

**THE EFFECT OF THE RATIO OF PALM SUGAR AND PINEAPPLE SKIN ON ECO-ENZYME CHARACTERISTICS OF PINEAPPLE PEEL (*Ananas comosus*)****PENGARUH RASIO GULA AREN DAN KULIT BUAH NANAS TERHADAP KARAKTERISTIK EKO-ENZIM KULIT BUAH NANAS (*Ananas comosus*)****I.B. Wiryasuta Yudiantara, L. P. Wrasati\*, I W. Arnata**

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Kode pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801.

Diterima 7 Juli 2022 / Disetujui 4 Agustus 2022

**ABSTRACT**

*Ecoenzyme is a product of fermentation process that can be used as disinfectant, biocompose, and surface cleaner. In general, ecoenzyme production use organic waste, glucose, and water which fermented for 3 months in anaerob condition before harvested. This research intended to determine the effect of brown sugar addition on characteristics of ecoenzyme from pineapple peels. This research using completely randomized design with single treatment. The treatment in this research was addition of brown sugar in different ratio. Brown sugar addition of pineapple peels consist of 6 level which are 0:6 ratio; 1:6 ratio; 2:6 ratio; 3:6 ratio; 4:6 ratio; and 5:6 ratio of brown sugar. Variables observed in this research are alcohol contain, pH, and total dissolve solid. The result of this observation indicate that brown sugar addition affected alcohol contain, acidity, and total dissolve solid of ecoenzyme from pineapple peels. Ecoenzyme has highest alcohol contain on day 8 and decreased on day 10. Addition of 4:6 brown sugar ratio was the best treatment with  $6,83 \pm 0,60\%$  (v/v) alcohol contain,  $3,74 \pm 0,05$  pH, and  $7,23 \pm 0,55$  total dissolve solid value.*

**Keywords :** *eco-enzymes, pineapple peel, palm sugar, tape yeast.*

**ABSTRAK**

Eco-enzim merupakan produk proses fermentasi yang dapat digunakan sebagai desinfektan, biocompose, dan pembersih permukaan. Pada umumnya produksi ekoenzim menggunakan limbah organik, glukosa, dan air yang difermentasi selama 3 bulan dalam kondisi anaerob sebelum dipanen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan gula merah terhadap karakteristik ekoenzim dari kulit nanas. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan tunggal. Perlakuan dalam penelitian ini adalah penambahan gula merah dengan perbandingan yang berbeda. Penambahan gula merah kulit nanas terdiri dari 6 taraf yaitu perbandingan 0:6; rasio 1:6; rasio 2:6; rasio 3:6; rasio 4:6; dan perbandingan gula merah 5:6. Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah kadar alkohol, pH, dan total padatan terlarut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan gula merah berpengaruh terhadap kandungan alkohol, keasaman, dan total padatan terlarut ekoenzim dari kulit nanas. Ecoenzyme memiliki kandungan alkohol tertinggi pada hari ke-8 dan

---

\* Korespondensi Penulis:  
Email: [wrasati@unud.ac.id](mailto:wrasati@unud.ac.id)

menurun pada hari ke-10. Perlakuan terbaik dengan penambahan rasio gula merah 4:6 dengan kandungan alkohol  $6,83 \pm 0,60\%$  (v/v),  $3,74 \pm 0,05$  pH, dan  $7,23 \pm 0,55$  nilai total padatan terlarut.

**Kata kunci :** *eko-enzim, kulit buah nanas, gula aren, ragi tape.*

## PENDAHULUAN

Eko-enzim adalah suatu produk fermentasi dari sisa sampah organik yang mengandung senyawa organik dan enzim. Eko-enzim yang diperoleh dari proses fermentasi tersebut berupa larutan organik dengan warna coklat kehitaman dan memiliki aroma khas asam (Rochyani *et al.*, 2020). Produksi eko-enzim dilakukan dengan mencampurkan sampah sisa sayur atau buah, air, dan gula ke dalam sebuah wadah tertutup untuk selanjutnya difermentasi selama kurang lebih 3 bulan oleh mikroorganisme (Kerkar dan Salvi, 2020). Umumnya, semua jenis sayur dan buah dapat digunakan dalam produksi eko-enzim dengan perbandingan antara limbah organik, air, dan gula adalah 3:10:1 (Rohmah *et al.*, 2020). Meskipun proses produksi eko-enzim mudah dilakukan, tahapan fermentasi eko-enzim memerlukan waktu yang cukup lama sehingga diperlukan suatu metode untuk mempersingkat proses tersebut.

Produksi disinfektan dari eko-enzim limbah organik dan bunga frangipani, dilakukan penambahan ragi *Saccharomyces cereviceae* pada campuran eko-enzim. Penambahan ragi tersebut ditujukan sebagai starter untuk mempercepat proses fermentasi. Pada penelitiannya, konsentrasi ragi dibuat sama untuk setiap sampel yaitu 6 gram (1% dari volume air) dan dilakukan pengukuran derajat pH setiap 24 jam. Hasil dari penelitian tersebut adalah larutan dapat mencapai pH lebih kecil dari 4 dalam waktu 8-10 hari. Namun pada penelitian tersebut belum diketahui rasio gula optimal untuk produksi eko-enzim dengan tambahan ragi (Rahayu *et al.*, 2021).

Gula aren merupakan produk olahan nira aren segar yang dipanaskan hingga mengental. Di pasaran, gula aren dijual dalam bentuk gula semut, gula cetak, dan gula cair (Heryani, 2016). Dalam produksi eko-enzim, penambahan gula dilakukan sebagai substrat sumber glukosa (Tang dan Tong, 2011). Penggunaan gula aren sebagai sumber gula pada produksi eko-enzim dapat menghasilkan cairan eko-enzim yang lebih banyak dibandingkan penggunaan gula putih. Hal tersebut diduga karena kandungan glukosa pada gula aren lebih besar dibandingkan kandungan glukosa pada gula pasir (Supriyani *et al.*, 2020). Penggunaan molases tebu dalam produksi eko-enzim berpengaruh pada penurunan karakteristik cairan dibandingkan dengan gula aren. Hal ini diduga karena pada molases, sebagai hasil samping produksi gula, masih mengandung mikroorganisme yang dapat mendegradasi substrat organik (Arun dan Sivashanmugam, 2015).

Nanas (*Ananas comosus*) merupakan salah satu komoditas buah yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Produksi buah tropis ini di Indonesia pada tahun 2020 mencapai angka 2,4 juta ton per tahunnya (BPS, 2021). Produksi dan permintaan terhadap buah nanas yang tinggi berakibat pada banyaknya sampah berupa kulit buah nanas yang dihasilkan baik oleh pelaku industri maupun lingkungan rumah tangga. Limbah nanas dapat berupa daging buah yang terlewat matang, bagian kulit, dan bonggolnya (Utomo, 2011). Buah nanas dapat menghasilkan sisa samping berupa kulit buah sebanyak 30-42% dari berat total buahnya. Jika dilihat berdasarkan produksi buahnya (2,4 juta ton), maka sampah kulit nanas diperkirakan mencapai 800 juta ton per tahunnya (Sandika *et al.*, 2017). Kulit nanas mengandung 86,7% air; 0,69% protein; 0,02% lemak; 0,48% abu; 10,54% karbohidrat; dan sisanya merupakan serat basah (Roni, 2017). Karbohidrat dan protein dapat digunakan dalam fermentasi untuk sumber karbon dan nitrogen. Nanas juga mengandung fosfor, magnesium, vitamin, dan kalium (Dalimartha dan Adrian, 2013). Unsur-unsur logam seperti fosfor, zat besi, magnesium dan kalium dapat berperan sebagai nutrisi yang baik pada media fermentasi

(Cappuccino, 2011). Pemanfaatan kulit nanas belum banyak dilakukan di masyarakat. Umumnya bagian kulit nanas sisa produksi akan dibuang atau dijadikan pakan ternak (Syauqi dan Inasari, 2020).

Melihat permasalahan tersebut dan potensi sampah kulit nanas sebagai eko-enzim, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio gula aren dan kulit buah nanas terhadap proses fermentasi eko-enzim serta menentukan rasio gula aren dan kulit buah nanas yang tepat untuk mendapatkan karakteristik eko-enzim yang terbaik.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah nanas diambil dari sisa pengolahan buah nanas di PT. Mutiara Dewata Jaya, gula aren, ragi tape (NKL), aquades, dan etanol absolut 99% (Merck).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol kaca 2 liter, botol plastik 1,5 liter, selang silikon 5/11, selang silikon 3/11, karet gelang, botol plastik 60 ml, pipet tetes, pH meter (Yinmik), lem silikon, brix meter (Atago), hand-held refractometer brix alkohol (Atago), suntikan makanan 50 ml, gelas ukur 25 ml (Pyrex), gelas beaker 50 ml (Iwaki), labu ukur 50 ml (Pyrex), *Soxhlet Behr Extractor Unit*, timbangan, aluminium foil, kompor, dan panci.

### Pelaksanaan Penelitian

Kulit buah nanas yang didapat dari supermarket dicuci dengan air mengalir dan ditiriskan. Sampel kemudian dipotong dengan ukuran  $\pm 1 \text{ cm}^3$  kemudian ditimbang. Gula aren batangan dan ragi tape digerus hingga menjadi serbuk kemudian ditimbang. Botol kaca 2 liter direbus dalam air mendidih untuk mensterilisasi mikroorganisme.

Produksi eko-enzim kulit buah nanas dilakukan dengan metode fermentasi selama 10 hari. Pertama kulit buah nanas ditimbang sebanyak 3 bagian (360 g), kemudian dimasukkan pada botol kaca. Selanjutnya ditambahkan air suling kedalam botol kaca sebanyak 10 bagian (1200 mL). Lalu ditambahkan sumber glukosa berupa gula aren sesuai perlakuan (0 g; 60 g; 120 g; 180 g; 240 g; dan 300 g). Campuran ditambahkan ragi tape sebagai starter sebanyak 0,1 bagian (12 g) kemudian digojog agar homogen. Setelah itu campuran difermentasi selama 10 hari pada suhu kamar. Pengamatan derajat keasaman dan total padatan terlarut diukur setiap 24 jam, sedangkan kadar alkohol diukur setiap 48 jam setelah melalui distilasi.

### Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah karakteristik eko-enzim yang dihasilkan meliputi pH, kadar alkohol, dan total padatan terlarut (Rahayu *et al.*, 2021) (Rasit *et al.*, 2019).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar Alkohol

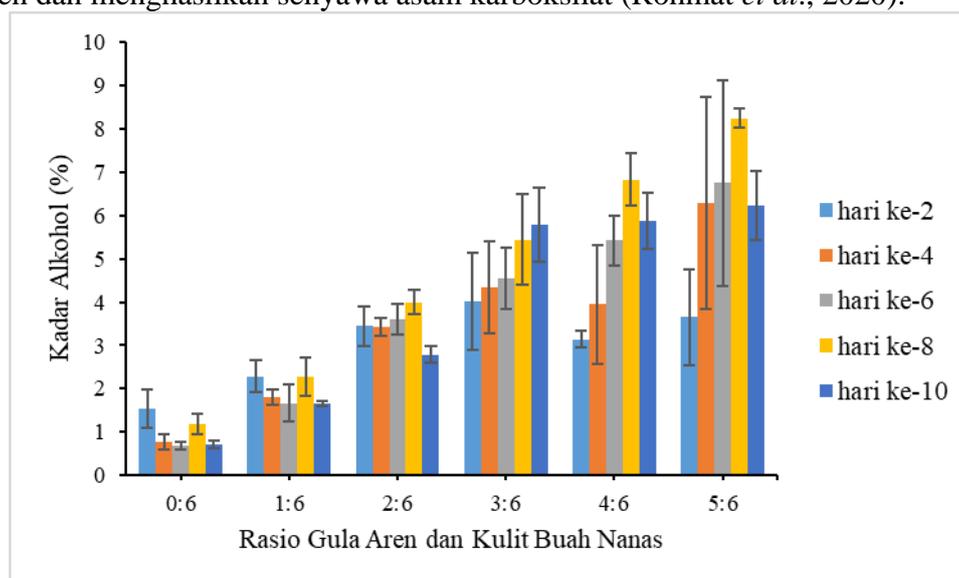
Hasil dari analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan rasio gula aren dan kulit buah nanas berpengaruh nyata terhadap kadar alkohol larutan eko-enzim kulit buah nanas pada  $p < 0,05$ . Nilai rata-rata kadar alkohol pada larutan eko-enzim kulit buah nanas masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai kadar alkohol tertinggi dihasilkan dari perlakuan gula aren dan kulit buah nanas rasio 5:6 pada hari ke-8 pengamatan yaitu sebesar  $8,25 \pm 0,22\%$  (v/v). Namun

hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan gula aren dan kulit buah nanas rasio 4:6 yaitu  $6,83 \pm 0,60\%$  (v/v). Sedangkan, perlakuan gula aren rasio 0:6 menghasilkan kadar alkohol dalam larutan paling rendah yaitu pada hari ke-6 sebesar  $0,67 \pm 0,08$  (v/v) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan gula aren dan kulit buah nanas rasio 1:6 pada hari yang sama yaitu  $1,67 \pm 0,42$  (v/v). Hal tersebut dapat terjadi akibat dari penambahan gula aren yang tinggi sebagai sumber glukosa untuk selanjutnya dikonversi menjadi etanol. Sebaliknya pada perlakuan kontrol, glukosa yang dapat dikonversi oleh khamir juga sedikit dan menghasilkan senyawa alkohol dengan konsentrasi rendah. Produksi alkohol oleh khamir dipengaruhi oleh rasio C/N media fermentasi. Semakin besar nilai C/N maka alkohol yang dihasilkan semakin besar. Protein pada kulit buah nanas dihidrolisis oleh enzim protease dari *Bacillus sp.* menjadi asam amino sebagai penyedia unsur nitrogen. Sedangkan gula aren dapat meningkatkan unsur karbon pada media sehingga meningkatkan nilai rasio C/N media (Manikandan dan Viruthagiri, 2010). Konversi glukosa menjadi alkohol disebabkan oleh aktivitas khamir *Saccharomyces cerevisiae* yang dibantu oleh enzim invertase dan enzim zimase. Enzim invertase dapat mengubah gula disakarida menjadi gula monosakarida yang berukuran lebih kecil melalui proses hidrolisis. Gula-gula monosakarida selanjutnya dapat dikonversi menjadi alkohol dan CO<sub>2</sub> oleh enzim zimase (Azizah *et al.*, 2012).

Faktor lain yang dapat mempengaruhi produksi alkohol pada eko-enzim adalah siklus fase hidup mikroorganisme. Pada fase pertumbuhan aktivitas metabolisme khamir meningkat yang mengakibatkan proses konversi gula menjadi alkohol berlangsung lebih cepat. Sedangkan pada fase eksponensial terjadi penambahan jumlah khamir yang mengakibatkan semakin banyak gula yang dapat dikonversi menjadi alkohol (Fadilah *et al.*, 2018).

Pada hari ke-10, terjadi penurunan kadar alkohol dalam larutan eko-enzim. Hal tersebut dapat terjadi karena menurunnya aktivitas khamir dan penurunan jumlah mikroorganisme akibat kematian. Penurunan aktivitas mikroorganisme dapat terjadi akibat kekurangan nutrisi pada media fermentasi. Kekurangan nitrogen mengakibatkan protein transporter tidak dapat tersintesis sehingga menghambat transpor gula dan mengakibatkan fermentasi terhenti atau melambat (Putri *et al.*, 2016). Pembentukan asam-asam organik seperti asam asetat terjadi setelah pembentukan alkohol pada proses fermentasi eko-enzim. Hal tersebut dikarenakan oleh alkohol yang terdapat pada sistem fermentasi bereaksi dengan oksigen dan menghasilkan senyawa asam karboksilat (Rohmat *et al.*, 2020).



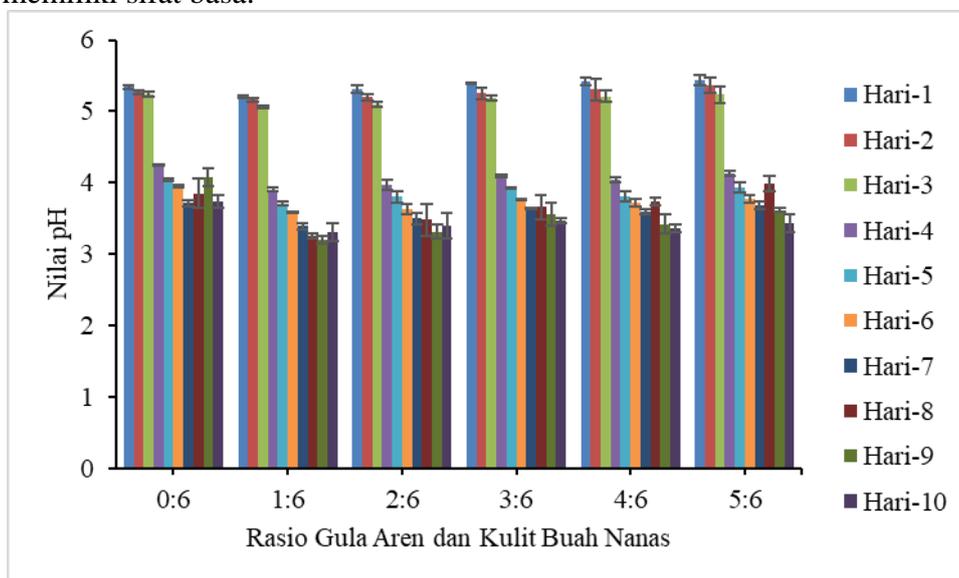
Gambar 1 Nilai rata rata kadar alkohol eko-enzim kulit buah nanas

### Derajat Keasaman

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan rasio gula aren dan kulit buah nanas berpengaruh nyata terhadap nilai pH dari eko-enzim ( $p < 0,05$ ). Namun perlakuan tidak berpengaruh terhadap nilai pH pada hari ke-2. Nilai rata-rata pH setiap 24 jam dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari data pengukuran pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa penurunan nilai pH larutan eko-enzim secara signifikan terjadi pada hari ke-4 fermentasi pada setiap perlakuan. Hal ini dapat terjadi karena senyawa alkohol pada larutan mulai teroksidasi menjadi senyawa asam karboksilat. Hal ini diikuti dengan penurunan kadar alkohol pada perlakuan kontrol rasio 0:6 dari  $1,54 \pm 0,44$  pada hari ke-2 menjadi  $0,77 \pm 0,17$  pada hari ke-4. Pada perlakuan rasio 3:6, 4:6, dan 5:6 penurunan tidak terlihat kemungkinan dikarenakan oleh laju produksi alkohol yang tinggi melebihi laju oksidasi alkohol menjadi asam karboksilat. Penambahan ragi tape pada proses fermentasi dapat mempercepat penurunan nilai pH produk fermentasi. Hal tersebut dikarenakan pada awal proses fermentasi khamir yang terkandung dalam ragi tape aktif mengubah kandungan gula pada media fermentasi menjadi alkohol. Senyawa alkohol pada media selanjutnya diubah menjadi asam asetat melalui proses oksidasi. Adanya kandungan asam asetat pada media fermentasi dapat menurunkan nilai pH media tersebut (Wulandari *et al.*, 2019). Produksi eko-enzim berlangsung selama 3 bulan dan memiliki nilai pH kurang dari 4 saat dipanen (Tang dan Tong, 2011).

Pada hari ke-8 fermentasi, perlakuan 0:6, 3:6, 4:6, dan 5:6 mengalami kenaikan nilai pH dari hari sebelumnya. Sedangkan pada perlakuan 1:6 dan 2:6, nilai pH hari ke-8 tidak melebihi hari sebelumnya tetapi mengalami penurunan pH lebih kecil daripada hari-hari sebelumnya. Hal ini kemungkinan diakibatkan oleh peningkatan aktivitas khamir pada hari ke-8. Jika dilihat dari produksi senyawa alkohol pada hari yang sama, kenaikan pH media fermentasi sejalan dengan kenaikan kadar alkohol. Maka kenaikan pH pada hari ke-8 kemungkinan diakibatkan oleh meningkatnya senyawa alkohol yang memiliki sifat basa.



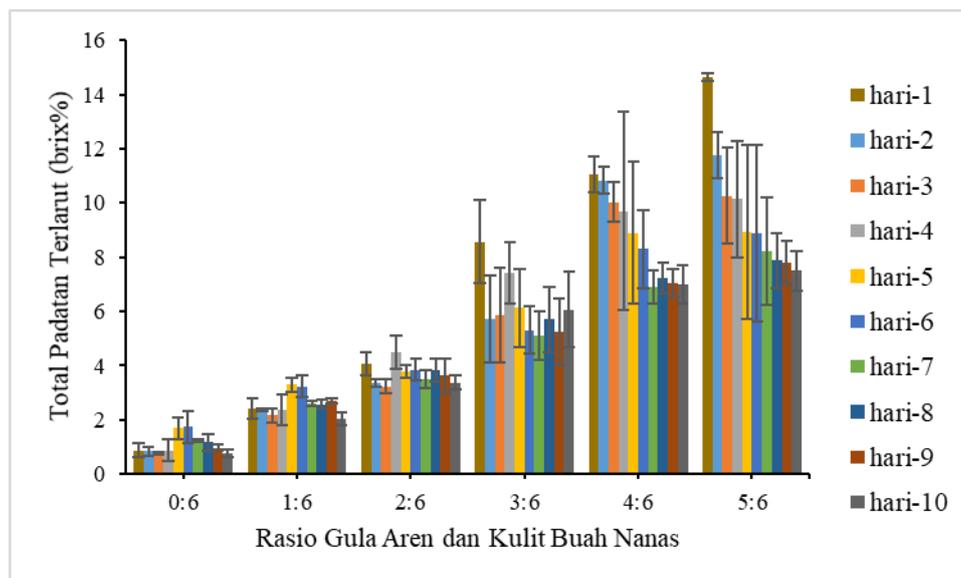
Gambar 2 Nilai rata rata pH eko-enzim kulit buah nanas

Peningkatan pH pada proses fermentasi dapat disebabkan oleh aktivitas metabolisme khamir yang meningkat sehingga mempercepat konversi gula-gula sederhana menjadi alkohol. Akibat dari banyaknya konversi gula menjadi alkohol adalah jumlah senyawa alkohol yang memiliki gugus  $\text{OH}^-$  tersebar dalam jumlah besar pada media fermentasi. Sehingga gugus  $\text{OH}^-$  yang memiliki sifat basa mengakibatkan kenaikan nilai pH media fermentasi (Fadilah *et al.*, 2018).

### Total Padatan Terlarut

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan rasio gula aren dan kulit buah nanas berpengaruh nyata terhadap total padatan terlarut larutan eko-enzim pada  $p < 0,05$ . Nilai rata-rata total padatan terlarut masing-masing perlakuan selama 10 hari dapat dilihat pada Gambar 3.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai total padatan terlarut tertinggi terdapat pada larutan eko-enzim kulit buah nanas dengan perlakuan rasio 5:6 sebesar  $14,63 \pm 0,15$  pada hari pertama yang berbeda nyata dengan hasil lainnya pada hari tersebut. Sedangkan nilai total padatan terlarut paling rendah terdapat pada perlakuan rasio 0:6 sebesar  $0,77 \pm 0,06$  pada hari ketiga. Nilai total padatan terlarut yang tinggi pada hari pertama fermentasi disebabkan oleh penambahan kandungan glukosa berupa gula aren. Pada hari pertama, belum banyak glukosa yang dikonversi menjadi alkohol oleh khamir sehingga kandungan glukosa pada larutan masih tinggi. Jumlah glukosa pada larutan semakin berkurang seiring dengan lama waktu fermentasi sehingga menurunkan nilai total padatan terlarut. Penurunan nilai total padatan terlarut selama proses fermentasi diakibatkan oleh konversi gula oleh mikroorganisme terutama khamir. Nilai total padatan terlarut dapat diinterpretasikan sebagai jumlah gula yang terlarut atau terkandung pada bahan maupun media fermentasi (Bayu *et al.*, 2017). Sehingga penurunan nilai total padatan terlarut dapat disebabkan oleh penurunan jumlah gula pada larutan eko-enzim kulit buah nanas.



Gambar 3 Nilai rata-rata total padatan terlarut eko-enzim kulit buah nanas

Semakin lama fermentasi berlangsung, jumlah gula pada larutan eko-enzim terus berkurang karena aktivitas mikroorganisme. Namun pada fermentasi eko-enzim kulit buah nanas selama 10 hari terdapat peningkatan nilai total padatan terlarut pada larutan eko-enzim. Sisa-sisa fermentasi seperti gula dan asam organik hasil metabolisme mikroorganisme dapat mempengaruhi nilai total padatan terlarut. Faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai total padatan terlarut adalah pigmen dan protein (Ismawati *et al.*, 2016). Penambahan sumber gula seperti sukrosa dapat meningkatkan nilai total padatan terlarut. Selain gula, senyawa lain seperti asam organik, pigmen, dan vitamin juga termasuk dalam jenis total padatan terlarut (Sintasari *et al.*, 2014).

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

Perlakuan rasio gula aren dan kulit buah nanas berpengaruh terhadap karakteristik eko-enzim kulit buah nanas dalam variabel kadar alkohol, derajat keasaman, dan total padatan terlarut selama 10 hari pengamatan. Namun variabel derajat keasaman tidak berpengaruh pada pengamatan hari ke-2.

Perlakuan gula aren dan kulit buah nanas rasio 4:6 merupakan perlakuan terbaik untuk karakteristik eko-enzim yang dihasilkan yaitu: kadar alkohol (v/v) sebesar 6,83%, nilai pH sebesar 3,74, dan nilai total padatan terlarut sebesar 7,23°brix.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai suhu fermentasi eko-enzim sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan kandungan enzim yang dihasilkan dengan penambahan ragi sehingga karakteristik eko-enzim yang dihasilkan lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arun, C. and P. Sivashanmugam. 2015. Investigation of biocatalytic potential of garbage enzyme and its influence on stabilization of industrial waste activated sludge. *Process Safety and Environmental Protection*. 94: 471-478.
- Azizah, N., A. N. Al-Baarri, dan S. Mulyani. 2012. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol, pH, dan produksi gas pada proses fermentasi bioetanol dari whey dengan substitusi kulit nenas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 1(2): 72- 77.
- Badan Pusat Statistik. 2021. Produksi tanaman buah-buahan. <https://www.bps.go.id/indicator/55/62/1/produksi-tanaman-buah-buahan.html>. Diakses pada 27 Desember 2021.
- Bayu, M. K., H. Rizqiati, dan Nurwanto. 2017. Analisis total padatan terlarut, keasaman, kadar lemak, dan tingkat viskositas pada kefir optima dengan lama fermentasi yang berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan*. 1(2): 33-38.
- Cappuccino, J. G. 2011. *Microbiology*. Pearson Publishing, Paris.
- Dalimartha, S. dan F. Adrian. 2013. *Fakta Ilmiah Buah dan Sayur*. Penebar Swadaya Grup, Jakarta.
- Fadilah, Umi, I M. M. Wijaya, dan N. S. Antara. 2018. Studi pengaruh pH awal media dan lama fermentasi pada proses produksi etanol dari hidrolisat tepung biji nangka dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 6(2): 92-102.
- Heryani, H. 2016. *Keutamaan Gula Aren & Strategi Pengembangan Produk*. Lambung Mangkurat University Press, Banjarmasin.
- Ismawati, N., Nurwantoro, dan Y. B. Pramono. 2016. Nilai pH, total padatan terlarut, dan sifat sensoris yoghurt dengan penambahan ekstrak bit (*Beta vulgaris* L.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 5(3): 89-93.
- Kerkar, S. S. and S. S. Salvi. 2020. Application of eco-enzyme for domestic waste water treatment. *International Journal for Research in Engineering Application & Management*. 5(11): 114-116.

- Manikandan, K. and T. Viruthagiri. 2010. Optimization of C/N ratio of the medium and fermentation conditions of ethanol production from tapioca starch using co-culture of *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae*. International Journal of Chemical Technology Research. 2(2): 947-955.
- Putri, S. A., F. Restuhadi, dan Rahmayuni. 2016. Hubungan antara kadar gula reduksi, jumlah sel mikrob dan etanol dalam produksi bioetanol dari fermentasi air kelapa dengan penambahan urea. Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian. 3(2): 1-8.
- Rahayu, M. R., I N. Muliarta, and Y. P. Situmeang. 2021. Acceleration of production natural disinfectants from the combination of eco-enzyme domestic organic waste and frangipani flowers (*Plumeria alba*). Sustainable Environment Agricultural Science. 5(1): 15-21.
- Rasit, N., L. H. Fern, and W. A. W. A. K. Ghani. 2019. Production and characterization of eco enzyme produced from tomato and orange waste and its influence on the aquaculture sludge. International Journal of Civil Engineering and Technology. 10(2): 967-980.
- Rochyani, N., R. L. Utpalasari, dan I. Dahliana. 2020. Analisis hasil konversi eco enzyme menggunakan nenas (*Ananas comosus*) dan pepaya (*Carica papaya L.*). Jurnal Teknik Universitas PGRI Palembang. 5(2): 135-140.
- Rohmah, N. U., A. P. Astuti, and E. T. W. Maharani. 2020. Organoleptic test of the ecoenzyme pineapple honey with variations in water content. Seminar Nasional Edusaintek: 408-414.
- Roni, K. A. 2013. Pengaruh penambahan cairan kulit dan bonggol nenas pada proses pembuatan tempe. Jurnal Berkala Teknik. 3(2): 573-585.
- Sandika, A. S., S. R. Muria, dan S. R. Yenti. 2017. Fermentasi kulit nenas menjadi bioetanol menggunakan *Zymomonas mobilis* dengan variasi pemekatan medium dan waktu fermentasi. Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik. 4(1): 1-5.
- Sintasari, R. A., J. Kusnadi, dan D. W. Ningtyas. 2014. Pengaruh penambahan konsentrasi susu skim dan sukrosa terhadap karakteristik minuman probiotik sari beras merah. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 2(3): 65-75.
- Supriyani, A. P. Astuti, dan E. T. W. Maharani. 2020. Pengaruh variasi gula terhadap produksi ekoenzim menggunakan limbah buah dan sayur. Seminar Nasional Edusaintek: 470-479.
- Syauqi, A. dan S. S. Inasari. 2020. Pemanfaatan limbah kulit nenas (*Ananas comosus L.*) menjadi bioetanol dengan penambahan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) yang berbeda. Buletin Loupe. 16(2): 67-73.
- Tang, F. E. and C. W. Tong. 2011. A study of garbage enzyme's effects in domestic wastewater. World Academy of Science, Engineering and Technology. 60: 1143-1148.
- Utomo, P. P. 2011. Pemanfaatan nenas (*Ananas comosus*) sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dengan metode sakarifikasi dan fermentasi serentak. Biopropal Industri. 2(1): 1-6.
- Wulandari, N. W. P., D. G. M. Permana, dan A. S. Duniaji. 2019. Pengaruh jenis ragi pada fermentasi kakao terhadap karakteristik cuka kakao. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan. 8(3): 323-329.