

Produksi dan Skrining Senyawa Metabolit sekunder Ecoenzyme Kulit Buah Jeruk BW dan Jeruk Siam yang Berpotensi sebagai Bioinsektisida

Production and Screening of Ecoenzyme Secondary Metabolite Compounds Peels of BW Citrus and Siamese Oranges Potential as Bioinsecticides

Budi Prasetyo¹, Hening Widowati^{2*}, dan Agus Sutanto³

^{1, 2, 3} Biology Education Postgraduate Program at Muhammadiyah Metro University

*E-mail : budiprasetyo558@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the levels of secondary metabolites that have the potential as biopesticides in the ecoenzyme of BW and Siam orange peels. Research on making ecoenzymes was carried out in Karang Anyara Village, Labuhan Maringgai District, East Lampung Regency. Analysis of the levels of secondary metabolites was carried out at the Laboratory of Chemical Analysis, University of Muhammadiyah Malang, Malang City, East Java. Analysis of the levels of secondary metabolites of alkaloids, saponins, flavonoids, steroids, terpenoids, and tannins was carried out using the extraction-spectrophotometric method while the analysis of essential oil content was carried out by distillation method. The results of the study identified secondary metabolites with potential as bioinsecticides in the ecoenzyme of BW orange peel and Siamese orange peel. The compounds contained are alkaloids, saponins, flavonoids, steroids, terpenoids, tannins, and essential oils. The results of the Mann-Whitney test showed that there was a significant difference in the levels of secondary metabolites present in the ecoenzyme. To complete the results of this study, further research is needed to prove the effectiveness of using ecoenzyme from citrus fruit peels as a bioinsecticide.

Keywords: bioinsecticide, ecoenzyme, citrus peel

Disubmit : 9 Juli 2023; **Diterima:** 22 Januari 2024; **Disetujui :** 29 September 2024

PENDAHULUAN

Jeruk merupakan salah satu jenis buah yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat dunia, termasuk Indonesia. Buah jeruk maupun produk turunannya memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi (Mustafidah et al., 2022). Buah jeruk umumnya dikonsumsi secara langsung maupun diolah menjadi berbagai sajian seperti jus, es jeruk siam dan lain sebagainya. Produksi buah jeruk di Provinsi Lampung mencapai 72.777 ton pada tahun 2022 dan secara Nasional mencapai 2.551.999 ton (Badan Pusat Statistik, 2022). Dari konsumsi buah jeruk tersebut menghasilkan produk sampingan berupa limbah kulit buah jeruk. Limbah kulit buah jeruk umumnya hanya dibuang begitu saja karena dianggap tidak dapat diolah dan tidak bermanfaat.

Limbah kulit buah jeruk yang dianggap tidak memiliki manfaat sebenarnya masih dapat diolah menjadi produk yang lebih bermanfaat serta dapat bernilai ekonomi, salah satunya yaitu dapat diolah menjadi Ecoenzyme. Ecoenzim adalah larutan fermentasi dari campuran gula, limbah buah dan air dengan



Lisensi

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

perbandingan 1:3:10 (Rasit, 2020). Beberapa penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa ecoenzyme memiliki banyak manfaat seperti antibakteri, antivirus (Eskundari et al., 2022) antijamur, dan insektisida (Vama and Cherekar, 2020). Sebagai bahan pembuatan ecoenzyme kulit buah jeruk memiliki keunggulan karena mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti 40 senyawa polifenol termasuk asam fenolik, flavonoid (Shehata et al., 2021) (Eskundari et al., 2022) saponin (Dari et al., 2020) dan minyak atsiri (Cahyati et al., 2016).

Beberapa manfaat Ecoenzyme yaitu sebagai bioinsektisida yang mampu membunuh berbagai jenis serangga hama. Bioinsektisida alami merupakan salah satu bahan nabati yang memiliki aktivitas antimikrobal yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan atau mematikan hama atau organisme penyebab penyakit. Biopestisida cocok untuk pencegahan sebelum terjadi serangan hama dan penyakit pada tanaman (Indawan, E., Ga, R. M. N., & Agastya, I. M. I., 2020). Akan tetapi informasi mengenai kadar Ecoenzyme yang berpotensi sebagai bioinsektisida masih sangat jarang ditemukan sehingga perlu adanya penelitian terkait kadar senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai bioinsektisida pada Ecoenzyme. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui adanya kadar senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai biopestisida pada ecoenzyme kulit buah jeruk BW dan jeruk siam.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Desa Karang Anyar kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. Analisis kadar senyawa metabolit sekunder dilakukan di Laboratorium Analisis Kimia Universitas Muhammadiyah Malang, Kota Malang Jawa Timur. Objek penelitian yaitu ecoenzyme kulit buah jeruk BW (*Citrus sp. var. chokun BW*) dan jeruk siam (*Citrus nobilis var. microcarpa L*) sebanyak 30 sampel dengan pengukuran duplo pada masing-masing jenis ecoenzyme. Dalam penelitian ini dilakukan analisis kadar senyawa metabolit sekunder meliputi alkaloid, saponin, flavonoid, steroid, terpenoid, tanin, dan minyak atsiri.

Pembuatan Ecoenzyme. Pembuatan ecoenzyme kulit buah jeruk dilakukan dengan cara mencampurkan 100g gula merah, 300g kulit buah jeruk dan 1L air dengan perbandingan 1:3:10. Setelah itu, campuran bahan dimasukkan ke dalam botol plastik kedap udara dan ditutup dengan rapat kemudian diletakkan di tempat yang gelap dan sejuk untuk menghindari sinar matahari proses fermentasi ini dilakukan selama 3 bulan. Selama bulan pertama proses fermentasi, gas dilepaskan setiap hari untuk menghindari pecah akibat tekanan yang terbentuk di dalam wadah (Galintin et al., 2020).

Penentuan saponin (Metode Ekstraksi-Spektrofotometri). 0,5 ml FeCl_3 0,1 M dan 0,5 ml $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 0,008 M ditambahkan ke dalam 5mL sampel ecoenzyme selanjutnya dihomogenkan dan diidamkan selama 30 menit. Setelah dididamkan selama 30 menit maka apabila positif terdapat kandungan saponin maka akan terbentuk warna biru pada sampel. Absorsi hasil reaksi diukur pada spektrofotometri pada λ 645 nm. Hasil absorbansi saponin standar yang telah diperoleh dianalisis menggunakan program statistik untuk mendapatkan persamaan regresi linear sederhana $y = a + b(x)$, di mana y adalah absorbansi dan x adalah konsentrasi saponin. Kadar saponin kemudian ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi standar, dengan mempertimbangkan bobot sampel yang digunakan dan pengenceran yang dilakukan. Rumus yang digunakan untuk perhitungan ini adalah (Ezeabara, 2014):

$$\text{Saponin (ppm)} = \frac{(\text{absorbansi}-a)}{b \times \text{bobot sampel}} \times \left(\frac{10}{1000}\right) \times 1000 \times \text{fp}$$

Keterangan:

Fp = faktor pengenceran

Penentuan Alkaloid. Sebanyak 1 ml larutan fase yang telah disiapkan diambil dan berikutnya diencerkan dengan menggunakan kloroform hingga volumenya mencapai 5 mL. Hasil absorbansi selanjutnya diukur dengan menggunakan panjang gelombang 470 nm. Kemudian persamaan regresi linier sederhana

ditentukan menggunakan $y=a+b(x)$, y merupakan absorbansi sedangkan x merupakan konsentrasi alkaloid, hasil absorbansi alkaloid yang sudah diperoleh selanjutnya dianalisis dengan menggunakan program statistik. Penentuan kadar alkaloid dilakukan dengan menggunakan persamaan regresi standar, dengan tetap memperhatikan berat sampel serta pengencerannya. Perhitungan kadar alkaloid dilakukan dengan rumus sebagai berikut (Tambe and Bhambar, 2014):

$$\text{Alkalod (ppm)} = \frac{(\text{absorbansi}-a)}{b \times \text{bobot sampel}} \times \left(\frac{10}{1000}\right) \times 1000 \times \text{fp}.$$

Keterangan:

fp= faktor pengenceran

Penentuan Flavonoid. Untuk melakukan analisis flavonoid, diambil 0,1 ml larutan sampel atau standar dan ditambahkan dengan 0,1 ml Al_2Cl_3 2%. Campuran tersebut dihomogenkan dengan menggunakan vorteks dan dibiarkan selama 60 menit pada suhu ruang. Kemudian, ditambahkan akuades hingga volumenya mencapai 1 ml. Jika terdapat flavonoid, larutan akan berubah menjadi warna merah. Absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm. Hasil absorbansi flavonoid standar yang telah diperoleh dianalisis menggunakan program statistik untuk mendapatkan persamaan regresi linear sederhana $y = a + b(x)$, di mana y adalah absorbansi dan x adalah konsentrasi flavonoid. Kadar flavonoid kemudian ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi standar, dengan mempertimbangkan bobot sampel yang digunakan dan pengenceran yang dilakukan. Rumus (Laali et al., 2018):

$$\text{Flavonoid (ppm)} = \frac{(\text{absorbansi}-a)}{b \times \text{bobot sampel}} \times \left(\frac{10}{1000}\right) \times 1000 \times \text{fp}.$$

Keterangan:

fp= faktor pengenceran

Penentuan steroid. Untuk melakukan analisis steroid, 1 ml larutan sampel atau larutan standar dimasukkan ke dalam labu takar 10 ml. Selanjutnya, ditambahkan 0,1 ml larutan tetrazolium biru dan 0,1 ml larutan tetrametilamonium hidroksida 10%. Setelah itu, ditambahkan 2 ml etanol dan larutan didiamkan dalam ruangan gelap pada suhu ruang selama 90 menit. Setelah waktu tertentu, ditambahkan 0,05 ml larutan asam asetat glasial, dihomogenkan, dan ditambahkan etanol hingga volumenya mencapai 10 ml (batas volum labu takar). Larutan kemudian dipindahkan ke dalam kuvet spektrofotometri, dan absorbansi diukur pada panjang gelombang 525 nm. Sebagai blanko, digunakan etanol yang diberi larutan tetrazolium biru, larutan tetrametilamonium hidroksida 10%, dan etanol dengan prosedur yang sama. Hasil absorbansi dari alkaloid standar yang telah diperoleh dianalisis menggunakan program statistik untuk mendapatkan persamaan regresi linear sederhana $y = a + b(x)$, di mana y adalah absorbansi dan x adalah konsentrasi steroid. Kadar steroid kemudian ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi standar, dengan mempertimbangkan bobot sampel yang digunakan dan pengenceran yang dilakukan.

$$\text{Steroid (ppm)} = \frac{(\text{absorbansi}-a)}{b \times \text{bobot sampel}} \times \left(\frac{10}{1000}\right) \times 1000 \times \text{fp}.$$

Keterangan:

fp= faktor pengenceran.

Penentuan terpenoid. Sebanyak 5 ml sampel atau standar ditambahkan dengan 3 ml H_2SO_4 pekat p.a. Campuran tersebut dihomogenkan dan dibiarkan beberapa saat. Jika terdapat terpenoid, akan terbentuk warna merah kecoklatan. Selanjutnya, campuran diencerkan dengan kloroform hingga volumenya mencapai 10 ml. Absorbansi hasil reaksi diukur menggunakan spektrofotometri pada panjang gelombang 538 nm.

Hasil absorbansi terpenoid standar yang telah diperoleh dianalisis menggunakan program statistik untuk mendapatkan persamaan regresi linear sederhana $y = a + b(x)$, di mana y adalah absorbansi dan x adalah konsentrasi terpenoid. Kadar terpenoid kemudian ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi standar, dengan mempertimbangkan bobot sampel yang digunakan dan pengenceran yang dilakukan. Rumus yang digunakan untuk perhitungan ini adalah (Indumathi C et al., 2014):

$$\text{Terpenoid (ppm)} = \frac{(\text{absorbansi-a})}{b \times \text{bobot sampel}} \times \left(\frac{10}{1000}\right) \times 1000 \times \text{fp.}$$

Keterangan:

fp= faktor pengenceran

Penentuan tanin. Sebanyak 5 ml sampel atau standar ditambahkan dengan 0,5 ml FeCl_3 0,1 M dan 0,5 ml $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 0,008 M. Campuran tersebut dihomogenisasi dan didiamkan selama 30 menit. Selanjutnya, larutan diencerkan dengan aquades hingga volumenya mencapai 10 ml. Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 620 nm. Hasil absorbansi tanin standar yang telah diperoleh dianalisis menggunakan program statistik untuk mendapatkan persamaan regresi linear sederhana $y = a + b(x)$, di mana y adalah absorbansi dan x adalah konsentrasi tanin. Kadar tanin kemudian ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi standar, dengan mempertimbangkan bobot sampel yang digunakan dan pengenceran yang dilakukan. Rumus yang digunakan untuk perhitungan ini adalah (Tambe and Bhambar, 2014):

$$\text{Tanin (ppm)} = \frac{(\text{absorbansi-a})}{b \times \text{bobot sampel}} \times \left(\frac{10}{1000}\right) \times 1000 \times \text{fp.}$$

Penentuan minyak atsiri (Metode Metode Destilasi Minyak Atsiri). Sampel padat dihaluskan dan ditimbang sebanyak 25 g. Kemudian, sampel tersebut dibungkus dalam kantong kertas saring atau kain kasa. Selanjutnya, dipersiapkan perangkat destilasi minyak atsiri yang terdiri dari pendingin balik, penampung, dan labu larutan, dan dipasang pada pemanas listrik. Kantong kertas saring atau kain kasa dimasukkan ke dalam labu. Pendingin balik dipasang, dan pemanas dinyalakan. Destilasi dilakukan selama 6 jam. Setelah waktu ekstraksi selesai, kran penampung minyak atsiri dibuka, dan volume minyak yang dihasilkan (b) diukur menggunakan pipet ukur mikro. Perhitungan dilakukan dengan rumus (AOC, 1988):

$$\text{Minyak atsiri (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\%.$$

Keterangan

a : bobot sampel,

b : volum minyak yang ditampung (ml)

Analisis Data. Data hasil penelitian selanjutnya dianalisis dengan menggunakan uji *Mann-Whitney U* untuk mengetahui perbedaan kadar senyawa metabolid sekunder pada ecoenzyme kulit buah jeruk manis dan jeruk siam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ecoenzyme adalah larutan kompleks zat organik yang dihasilkan melalui fermentasi sisa organik, gula, dan air dengan perbandingan 3:1:10. Larutan Ecoenzyme memiliki warna coklat gelap dan memiliki aroma yang kuat, dengan nuansa asam atau segar (Hemalatha and Visantini, 2020). Selama proses fermentasi ekoenzim, terjadi reaksi sebagai berikut: $\text{CO}_2 + \text{N}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3 + \text{NO}_3 + \text{CO}_3$. Fermentasi ecoenzyme ini dilakukan selama tiga bula. Lamanya proses fermentasi ecoenzyme disebabkan karena terdapat beberapa tahapan yaitu pada satu bulan pertama akan terjadi proses pelepasan alkohol sehingga pada larutan ecoenzim akan tercium adanya aroma alkohol. Selanjutnya pada bulan ke dua akan muncul aroma asam yang timbul karena adanya kandungan asam asetat di dalamnya. Dengan adanya kandungan vitamin serta mineral di

dalam ecoenzyme juga akan membantu terjadinya perubahan secara alami hingga terbentuk enzim pada bulan ke tiga. Oleh karena itu maka dalam dalam produksi ecoenzyme dibutuhkan waktu minimum selama tiga bulan (Rohmah et al., 2020). Selama proses fermentasi terdapat beberapa jenis mikroorganisme yang tumbuh yaitu bakteri asam laktat seperti (*Lactobasillus* dan *Leuconostoc*), serta ragi seperti (*Pichia* dan *Candida*) (Zainudin and Kesumaningwati, 2022).

Tabel 1. Hasil Uji Kadar Rata-Rata Senyawa Metabolit Sekunder pada Sampel Ecoenzyme Kulit Buah Jeruk

Parameter	Satuan	Ecoenzyme Jeruk siam	Ecoenzymen Jeruk Buah
Alkaloid	mg/L	73.63	43.60
Saponin	mg/L	226.77	106.20
Flavonoid	mg/L	969.53	749.95
Steroid	mg/L	15.98	11.87
Terpenoid	mg/L	247.51	175.75
Tanin	mg/L	107.30	46.13
Minyak Atsiri	%	0.09	0.06

Dari Tabel 1, terlihat terdapat beberapa jenis senyawa fitokimia yang terkandung di dalam ecoenzyme. Adanya senyawa metabolit sekunder pada ecoenzyme kulit buah jeruk disebabkan karena di dalam kulit buah jeruk terkandung berbagai senyawa seperti flavonoid, saponin, alkaloid, tanin (Cahyanta et al., 2020), terpenoid, minyak atsiri (Amiliah et al., 2021). Menurut Dhaniaputri, (2016) vakuola sebagai tempat penyimpanan senyawa metabolit sekunder merupakan suatu organel yang letaknya di bagian dalam dan dilindungi oleh dinding sel dimana dinding tersebut juga berperan dalam memberikan tekstur keras pada sel tumbuhan. Melalui proses fermentasi selama pembuatan ecoenzyme berbagai senyawa tersebut akan terlepas dari dalam sel kulit jeruk sehingga cairan ecoenzyme akan memiliki kadar yang sama dengan kulit buah jeruk. Pada proses fermentasi akan terjadi pemecahan dinding sel pada kulit jeruk sehingga senyawa yang terkandung pada vakuola akan keluar lebih optimal (Hardiansi et al., 2020).

Tabel 1. Hasil Uji *Mann-Whitney* Kadar Senyawa Metabolit Sekunder pada Sampel Ecoenzyme Kulit Buah Jeruk BW dan Jeruk siam

	Alkaloid	Saponin	Falvonoid	Steroid	Terpenoid	Tanin	Minyak Atsiri
<i>Mann-Whitney</i> U	.000	.000	.000	.000	.000	.000	207.500
Wilcoxon W	465.000	465.000	465.000	465.000	465.000	465.000	672.500
Z	-6.654	-6.654	-6.654	-6.654	-6.654	-6.653	-3.874
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000

Hasil uji *man-Whitney* menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kadar senyawa metabolit sekunder pada ecoenzyme kulit buah jeruk BW dan kulit buah jeruk siam hal tersebut karena adanya perbedaan jumlah kadar senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada kedua jenis kulit jeruk tersebut sehingga pada saat proses fermentasi ecoenzyme jumlah kadar yang dihasilkan juga berbeda. Berbagai senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalam ecoenzyme tersebut memiliki potensi sebagai isektisida seperti yang dikatakan oleh Safirah et al., (2016) kimia yang terkandung di dalam tumbuhan dan memiliki fungsi sebagai insektisida di antaranya yaitu saponin, tanin, flavonoid, steroid, alkaloid, terpenoid, dan minyak atsiri (Tampubolon et al., 2018).

Alkaloid memiliki efek yang signifikan dalam proses perkembangan serangga. Serangga dapat mengalami gangguan dalam pergantian kulit dan transformasi dari telur hingga menjadi serangga dewasa. Selain itu senyawa alkaloid juga merupakan jenis racun pernafasan serta metabolisme yang artinya kandungan ini dapat mengganggu proses pernafasan dan metabolisme pada serangga yang pada akhirnya akan

mengakibatkan terjadinya ketian dengan waktu singkat. Flavonoid juga memiliki peran sebagai racun perut yang mengakibatkan proses pencernaan makanan. Selain itu, flavonoid juga dapat mengganggu reseptor perasa pada mulut serangga dengan demikian maka serangga tidak dapat merasakan stimulus serta tidak dapat mengidentifikasi makanannya yang pada akhirnya juga dapat mengalami kematian karena tidak adanya asupan makanan (Kurniawan and Ropiqa, 2021).

Terpenoid memiliki sifat racun terhadap serangga, bahkan pada konsentrasi yang rendah. Senyawa ini berperan sebagai agen pembunuh dengan cara memasuki tubuh serangga dan mengganggu sistem pernafasan serta sistem saraf. Kadar terpenoid dan minyak atsiri yang terdapat dalam kulit jeruk dan kulit pisang ambon tidak hanya menghambat saluran pernafasan serangga, tetapi juga menghambat enzim asetilkolinesterase (AChE). Biopestisida organofosfat dalam membunuh serangga bekerja dengan cara menghambat enzim AChE, enzim ini memiliki peran yang sangat penting dalam sistem saraf pada serangga dan mamalia. AChE bekerja sebagai penghantar impuls yang berasal dari sel saraf menuju ke sel otot melalui sinapsis. AChE apabila berikatan dengan organofosfat maka akan terfosforilasi yang bersifat irreversible. Akibatnya, asetilkolin akan terkumpul pada sinapsis yang mengakibatkan serangga akan mengalami kejang otot, kelumpuhan, bahkan sampai mengalami kematian (Surahmida, 2022).

Tanin merupakan suatu zat aktif yang menyebabkan adanya rasa pahit pada tanaman sehingga menyebabkan serangga enggan untuk memakannya. Tanin yang tertelan oleh serangga akan berikatan dengan karbohidrat, mineral, dan protein di dalam sistem pencernaan. Oleh sebab itu proses pencernaan dan penyerapan nutrisi pada serangga akan terganggu. Saponin, sebagai salah satu jenis steroid, juga memiliki sifat anti-pakan dan pengusir terhadap serangga. Saponin membuat serangga enggan untuk mengkonsumsi tumbuhan yang mengandung senyawa ini. Selain itu, apabila saponin tertelan oleh serangga maka dapat mengakibatkan terhambatnya proses pertumbuhan serta terjadinya kerusakan mukosa pada saluran pencernaan (Hama and Umur, 2018). Senyawa limonen yang terdapat dalam minyak atsiri kulit jeruk memiliki sifat sebagai repellent. Aroma dari minyak atsiri tersebut tidak disukai oleh hama (Dumanauw et al., 2019). Minyak atsiri juga mengandung beberapa senyawa seperti sitronela, linalool, sitronelol, sitronelil asetat, kariofilin, dan geraniol. Senyawa-senyawa ini memiliki kemampuan untuk mempengaruhi keadaan fisik dan metabolisme serangga, sehingga berperan penting dalam membunuh serangga hama (Gunawan and Sukristin, 2021). Steroid juga memiliki sifat beracun terhadap serangga. Kadar steroid yang tinggi dapat menghambat proses molting larva jika serangga tersebut memakan senyawa tersebut (Wulandari and Ahyanti, 2018). Steroid memiliki kemampuan untuk mengganggu struktur octopamine. Gangguan pada struktur octopamine dapat menyebabkan gangguan aktivitas larva yang pada akhirnya meningkatkan mortalitas larva. Selain itu, steroid juga dapat menghambat *Sterol Carrier Protein* (SCP), sehingga larva tidak dapat mengubah sterol menjadi kolesterol. Hal ini akan mengganggu proses pertumbuhan dan perkembangan larva (Laksono et al., 2022).

Buah jeruk siam pada umumnya dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan pembuatan minuman es jeruk peras karena buah jeruk jenis ini memiliki ukuran yang cenderung lebih kecil serta memiliki rasa manis dan sedikit asam yang segar sehingga sangat cocok untuk digunakan sebagai minuman. Banyaknya penggunaan jeruk siam sebagai bahan pembuatan minuman jeruk peras tentunya juga akan berbanding lurus dengan banyaknya limbah dari kulit jeruk tersebut sehingga memanfaatkan kulit buah jeruk siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa* L) sebagai bahan pembuatan *ecoenzyme* yang berpotensi sebagai biopestisida memiliki beberapa keunggulan seperti adanya kandungan senyawa metabolit sekunder dengan kadar yang lebih tinggi dari kulit buah jeruk BW serta dapat membantu untuk mengurangi jumlah limbah kulit jeruk yang biasanya hanya dibuang begitu saja tanpa adanya pengolahan lebih lanjut karena limbah kulit buah jeruk dianggap tidak memiliki manfaat lagi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian teridentifikasi adanya senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai bioinsektisida pada ecoenzyme kulit buah jeruk BW dan kulit jeruk siam dengan kadar yang berbeda. Senyawa yang terkandung yaitu alkaloid, saponin, flavonoid, steroid, terpenoid, tanin, dan minyak atsiri. Untuk melengkapi hasil dari penelitian ini maka selanjutnya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membuktikan efektivitas penggunaan ecoenzyme dari kulit buah jeruk sebagai bioinsektisida.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiliah, A., Nurhamidah, N., Handayani, D., 2021. Aktivitas Antibakteri Kulit Buah Jeruk Kalamansi (*Citrofortunella Microcarpa*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Alotrop* 5, 92–105. <https://doi.org/10.33369/atp.v5i1.16493>
- AOC, 1988. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.
- Badan Pusat Statistik [WWW Document], 2022. URL <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html> (accessed 6.14.23).
- Cahyanta, A.N., Listina, O., Chairunnisa, D.C., 2020. Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Daun Pepaya Dan Kulit Jeruk Manis Terhadap Bakteri *Propionibacterium acne* Penyebab Jerawat Secara In-Vitro. *Parapemikir J. Ilm. Farm.* 9, 22–28.
- Cahyati, S., Kurniasih, Y., Khery, Y., 2016. Efisiensi Isolasi Minyak Atsiri Dari Kulit Jeruk Dengan Metode Destilasi Air-Uap Ditinjau Dari Perbandingan Bahan Baku Dan Pelarut Yang Digunakan. *Hydrog. J. Kependidikan Kim.* 4, 103. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v4i2.97>
- Dari, A.W., Narsa, A.C., Zamruddin, N.M., 2020. Literature Review: Aktivitas Kulit Jeruk dalam Bidang Farmasi. *Proceeding Mulawarman Pharm. Conf.* 12, 125–151. <https://doi.org/10.25026/mpc.v12i1.417>
- Dhaniaputri, R., 2016. Mata Kuliah Struktur Dan Fisiologi Tumbuhan Sebagai Pengantar Pemahaman Proses Metabolisme Senyawa Fitokimia. *Res. Rep.*
- Dumanauw, F.C., Rampe, H.L., Baideng, E.L., 2019. Intensitas Serangan Akibat Hama Pemakan Daun setelah Aplikasi Ekstrak Daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* (Cristm.) Swingle) pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *J. Ilm. SAINS* 19, 86–92. <https://doi.org/10.35799/jis.19.2.2019.23912>
- Eskundari, R.D., Wiharti, T., Hanik, N.R., Fatimah, F., Salamah, U., Murwani, A., 2022. Phytochemical test of several eco-handsanitizer candidates. *J. Biol. Trop.* 22, 297–303. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i1.3258>
- Ezeabara, C., 2014. Determination of Saponin Content of Various Parts of Six Citrus species. *Int. Res. J. Pure Appl. Chem.* 4, 137–143. <https://doi.org/10.9734/IRJPAC/2014/5831>
- Galintin, O., Rasit, N., Hamzah, S., 2020. Production and Characterization of Eco Enzyme Produced from Fruit and Vegetable Wastes and its Influence on the Aquaculture Sludge. *Biointerface Res. Appl. Chem.* 11, 10205–10214. <https://doi.org/10.33263/BRIAC113.1020510214>
- Gunawan, A., Sukristin, 2021. Uji Aktivitas Ekstrak Kulit Buah Jeruk Purut (*Citrus hystrix*) Sebagai Insektisida Alami Pembasmi Larva Instar III *Culex* Sp. *J. Kesehat. TUJUH BELAS* 2.
- Hama, S., Umur, T., 2018. Uji Fitokimia Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Bahan Alam Sebagai Pestisida Nabati Berpotensi Menekan Serangan Serangga Hama Tanaman Umur Pendek. *J. Sains dan Kesehatan* 1, 465–469.

- Hardiansi, F., Afriliana, D., Munteira, A., Wijayanti, E.D., 2020. Perbandingan Kadar Fenolik Dan Aktivitas Antimikroba Rimpang Jeringau (*Acorus calamus*) Segar Dan Terfermentasi. *J. Farm. MedicaPharmacy Med. J. PMJ* 3, 16. <https://doi.org/10.35799/pmj.3.1.2020.28959>
- Hemalatha, M., Visantini, P., 2020. Potential use of eco-enzyme for the treatment of metal based effluent. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 716, 012016. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/716/1/012016>
- Indawan, E., Ga, R. M. N., & Agastya, I. M. I. (2020). Pengaruh Komposisi Media Tanam Dan Dosis Biopestisida Nabati Terhadap Produksi Tomat. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 20(3), 204-212.
- Indumathi C, Durgadevi G, Nithyavani S, Gayathri P K, 2014. Estimation of terpenoid content and its antimicrobial property in *Enicostemma littorale*. *Int. J. ChemTech Res.* 6, 4264–4267.
- Kurniawan, H., Ropiqa, M., 2021. Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Daun Ekor Kucing (*Acalypha hispida* Burm.f.) Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). *J. Syifa Sci. Clin. Res.* 3, 52–62. <https://doi.org/10.37311/jsscr.v3i2.11398>
- Laali, K.K., Greves, W.J., Correa-Smits, S.J., Zwarycz, A.T., Bunge, S.D., Borosky, G.L., Manna, A., Paulus, A., Chanan-Khan, A., 2018. Novel Fluorinated Curcuminoids And Their Pyrazole And Isoxazole Derivatives: Synthesis, Structural Studies, Computational/Docking And In-Vitro Bioassay. *J. Fluor. Chem.* 206, 82–98. <https://doi.org/10.1016/j.jfluchem.2017.11.013>
- Laksono, F.W., Sari, N.L.S., Salsabila, S., Kurniasari, L., 2022. Pengaruh Insektisida Alami Ekstrak Daun Jelatang (*Urtica dioica* L.) Terhadap Mortalitas Larva *Aedes Aegypti*. *Pros. Sains Nas. Dan Teknol.* 12, 1. <https://doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7136>
- Mustafidah, R., Asyari, R.P., Velayati, J.M., Sayekti, T., 2022. Pemanfaatan Limbah Kulit Jeruk sebagai Fortifikan Guna Memperkaya Nilai Gizi pada Cokelat. *J. Tadris IPA Indones.* 2, 121–130. <https://doi.org/10.21154/jtii.v2i2.445>
- Rasit, N., 2020. Production And Characterization Of Eco Enzyme Produced From Tomato And Orange Wastes And Its Influence On The Aquaculture Sludge. *Asian Jr Microbiol Biotech Env Sc* 22.
- Rohmah, N.U., Astuti, A.P., Maharani, E.T.W., 2020. Organoleptic Test Of The Ecoenzyme Pineapple Honey With Variations In Water Content.
- Safirah, R., Widodo, N., Budiyanto, M.A.K., 2016. Effectiveness Botanical Insecticides *Crescentia cujete* fruit and flowers *Syzygium aromaticum* Mortality Against *spodoptera litura* in vitro as a Learning Resource biology. *JPBI J. Pendidik. Biol. Indones.* 2, 265–276. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v2i3.3874>
- Shehata, M.G., Awad, T.S., Asker, D., El Sohaimy, S.A., Abd El- Aziz, N.M., Youssef, M.M., 2021. Antioxidant and antimicrobial activities and UPLC-ESI-MS/MS polyphenolic profile of sweet orange peel extracts. *Curr. Res. Food Sci.* 4, 326–335. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.05.001>
- Surahmaida, S., 2022. Potensi Daun Kumis Kucing (*Orthosiphon stamineus*) dan Daun Kemangi (*Ocimum sanctum*) Sebagai Pestisida Nabati Terhadap Lalat Rumah (*Musca domestica*). *J. Kesehat. Lingkungan. Indones.* 21, 194–199. <https://doi.org/10.1656391082>
- Tambe, V.D., Bhambar, R.S., 2014. Estimation of Total Phenol, Tannin, Alkaloid and Flavonoid in *Hibiscus Tiliaceus* Linn. *Wood Extracts.* 2.
- Tampubolon, K., Sihombing, F.N., Purba, Z., Samosir, S.T.S., Karim, S., 2018. Potensi metabolit sekunder gulma sebagai pestisida nabati di Indonesia. *Kultivasi* 17, 683–693. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v17i3.18049>

Prasetyo dkk : Produksi dan Skrining Senyawa Metabolit sekunder Ecoenzyme Kulit Buah Jeruk BW dan Jeruk.....

Vama, L., Cherekar, M.N., 2020. Production, Extraction And Uses Of Eco-Enzyme Using Citrus Fruit Waste: Wealth From Waste. *Asian Jr Microbiol Biotech Env Sc* 22, 6.

Wulandari, K., Ahyanti, M., 2018. Efektivitas Ekstrak Biji Bintaro (*Cerbera manghas*) sebagai Larvasida Hayati pada Larva *Aedes aegypti* Instar III. *J. Kesehat.* 9, 218–224. <https://doi.org/10.26630/jk.v9i2.889>

Zainudin, Z., Kesumaningwati, R., 2022. Pengaruh Eco Enzyme Terhadap Kandungan Logam Berat Lahan Bekas Tambang Batubara. *ZIRAAAH Maj. Ilm. Pertan.* 47, 154–161. <https://doi.org/10.31602/zmip.v47i2.6551>