

PENGARUH KONSENTRASI ENZIM BETAGLUKOSIDASE PADA PEMBENTUKAN RASA TERHADAP JUS JERUK

Abimanyu Yudha Pratama: Hamid Abdillah

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Abstrak

Dimasa modern dimana perkembangan kuliner makin marak, membuat masyarakat perlu memperhatikan kesehatannya. Dimana kasus penyakit seperti diabetes, kanker, ginjal, dan hipertensi, bukan hanya dirasakan oleh manusia lanjut usia saja, namun juga dirasakan oleh anak-anak, remaja hingga dewasa. Dalam menghadapi permasalahan tersebut sudah banyak dilakukan penelitian mengenai makanan / minuman pencegah berbagai penyakit tersebut, mulai dari buah-buahan dan lain sebagainya. Buah jeruk bali, salah satu jenis jeruk yang populer, memiliki kandungan *flavonoid* dan *likopen* yang berpotensi sebagai antioksidan dan antidiabetes senyawa ini mampu mencegah pertumbuhan sel-sel kanker juga menurunkan risiko penyakit otak seperti *Alzhemeir*. Selain itu buah jeruk bali juga mengandung senyawa antioksidan yang tinggi, seyawa ini sangat baik untuk melawan radikal bebas yang bisa menyebabkan diabetes. Senyawa *flavonoid* dan *likopen* yang terkandung pada jeruk bali dapat menghambat peningkatan kadar glukosa darah dengan cara menghambat enzim-enzim penting yang berperan dalam pemecahan karbohidrat menjadi monosakarida, sehingga tidak dapat diserap oleh usus, namun karena jeruk bali memiliki senyawa *flavonoid naringin* yang tinggi, rasa dari jeruk bali cenderung getir. Enzim β -Glukosidase adalah enzim yang berperan penting dalam hidrolisis senyawa glikosida menjadi aglikon. Enzim ini juga berperan dalam hidrolisis selulosa menjadi glukosa. Senyawa naringin yang terdapat pada jeruk bali menjadi penyebab rasa pada jeruk bali menjadi getir. Enzim β -Glukosidase mampu menghidrolisis senyawa naringin tersebut menjadi naringenin dan glukosa, yang mana senyawa naringenin ini tidak menimbulkan rasa getir sehingga menambah cita rasa dan nilai pada olahan jeruk bali tanpa merusak kandungan-kandungan baik pada buah tersebut.

Kata kunci : Jeruk Bali, *Naringin*, Enzim β -Glukosidase, Hidrolisis Enzimatik.

Abstract

In this modern era, where culinary developments are increasingly prevalent, people need to pay attention to their health. Diseases such as diabetes, cancer, kidney disease, and hypertension are not only experienced by the elderly but also by children, adolescents, and adults. To address these issues, extensive research has been conducted on foods and beverages that can prevent these diseases, ranging from fruits to other foods. Grapefruit, a popular citrus fruit, contains flavonoids and lycopene, which have potential as antioxidants and antidiabetics. These compounds can prevent the growth of cancer cells and reduce the risk of brain diseases such as Alzheimer's. Furthermore, grapefruit also contains high levels of antioxidants, which are excellent for fighting free radicals that can cause diabetes. The flavonoids and lycopene contained in grapefruit can inhibit increased blood glucose levels by inhibiting important enzymes that play a role in breaking down carbohydrates into monosaccharides, preventing their absorption by the intestines. However, because grapefruit contains a high level of the flavonoid naringin, its taste tends to be bitter. The β -Glucosidase enzyme plays a crucial role in the hydrolysis of glycosides into aglycones. This enzyme also plays a role in the hydrolysis of cellulose into glucose.

The naringin compound found in grapefruit is responsible for its bitter taste. The β -Glucosidase enzyme can hydrolyze naringin into naringenin and glucose. This naringenin compound does not produce a bitter taste, thus enhancing the flavor and value of grapefruit preparations without destroying the beneficial properties of the fruit.

Keywords: Grapefruit, Naringin, β -Glucosidase Enzyme, Enzymatic Hydrolysis.

1. PENDAHULUAN

Jeruk merupakan buah yang sangat populer dan banyak dikonsumsi di seluruh dunia karena nilai gizi serta rasanya yang segar. Namun, salah satu masalah utama terkait dengan produksi dan konsumsi jeruk adalah rasanya yang asam dan getir pada beberapa jenis, yang mempengaruhi kualitas dan penerimaan konsumen terhadap produk tersebut. Rasa getir ini berasal dari senyawa seperti *flavonoid*, *limonoid* dan *alkaloid* yang terkandung dalam jeruk. Limonoid juga sangat bermanfaat untuk menghambat berkembangnya virus HIV, antimikroba, dan juga menurunkan kolesterol. Sementara naringin memiliki efek yang tak kalah canggihnya dengan limonin karena berdasarkan penelitian naringin ini mampu menghambat pertumbuhan sel tumor pada kolon, sebagai antioksidan, dan juga pengontrol gula darah (Meilisnawaty et al, 2015).

Jeruk bali (*Citrus maxima*) adalah salah satu varietas jeruk yang banyak digemari karena ukuran buahnya yang besar dan kandungan vitaminyang tinggi. Namun, jeruk bali seringkali memiliki rasa getir yang kuat, yang dihasilkan oleh senyawa naringin. Naringin adalah salah satu *flavonoid* yang memberikan rasa pahit dan dapat menyebabkan intoleransi pada beberapa individu (Guo and Zou, 2015). Masalah rasa getir ini tidak hanya mengurangi kenikmatan dalam mengonsumsi jeruk bali, tetapi juga membatasi penerimaan pasar dan nilai komersial buah tersebut.

Banyak upaya telah dilakukan untuk mengurangi atau menghilangkan rasa pahit pada jeruk, termasuk teknik pemuliaan tanaman, perawatan pascapanen, dan penggunaan bahan kimia. Akan tetapi, pendekatan ini mempunyai keterbatasan seperti kebutuhan waktu, biaya yang tinggi, dan potensi dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan.

Dalam beberapa dekade terakhir, penggunaan enzim telah muncul sebagai solusi potensial untuk mengatasi rasa pahit pada buah. Enzim merupakan katalis biokimia yang mampu mempercepat reaksi kimia dalam sel tanpa menimbulkan perubahan permanen. Enzim seperti *β -glukosidase*, diketahui mampu memecah senyawa naringin menjadi glukosa dan aglikon sehingga mengurangi rasa pahit pada jeruk.

Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh enzim β -glukosidase terhadap rasa getir pada jeruk bali dengan cara menentukan konsentrasi optimal enzim, mengidentifikasi

konsentrasi enzim *β -glukosidase* yang paling efektif dalam mengurangi kadar naringin tanpa merusak kualitas buah. Menetapkan kondisi optimal proses, meneliti kondisi suhu dan waktu inkubasi yang paling tepat untuk aplikasi enzim tersebut. Mengukur perubahan kadar naringin dan glukosa, menggunakan analisis kimia untuk mengukur penurunan kadar naringin dan peningkatan kadar glukosa sebagai indikator keberhasilan proses enzimatis.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efisien dan ramah lingkungan untuk mengatasi masalah rasa getir pada jeruk bali. Dengan demikian, jeruk bali dapat lebih dinikmati oleh konsumen yang intoleran terhadap rasa pahit, serta meningkatkan daya tarik dan nilai pasar buah tersebut. Selain itu, penelitian ini juga dapat membuka peluang baru untuk aplikasi enzim dalam industri pangan, khususnya dalam pemrosesan buah-buahan.

2. METODE

Pada penelitian ini adalah penelitian yang bersifat eksperimen dengan melakukan manipulasi variabel. Penelitian eksperimen merupakan suatu kegiatan percobaan yang bertujuan untuk mengetahui suatu indikasi atau pengaruh yang timbul, beberapa diakibatkan dari adanya perlakuan tertentu atau eksperimen tersebut.

2.1 Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini digunakan metode penelitian eksperimen, penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi pengaruh dari enzim *β -glukosidase* pada rasa buah jeruk bali. Naringin pada buah jeruk bali menjadi penyebab rasa pahit dan getir yang terkandung dalam jeruk bali. Dengan mencampurkan enzim *β -glukosidase* dalam jus jeruk bali maka proses enzimatis untuk mengubah naringin menjadi naringenin dan glukosa, diikuti dengan pengukuran produk reaksi, sehingga rasa pahit dan getir dari naringin mampu untuk dihilangkan.

Pada penelitian ini terdapat tiga jenis variabel, yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol.

1. Variabel Bebas

- Konsentrasi enzim *β -glukosidase*
- Jus jeruk

2. Variabel Terikat

- Kandungan *naringin*

3. Variabel Kontrol

- Waktu inkubasi

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

Dalam penelitian ini diperlukan peralatan neraca analitik, inkubator, pH meter, viskometer, aluminium foil, gelas beker 250 mL, gelas beker 500 mL, gelas ukur, blender, batang pengaduk, pipet volume, botol timbang, *magnetic stirrer*, corong kaca.

2.2.2 Bahan

Pada penelitian ini diperlukan bahan-bahan untuk mengetahui kemampuan enzim β -*glucosidase* dalam menghilangkan rasa getir yang terkandung dalam *naringin* pada jus jeruk melalui uji rasa. Bahan-bahan yang digunakan seperti jus jeruk bali, enzim β -*glucosidase*, aquades, *Glutaraldehida*, air destilasi, *buffer*.

2.3 Tahapan Penelitian dan Indikator Capaian

Berikut merupakan tabel tahapan penelitian dan indikator capaian :

Tabel 1. Tahap penelitian dan Indikator Penelitian.

Tahapan	Luaran	Indikator Capaian
Persiapan Bahan Baku	Didapatkan buah jeruk bali (<i>Citrus Maxima</i>)	Didapatkannya jeruk yang memiliki rasa getir dan kandungan <i>naringin</i> atau senyawa <i>flavonoid</i> yang banyak
Pembuatan Jus Jeruk Bali	Didapatkan Jus Jeruk bali	Didapatkan jus jeruk bali yang sudah disaring dan siap direaksikan dengan enzim β - <i>glucosidase</i> .
Imobilisasi Enzim	Didapatkan enzim yang stabil	Didapatkan enzim yang lebih efisien tidak mudah mengalami perubahan terhadap kondisi lingkungan seperti suhu dan pH.
Pengolahan Jus dengan Enzim	Didapatkan sampel campuran jus dengan enzim β - <i>glucosidase</i> yang telah di inkubasi dengan berbagai variasi waktu inkubasi.	Didapatkan sampel campuran jus dengan enzim β - <i>glucosidase</i> konsentrasi enzim pada berbagai kondisi variasi waktu dan suhu inkubasi.

Analisis Hasil	Mendapatkan hasil konklusi pengaruh enzim β -glucosidase dalam mengubah rasa pada jus jeruk.	Mendapatkan kesimpulan peran enzim beta glukosidase dalam mengubah rasa pada jus jeruk.
----------------	--	---

2.4 Cara Kerja Penelitian

1) Persiapan Bahan Baku

Persiapkan jeruk bali dengan kondisi yang baik, lalu bersihkan jeruk tersebut kemudian dikupas, dipisahkan antara kulit dan daging buahnya.

2) Pembuatan Jus Jeruk

Setelah itu siapkan blender kemudian jeruk bali yang telah disiapkan di blender sehingga selulosa dan fruktosa ikut hancur dan menjadi glukosa, setelah diblender, jus jeruk disaring dengan menggunakan saringan halus untuk mendapatkan saripatinya.

3) Imobilisasi Enzim dengan Metode *Cross-linking*

Larutkan 1 gram enzim kedalam 9 mL *buffer fosfat*, pastikan konsentrasi enzim cukup tinggi untuk efisiensi imobilisasi lebih optimal. Tambahkan larutan *glutaraldehida* (3%) kedalam larutan enzim dengan rasio volume sebesar 1:8, lalu aduk campuran secara perlahan selama 30 menit pada suhu ruang. Selama proses pengadukan, *glutaraldehida* akan membentuk ikatan kovalen antara molekul enzim, menghasilkan gumpalan atau padatan enzim yang terikat silang. Langkah selanjutnya, memisahkan enzim yang terikat silang dari larutan dengan filtrasi, proses pembilasan enzim dilakukan dua kali dengan *buffer fosfat* dan air distilasi yang dipanaskan hingga mencapai suhu 50°C untuk menghilangkan sisa *glutaraldehida*. simpan enzim yang terikat silang dalam buffer yang sesuai pada suhu rendah (4°C) untuk menjaga stabilitas.

4) Pengolahan Jus dengan Enzim β -glucosidase

Setelahnya dilakukan pengujian dengan cara memindahkan jus jeruk kedalam 6 wadah yang masing – masing wadah berisi 100 mL jus jeruk, dan juga persiapan untuk menimbang enzim yang akan dimasukkan ke dalam masing – masing wadah dengan variasi konsentrasi yang berbeda-beda yaitu wadah yang tidak diberi enzim, 0,5 gram enzim, 1,0 gram enzim, 1,5 gram enzim. Selanjutnya lama proses inkubasi antara sampel dibagi menjadi tiga waktu, yaitu 30 menit, 60 menit, dan 120 menit dengan suhu sekitar 4°C. Lalu setelahnya didiamkan pada suhu ruang, pastikan agar wadah tetap steril agar aktivasi enzim berjalan maksimal.

5) Analisis Hasil

Setelah dilakukan pengujian, lalu menganalisis hasilnya dengan cara pengujian rasa pada masing-masing sampel, lalu didapatkan hasil kadar pada masing – masing wadah baik wadah yang diberi enzim *β-glucosidase* maupun wadah yang tidak diberi enzim *β-glucosidase*.

2.5 Analisis Data dan Cara Penafsiran

Setelah semua tahapan dilakukan, didapatkan hasil beberapa sampel sesuai variasi yang ada, dalam uji rasa dilakukan pengujian dengan 15 panelis untuk mengetahui pengaruh enzim dari beberapa perspektif. Hasil tersebut akan dilakukan perbandingan, variasi komposisi manakah yang mendapatkan penghasil rasa jeruk yang paling baik.

2.6 Penyimpulan Hasil Penelitian

Uji kandungan naringin ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas tentang efektivitas enzim *β-glucosidase* dalam mengurangi kadar naringin, dengan demikian mengurangi rasa getir pada jeruk bali. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam pengembangan teknologi pemrosesan buah yang lebih baik dan ramah lingkungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1 Hasil Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan enzim *β-glukosidase* terhadap karakteristik sensoris jus jeruk bali. Pengujian ini melibatkan 15 panelis tidak terlatih yang diminta memberikan penilaian terhadap sembilan sampel jus jeruk bali dengan variasi konsentrasi enzim *β-glukosidase* dan waktu inkubasi yang berbeda.

Variasi perlakuan terdiri atas tiga konsentrasi enzim, yaitu 0,5 gram, 1 gram, dan 1,5 gram, serta tiga variasi waktu inkubasi, yaitu 30 menit, 60 menit, dan 120 menit, sehingga diperoleh sembilan kombinasi perlakuan. Setiap panelis memberikan penilaian terhadap dua atribut sensoris, yaitu tingkat kepahitan (*bitterness*) dan tingkat kesukaan (*overall liking*) menggunakan skala nilai 1–7. Pada nilai *bitterness*, skor 1 menunjukkan rasa sangat tidak pahit dan skor 7 menunjukkan rasa sangat pahit, sedangkan pada nilai *overall liking*, skor 1 menunjukkan sangat tidak suka dan skor 7 menunjukkan sangat suka.

Berikut merupakan keterangan pada uji sampel:

Sampel 1 merupakan sampel dengan 0,5 gram enzim dengan waktu inkubasi 30 menit.

Sampel 2 merupakan sampel dengan 1,0 gram enzim dengan waktu inkubasi 30 menit.

Sampel 3 merupakan sampel dengan 1,5 gram enzim dengan waktu inkubasi 30 menit.

Sampel 4 merupakan sampel dengan 0,5 gram enzim dengan waktu inkubasi 60 menit.
 Sampel 5 merupakan sampel dengan 1,0 gram enzim dengan waktu inkubasi 60 menit.
 Sampel 6 merupakan sampel dengan 1,5 gram enzim dengan waktu inkubasi 60 menit.
 Sampel 7 merupakan sampel dengan 0,5 gram enzim dengan waktu inkubasi 120 menit.
 Sampel 8 merupakan sampel dengan 1,0 gram enzim dengan waktu inkubasi 120 menit.
 Sampel 9 merupakan sampel dengan 1,5 gram enzim dengan waktu inkubasi 120 menit.
 Hasil rata-rata penilaian organoleptik terhadap seluruh sampel disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2 Hasil rata-rata uji organoleptik.

No.	Nomor Sampel	Nilai Bitterness	Nilai Kesukaan
1.	Sampel 1	6,467	2,067
2.	Sampel 2	5,733	2,467
3.	Sampel 3	5,467	2,733
4.	Sampel 4	4,600	3,467
5.	Sampel 5	4,200	3,867
6.	Sampel 6	3,800	4,200
7.	Sampel 7	2,867	5,133
8.	Sampel 8	2,200	5,467
9.	Sampel 9	1,867	6,133

Berdasarkan hasil pengujian organoleptik pada Tabel 4.1, terlihat adanya perubahan yang cukup jelas terhadap tingkat kepahitan maupun tingkat kesukaan panelis seiring dengan peningkatan konsentrasi enzim β -glukosidase dan lamanya waktu inkubasi. Nilai rata-rata tingkat kepahitan menunjukkan kecenderungan menurun dari Sampel 1 hingga Sampel 9, sedangkan nilai rata-rata tingkat kesukaan menunjukkan kecenderungan meningkat.

Nilai *bitterness* tertinggi diperoleh pada Sampel 1, yaitu sebesar 6,467, sedangkan nilai *bitterness* terendah diperoleh pada Sampel 9, yaitu sebesar 1,867. Sebaliknya, nilai *overall liking* terendah diperoleh pada Sampel 1, yaitu sebesar 2,067, sedangkan nilai *overall liking* tertinggi diperoleh pada Sampel 9, yaitu sebesar 6,133.

Hasil tersebut menunjukkan adanya hubungan yang berlawanan antara tingkat kepahitan dan tingkat kesukaan panelis. Semakin rendah intensitas rasa pahit yang dirasakan panelis, maka semakin tinggi tingkat kesukaan terhadap jus jeruk bali yang dihasilkan. Sebaliknya, sampel yang masih memiliki rasa pahit tinggi cenderung memperoleh tingkat penerimaan yang rendah. Fenomena tersebut mengindikasikan bahwa perlakuan penambahan enzim β -glukosidase memberikan pengaruh terhadap karakteristik sensoris jus jeruk bali. Penambahan konsentrasi enzim yang lebih tinggi serta waktu inkubasi yang lebih lama diduga meningkatkan efektivitas reaksi hidrolisis senyawa naringin, sehingga intensitas rasa pahit semakin berkurang dan jus menjadi lebih dapat diterima oleh panelis.

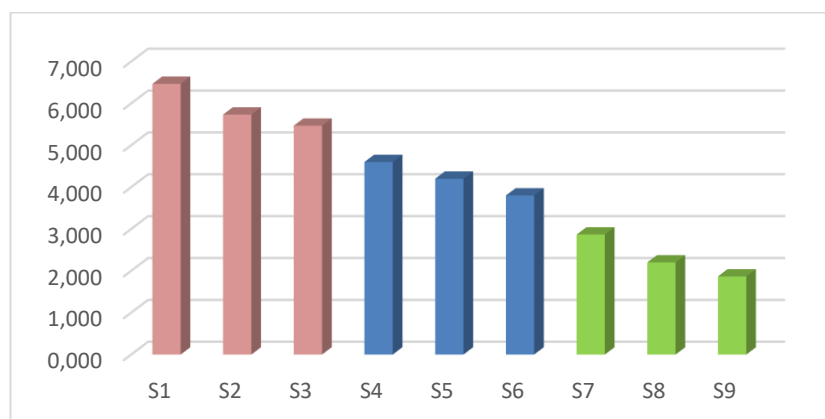
Selain melihat nilai rata-rata, distribusi penilaian panelis juga menunjukkan pola yang konsisten. Pada sampel dengan perlakuan awal (S1–S3), sebagian besar panelis memberikan skor bitterness pada rentang 5–7, yang menunjukkan bahwa rasa pahit masih cukup dominan. Sebaliknya, pada sampel dengan perlakuan inkubasi 120 menit (S7–S9), sebagian besar panelis memberikan skor bitterness pada rentang 1–3, yang menunjukkan bahwa intensitas rasa pahit telah berkurang. Pola yang sama juga terlihat pada penilaian *overall liking*, di mana sebagian besar panelis memberikan skor 5–7 pada Sampel 7 hingga Sampel 9.

Meskipun demikian, terdapat beberapa variasi penilaian antar panelis pada setiap sampel. Perbedaan tersebut merupakan hal yang umum dalam pengujian organoleptik karena persepsi rasa dipengaruhi oleh sensitivitas indera pengecap, pengalaman mengonsumsi produk sejenis, serta preferensi masing-masing individu. Oleh karena itu, variasi nilai yang diperoleh justru menunjukkan bahwa data yang dihasilkan berasal dari penilaian subjektif panelis dan mencerminkan kondisi pengujian sensoris yang realistis.

Secara keseluruhan, hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi enzim β -glukosidase dan lamanya waktu inkubasi mampu memperbaiki karakteristik sensoris jus jeruk bali. Hal ini ditunjukkan oleh penurunan skor *bitterness* yang diikuti dengan peningkatan skor *overall liking* pada hampir seluruh perlakuan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa perlakuan enzimatik memberikan pengaruh positif terhadap penerimaan panelis terhadap jus jeruk bali.

3.1.2 Hasil Uji Rasa *Bitterness*

Berdasarkan hasil rata-rata penilaian panelis, diketahui bahwa skor *bitterness* mengalami penurunan secara bertahap pada setiap perlakuan. Penurunan tersebut terlihat mulai dari Sampel 1 hingga Sampel 9, yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi enzim β -glukosidase serta lamanya waktu inkubasi berkaitan dengan berkurangnya persepsi rasa pahit pada jus jeruk bali. Berikut merupakan grafik nilai rata-rata *bitterness* pada sampel.



Gambar 1 Grafik rata-rata nilai bitterness (rasa pahit).

Pada perlakuan dengan waktu inkubasi 30 menit dengan *bar* berwarna merah, nilai *bitterness* masih berada pada kategori tinggi dengan rentang skor 5,467-6,467. Hal ini menunjukkan bahwa dalam waktu inkubasi yang relatif singkat, rasa pahit jus jeruk bali masih cukup dominan dirasakan oleh panelis. Meskipun konsentrasi enzim meningkat dari 0,5 gram menjadi 1,5 gram, penurunan skor *bitterness* belum terlalu besar. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa waktu kontak antara enzim dan substrat kemungkinan belum cukup untuk menghasilkan perubahan karakteristik sensoris yang lebih nyata.

Pada perlakuan dengan waktu inkubasi 60 menit dengan *bar* berwarna biru, skor *bitterness* mengalami penurunan menjadi 3,800-4,600. Penurunan ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu inkubasi memberikan kesempatan yang lebih besar bagi proses enzimatik untuk berlangsung. Selain itu, peningkatan konsentrasi enzim juga diikuti oleh penurunan tingkat kepahitan, yang mengindikasikan bahwa kedua faktor tersebut berkontribusi terhadap perubahan karakteristik rasa jus jeruk bali.

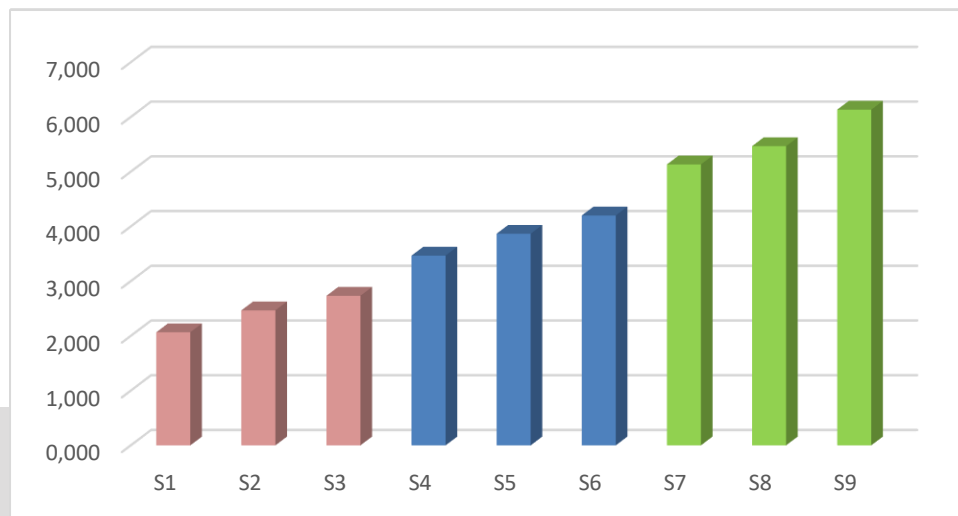
Penurunan paling besar terjadi pada perlakuan dengan waktu inkubasi 120 menit dengan *bar* berwarna jingga, di mana nilai *bitterness* berada pada kisaran 1,867–3,800. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar panelis menilai rasa pahit pada sampel sudah jauh berkurang dibandingkan perlakuan sebelumnya. Sampel 9 yang merupakan kombinasi konsentrasi enzim 1,5 gram dan waktu inkubasi 12- menit menghasilkan nilai *bitterness* terendah, sehingga dapat dikatakan sebagai perlakuan yang memberikan persepsi rasa paling tidak pahit di antara seluruh sampel yang diuji.

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan adanya kecenderungan bahwa peningkatan konsentrasi enzim *β-glukosidase* dan lamanya waktu inkubasi berkaitan dengan penurunan persepsi rasa pahit yang dirasakan oleh panelis. Berdasarkan mekanisme kerja enzim yang telah dijelaskan pada kajian pustaka, kondisi tersebut diduga terjadi karena perlakuan enzimatik membantu mengurangi senyawa penyebab rasa pahit pada jus jeruk bali. Namun demikian, penelitian ini hanya mengevaluasi perubahan berdasarkan uji sensoris sehingga mekanisme tersebut belum dapat dibuktikan secara langsung melalui analisis kadar senyawa penyebab rasa pahit.

3.1.3 Hasil Uji Nilai *Overall Liking* (Tingkat Kesukaan)

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa nilai *overall liking* mengalami peningkatan pada setiap perlakuan. Sampel 1 memperoleh nilai rata-rata terendah sebesar 2,067, sedangkan sampel 9 memperoleh nilai rata-rata tertinggi sebesar 6,133. Peningkatan nilai tersebut menunjukkan bahwa panelis cenderung lebih menyukai sampel yang memiliki tingkat

kepahitan lebih rendah, hal ini dapat dilihat pada grafik rata-rata nilai tingkat kesukaan sebagai berikut.



Gambar 2 Grafik rata-rata nilai tingkat kesukaan (overall liking).

Pada perlakuan dengan waktu inkubasi 30 menit, skor *overall liking* masih berada pada kisaran 2,067–2,733. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar panelis belum menyukai karakteristik sensoris jus jeruk bali pada perlakuan ini. Hal tersebut sejalan dengan tingginya skor *bitterness* yang masih dirasakan oleh panelis.

Seiring meningkatnya waktu inkubasi menjadi 60 menit, nilai *overall liking* meningkat menjadi 3,467–4,233. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa berkurangnya intensitas rasa pahit memberikan pengaruh positif terhadap penerimaan panelis terhadap jus jeruk bali.

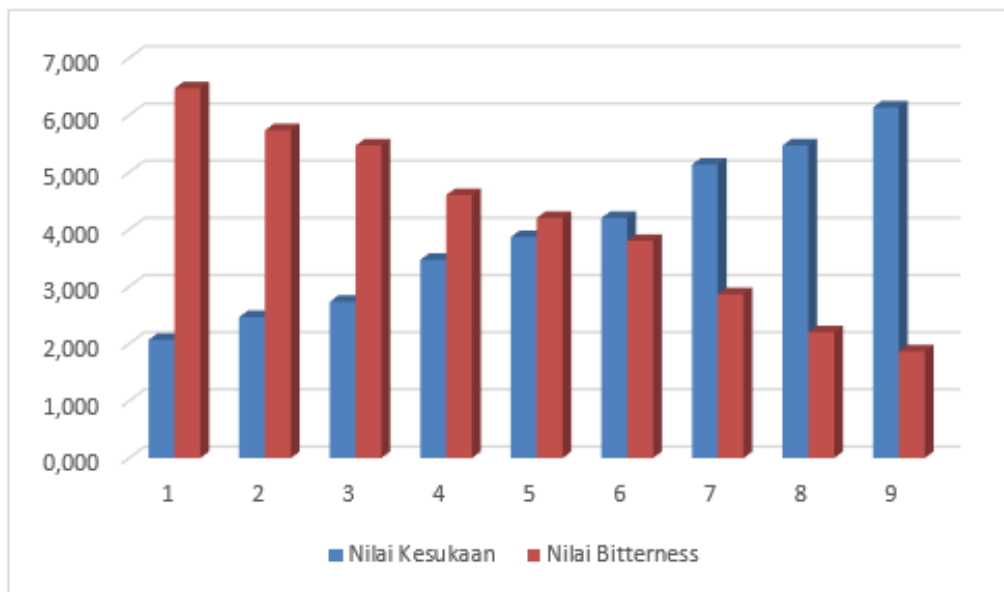
Pada waktu inkubasi 120 menit, nilai *overall liking* meningkat hingga mencapai kisaran 5,133–6,133. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar panelis memberikan penilaian "suka" hingga "sangat suka" terhadap sampel yang memperoleh perlakuan tersebut. Sampel 9 memperoleh skor tertinggi karena menghasilkan karakteristik sensoris yang paling dapat diterima oleh panelis dibandingkan perlakuan lainnya.

Secara keseluruhan, hasil uji *overall liking* menunjukkan pola yang berlawanan dengan hasil uji *bitterness*. Penurunan intensitas rasa pahit diikuti oleh peningkatan tingkat kesukaan panelis terhadap jus jeruk bali. Hal ini menunjukkan bahwa rasa pahit merupakan salah satu atribut sensoris yang sangat memengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk jus jeruk bali.

3.1.4 Hubungan Tingkat Kepahitan Dengan Tingkat Kesukaan

Hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa tingkat kepahitan (*bitterness*) dan tingkat kesukaan (*overall liking*) memiliki kecenderungan hubungan yang berlawanan. Berdasarkan nilai rata-rata pada setiap perlakuan, sampel yang memperoleh skor *bitterness* tinggi cenderung memiliki

skor *overall liking* yang rendah, sedangkan sampel dengan skor *bitterness* rendah memperoleh skor *overall liking* yang lebih tinggi. Hubungan tersebut dapat diamati pada grafik berikut.



Gambar 3 Grafik Hubungan Rasa Pahit (Bitterness) dengan tingkat kesukaan.

Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa penurunan skor *bitterness* pada bar berwarna merah diikuti oleh peningkatan skor *overall liking* pada bar berwarna biru pada setiap perlakuan. Sampel 1 yang memiliki skor *bitterness* tertinggi sebesar 6,467 hanya memperoleh nilai *overall liking* sebesar 2,067. Sebaliknya, Sampel 9 yang memiliki skor *bitterness* terendah sebesar 1,867 memperoleh nilai *overall liking* tertinggi sebesar 6,133. Pola tersebut menunjukkan bahwa tingkat kepahitan merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi tingkat penerimaan panelis terhadap jus jeruk bali.

Fenomena tersebut juga terlihat secara konsisten pada seluruh perlakuan. Seiring dengan meningkatnya konsentrasi enzim β -glukosidase dan lamanya waktu inkubasi, skor *bitterness* mengalami penurunan, sedangkan skor *overall liking* menunjukkan peningkatan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa berkurangnya persepsi rasa pahit memberikan pengaruh positif terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap produk yang dihasilkan.

Hasil penelitian ini sesuai dengan karakteristik sensoris buah jeruk bali yang secara alami memiliki rasa pahit akibat keberadaan senyawa glikosida seperti naringin. Rasa pahit yang dominan sering kali menjadi salah satu faktor pembatas dalam penerimaan konsumen terhadap produk olahan jeruk bali. Oleh karena itu, perlakuan yang mampu mengurangi persepsi rasa pahit akan meningkatkan kualitas sensoris produk sehingga lebih disukai oleh panelis.

Meskipun demikian, peningkatan tingkat kesukaan panelis tidak semata-mata dipengaruhi oleh berkurangnya rasa pahit. Penilaian *overall liking* merupakan respons sensoris secara

keseluruhan yang dapat dipengaruhi oleh berbagai atribut lain, seperti aroma, rasa manis, keseimbangan cita rasa, maupun kesegaran jus. Oleh karena itu, hubungan antara penurunan skor *bitterness* dan peningkatan skor *overall liking* dalam penelitian ini menunjukkan adanya kecenderungan yang kuat, namun tidak dapat diartikan bahwa rasa pahit merupakan satu-satunya faktor yang menentukan tingkat kesukaan panelis.

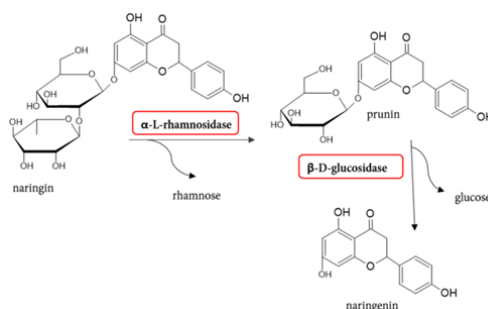
Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan konsentrasi enzim β -glukosidase yang lebih tinggi dan waktu inkubasi yang lebih lama menghasilkan skor *bitterness* yang semakin rendah disertai peningkatan skor *overall liking*. Dengan demikian, perlakuan enzimatik yang diterapkan dalam penelitian ini mampu memperbaiki karakteristik sensoris jus jeruk bali berdasarkan persepsi panelis.

3.2 Pembahasan

3.2.1 Mekanisme Kerja Enzim β -Glukosidase

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi enzim β -glukosidase dan lamanya waktu inkubasi berkaitan dengan penurunan nilai *bitterness* serta peningkatan nilai *overall liking* pada jus jeruk bali. Berdasarkan hasil uji organoleptik, perlakuan dengan konsentrasi enzim 1,5 gram dan waktu inkubasi 120 menit menghasilkan tingkat kepahitan terendah dengan nilai rata-rata sebesar 1,733, sedangkan perlakuan dengan konsentrasi 0,5 gram dan waktu inkubasi 30 menit menghasilkan tingkat kepahitan tertinggi dengan nilai rata-rata sebesar 6,467. Pola tersebut menunjukkan bahwa perlakuan enzimatik memberikan pengaruh terhadap karakteristik sensoris jus jeruk bali.

Secara teoritis, rasa pahit pada jeruk bali terutama disebabkan oleh keberadaan naringin, yaitu senyawa golongan *flavonoid* glikosida yang banyak ditemukan pada jaringan buah dan kulit jeruk. Naringin memiliki struktur yang tersusun atas aglikon naringenin yang berikatan dengan gugus gula melalui ikatan glikosidik (α -L-rhamnosidase). Keberadaan gugus gula tersebut berkontribusi terhadap karakteristik sensoris naringin sehingga senyawa ini memberikan sensasi pahit yang cukup kuat ketika dikonsumsi.



Gambar 4 reaksi enzim β -glukosidase bekerja dengan memutus ikatan glikosidik (α -L-rhamnosidase) pada senyawa glikosida

Seperti pada gambar reaksi di atas, enzim β -glukosidase bekerja dengan memutus ikatan glikosidik (α -L-rhamnosidase) pada senyawa glikosida. Dalam sistem jus jeruk bali, enzim ini diduga berperan dalam proses hidrolisis senyawa glikosida sehingga struktur molekul penyebab rasa pahit mengalami perubahan menjadi bentuk yang memiliki karakteristik sensoris berbeda. Dengan meningkatnya jumlah enzim yang tersedia, peluang terjadinya kontak antara enzim dengan substrat juga semakin besar sehingga proses hidrolisis berlangsung lebih efektif. Selain itu, waktu inkubasi yang lebih lama memberikan kesempatan bagi reaksi enzimatik untuk berlangsung lebih sempurna sehingga perubahan karakteristik sensoris menjadi lebih nyata.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi enzim β -glukosidase yang digunakan, semakin rendah skor *bitterness* yang diberikan oleh panelis. Pada waktu inkubasi 30 menit, penurunan skor *bitterness* mulai terlihat meskipun masih berada pada kategori cukup pahit. Ketika waktu inkubasi diperpanjang menjadi 60 menit dan 120 menit, penurunan skor *bitterness* menjadi semakin jelas pada seluruh variasi konsentrasi enzim. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa selain jumlah enzim, lamanya waktu kontak antara enzim dengan substrat juga merupakan faktor yang berperan dalam proses hidrolisis.

Berdasarkan mekanisme reaksi enzimatik, peningkatan konsentrasi enzim akan meningkatkan jumlah sisi aktif (*active site*) yang tersedia untuk berinteraksi dengan substrat selama jumlah substrat masih mencukupi. Semakin banyak kompleks enzim-substrat yang terbentuk, semakin besar pula peluang terjadinya reaksi hidrolisis. Demikian pula dengan waktu inkubasi, semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak substrat yang berpotensi mengalami konversi. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini, di mana perlakuan dengan konsentrasi enzim tertinggi dan waktu inkubasi terlama menghasilkan skor *bitterness* paling rendah.

Penurunan tingkat kepahitan yang diamati juga diikuti oleh peningkatan nilai overall liking panelis. Hasil ini menunjukkan bahwa berkurangnya persepsi rasa pahit memberikan dampak positif terhadap penerimaan sensoris jus jeruk bali. Dengan kata lain, perlakuan enzimatik tidak hanya memengaruhi salah satu atribut rasa, tetapi juga meningkatkan penerimaan panelis terhadap produk secara keseluruhan.

Meskipun demikian, perlu diperhatikan bahwa penelitian ini menggunakan uji organoleptik sebagai metode evaluasi utama. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh menunjukkan perubahan persepsi sensoris panelis terhadap rasa pahit, bukan pengukuran langsung terhadap kadar naringin atau produk hasil hidrolisisnya. Dengan demikian, mekanisme hidrolisis yang dijelaskan pada pembahasan ini didasarkan pada teori mengenai aktivitas β -glukosidase yang telah dilaporkan dalam berbagai penelitian sebelumnya, sedangkan verifikasi secara kimiawi

terhadap perubahan kadar senyawa penyebab rasa pahit masih memerlukan analisis lanjutan menggunakan metode instrumental seperti HPLC atau spektrofotometri.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi enzim β -glukosidase dan lamanya waktu inkubasi berkaitan dengan penurunan persepsi rasa pahit serta peningkatan tingkat kesukaan panelis terhadap jus jeruk bali. Temuan tersebut mendukung hipotesis penelitian bahwa perlakuan enzimatis dapat memperbaiki karakteristik sensoris jus jeruk bali sehingga produk menjadi lebih dapat diterima oleh konsumen.

3.2.2 Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Literatur Terkait

Berdasarkan Literatur, menurut Guo dan Zou (2015), dalam artikel *review* berjudul “ **β -Glucosidase: a Key Enzyme for the Improvement of Aroma Quality of Fruit Juices and Wines**” dijelaskan bahwa β -glukosidase berperan sebagai enzim hidrolase yang mampu memutus ikatan β -glikosidik pada berbagai senyawa glikosida yang terdapat di dalam buah. Proses hidrolisis tersebut melepaskan senyawa aroma dalam bentuk bebas (*aglycone*) sehingga aroma buah menjadi lebih kuat, sekaligus dapat memengaruhi karakteristik cita rasa melalui perubahan senyawa glikosida yang berkontribusi terhadap rasa produk.

Selain meningkatkan aroma, *review* tersebut juga menjelaskan bahwa aplikasi β -glukosidase pada industri jus buah digunakan untuk proses **deitterisasi (deittering)**, yaitu mengurangi intensitas rasa pahit melalui hidrolisis senyawa glikosida penyebab rasa pahit. Dengan berkurangnya senyawa tersebut, kualitas sensoris jus meningkat sehingga produk menjadi lebih dapat diterima oleh konsumen. Konsep tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini, di mana peningkatan konsentrasi enzim dan waktu inkubasi diikuti oleh penurunan skor *bitterness* serta peningkatan skor *overall liking* panelis. Meskipun demikian, terdapat perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian-penelitian yang dirangkum dalam artikel *review* tersebut. Pada sebagian besar penelitian terdahulu, efektivitas β -glukosidase dievaluasi tidak hanya melalui uji sensoris, tetapi juga melalui **analisis kimia**, seperti pengukuran kadar naringin menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), analisis senyawa volatil penyusun aroma, maupun pengukuran perubahan komponen flavor. Sementara itu, penelitian ini mengevaluasi pengaruh perlakuan enzimatis berdasarkan uji organoleptik, yaitu melalui penilaian tingkat kepahitan (*bitterness*) dan tingkat kesukaan (*overall liking*) panelis. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menggambarkan perubahan rasa sensoris panelis, sedangkan perubahan komposisi kimia penyebab rasa pahit belum dapat dibuktikan secara langsung.

Walaupun metode evaluasi yang digunakan berbeda, kecenderungan hasil yang diperoleh menunjukkan kesesuaian dengan teori yang dipaparkan dalam artikel *review* tersebut. Penurunan tingkat kepahitan yang diamati pada penelitian ini mengindikasikan bahwa

perlakuan enzim *β -glukosidase* berpotensi memperbaiki karakteristik sensoris jus jeruk bali. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan dukungan bahwa *β -glukosidase* memiliki prospek sebagai agen biokatalis untuk meningkatkan mutu sensoris jus buah, khususnya dalam mengurangi persepsi rasa pahit dan meningkatkan penerimaan konsumen.

3.3 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan sesuai dengan metode dan tujuan yang telah direncanakan. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa keterbatasan yang dapat memengaruhi interpretasi hasil penelitian. Keterbatasan tersebut perlu diperhatikan sebagai bahan evaluasi sekaligus menjadi dasar untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Keterbatasan pertama dalam penelitian ini adalah parameter yang diamati hanya berdasarkan uji organoleptik, yaitu tingkat kepahitan (*bitterness*) dan tingkat kesukaan (*overall liking*) panelis. Penilaian organoleptik bersifat subjektif karena dipengaruhi oleh sensitivitas indera pengecap, pengalaman, serta preferensi masing-masing panelis. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menggambarkan persepsi sensoris panelis terhadap jus jeruk bali, bukan perubahan komposisi kimia produk secara langsung.

Keterbatasan berikutnya adalah tidak dilakukan analisis kadar naringin maupun senyawa hasil hidrolisisnya. Penurunan skor *bitterness* pada penelitian ini diinterpretasikan berdasarkan hasil uji organoleptik serta didukung oleh teori mengenai mekanisme kerja enzim *β -glukosidase*. Namun demikian, tanpa adanya analisis kimia menggunakan metode seperti *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) atau metode analisis lainnya, perubahan kadar naringin dalam setiap perlakuan belum dapat dibuktikan secara kuantitatif.

Jumlah panelis yang digunakan dalam penelitian ini juga menjadi salah satu keterbatasan. Pengujian dilakukan menggunakan 15 panelis tidak terlatih, sehingga hasil yang diperoleh lebih menggambarkan persepsi kelompok panelis tersebut dan belum dapat mewakili preferensi konsumen secara luas. Penambahan jumlah panelis atau penggunaan panelis terlatih pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat meningkatkan tingkat kepercayaan hasil pengujian sensoris.

Keterbatasan lain adalah tidak adanya sampel kontrol tanpa penambahan enzim *β -glukosidase*. Penelitian ini hanya membandingkan perlakuan berdasarkan variasi konsentrasi enzim dan waktu inkubasi.

Berdasarkan beberapa keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk melengkapi pengujian organoleptik dengan analisis kimia, seperti pengukuran kadar naringin. Selain itu, peningkatan jumlah panelis dan penerapan analisis statistik yang lebih komprehensif

juga dapat dilakukan agar hasil penelitian menjadi lebih kuat dan memiliki tingkat validitas yang lebih tinggi.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh konsentrasi enzim β -glukosidase dan waktu inkubasi terhadap karakteristik sensoris jus jeruk bali (*Citrus maxima*), maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penambahan enzim β -glukosidase dengan variasi konsentrasi dan waktu inkubasi memberikan pengaruh terhadap karakteristik sensoris jus jeruk bali berdasarkan hasil uji organoleptik. Peningkatan konsentrasi enzim serta lamanya waktu inkubasi menunjukkan kecenderungan menurunkan tingkat kepahitan (*bitterness*) dan meningkatkan tingkat kesukaan (*overall liking*) panelis.
2. Nilai rata-rata *bitterness* mengalami penurunan dari **6,467** pada perlakuan dengan konsentrasi enzim **0,5 gram** dan waktu inkubasi **30 menit** menjadi **1,867** pada perlakuan dengan konsentrasi enzim **1,5 gram** dan waktu inkubasi **120 menit**. Sebaliknya, nilai rata-rata *overall liking* meningkat dari **2,067** menjadi **6,133** pada perlakuan yang sama. Hasil tersebut menunjukkan adanya hubungan negatif antara tingkat kepahitan dan tingkat kesukaan panelis, di mana penurunan persepsi rasa pahit diikuti oleh meningkatnya penerimaan panelis terhadap jus jeruk bali.
3. Perlakuan menggunakan konsentrasi enzim β -glukosidase **1,5 gram** dengan waktu inkubasi **120 menit** merupakan perlakuan terbaik dalam penelitian ini karena menghasilkan tingkat kepahitan paling rendah dan tingkat kesukaan panelis paling tinggi. Berdasarkan hasil uji organoleptik, perlakuan tersebut menghasilkan karakteristik sensoris yang paling disukai oleh panelis dibandingkan perlakuan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Dwiloka, B., Rahman, F. T., & Mulyani, S. (2022). Nilai pH, Viskositas dan Hedonik Sari Buah Jeruk Manis dengan Penambahan Gelatin Tulang Ikan Bandeng. *AgriHealth: Journal of Agri-food, Nutrition and Public Health*, 2(2), 107. <https://doi.org/10.20961/agrihealth.v2i2.59482>
- Marfirah, L., Maryati, S., & Anggriawin, M. (2023). Karakteristik Kimia, Mikrobiologi, dan Organoleptik pada Produk Jus Jeruk. *Jurnal Pertanian Agros*, 255(4).
- Peng, C., Li, R., Ni, H., Li, L. J., & Li, Q. B. (2021). The effects of α -L-rhamnosidase, β -D-glucosidase, and their combination on the quality of orange juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(7). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15604>
- Ramlah, S., Kalsum, K., & Yumas, M. (2021). Karakteristik Mutu dan Masa Simpan Sari Buah Jeruk Manis dari Selayar dan Malangke. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 16(2), 49. <https://doi.org/10.33104/jihp.v16i2.7187>

- Santoso, A., Pratiwi, S. R. R., & Hutami, R. (2016). Preference Mapping Minuman Serbuk Rasa Jeruk Peras dengan Variasi Suhu Penyajian Menggunakan Software Sensomaker. *Jurnal Agroindustri Halal*, 2(2).
- Fadah, I., Biologi, J., & Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, F. (2020). *Efek Pemberian Ekstrak Kulit Buah Jeruk Bali (Citrus maxima) terhadap Kadar Glukosa Darah dan Kadar MDA Tikus Hiperlikemia*. *Jurnal Life Science*, 1:1
- Hikmah, Z. (n.d.). *UJI AKTIVITAS INHIBITOR ALFA-GLUKOSIDASE FRAKSI ETANOL DAUN KENITU (Chrysophyllum cainito L.)*.
- Widowati, E., Sutrisno, A., Pengajar Program Studi ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, S., & Pengajar Jurusan, S. (2012). ISOLASI DAN KARAKTERISASI PEKTIN HIDROLASE EKSTRASELULER BAKTERI PEKTINOLITIK DALAM KLARIFIKASI JUS JERUK ISOLATION AND CHARACTERIZATION EXTRACELLULER PECTIN HYDROLASE OF PECTINOLYTIC BACTERIA FOR CITRUS JUICE CLARIFICATION. In *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian: Vol. V* (Issue 2).Guo, J., & Zou, L. (2015). β -Glucosidase: a key enzyme for the improvement of aroma quality of fruit juices and wines. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(1), 56-69.
- Aji A., Bahri S., Tantalia. (2017). PENGARUH WAKTU EKSTRAKSI DAN KONSENTRASI HCI UNTUK PEMBUATAN PEKTIN DARI KULIT JERUK BALI (*Citrus maxima*). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 6 :1, 33 – 44.
- Yang, H., Li, M., Kui, X., Sun, Y., Li, J., & Qiu, D. (2020). Comparative studies on the quality and lycopene content of pomelo (*Citrus grandis* Osbeck) cultivars. *Natural Product Communications*, 15(9), 1–5.

UMS LIBRARY
-TERAKREDITASI A-