, no. 4, 2017, doi: 10.21608/aeji.2017.17804.
- [21] C. C. Ana, P. V. Jesús, E. A. Hugo, A. T. Teresa, G. C. Ulises, and P. Neith, “Antioxidant capacity and UPLC–PDA ESI–MS polyphenolic profile of *Citrus aurantium* extracts obtained by ultrasound assisted extraction,” *J Food Sci Technol*, vol. 55, no. 12, 2018, doi: 10.1007/s13197-018-3451-0.
- [22] A. Adameczak, M. Ożarowski, and T. M. Karpiński, “Antibacterial activity of some flavonoids and organic acids widely distributed in plants,” *J Clin Med*, vol. 9, no. 1, 2020, doi: 10.3390/jcm9010109.
- [23] A. Palmonari et al., “In vitro evaluation of sugar digestibility in molasses,” *Ital J Anim Sci*, vol. 20, no. 1, 2021, doi: 10.1080/1828051X.2021.1899063.
- [24] S. H. Mohd Azhar and R. Abdulla, “Bioethanol production from galactose by immobilized wild-type *Saccharomyces cerevisiae*,” *Biocatal Agric Biotechnol*, vol. 14, 2018, doi: 10.1016/j.bcab.2018.04.013.
- [25] Galih Satrio, A. K. Hanum Hasibuan, and P. W. Azzida, “Organic Fertilizer from Amino Acid and Eco-Enzyme Combinations for Repairing Plant Metabolism,” *Indonesian Journal of Chemical Studies*, vol. 2, no. 1, 2023, doi: 10.55749/ijcs.v2i1.28.
- [26] X. Li et al., “Chemical composition of naturally-fermented mixed fruit product and in vitro bioactivities,” *LWT*, vol. 181, 2023, doi: 10.1016/j.lwt.2023.114771.