

PENGARUH INDEKS WARNA KEMATANGAN BUAH PISANG DEWAKA DAN WAKTU FERMENTASI TERHADAP CAIRAN HASIL FERMENTASI SERTA LIMBAH PADAT PADA PEMBUATAN BIOETANOL

The Effect Of Dewaka Banana Ripeness Color Index And Fermentation Time On Fermentation Liquid And Solid Waste In Bioethanol Production

Wiyan Afriyanto Pamungkas¹, Ni Luh Sri Suryaningsih¹, Yus Witdarko¹

ABSTRACT

Dewaka banana is a plant that grows abundantly in Merauke Regency. However, it has not widely used because there is a slightly sour taste when they are ripe. Even though, Dewaka banana has a sugar content that is potential used in bioethanol production. Bananas will convert starch content into sugars (glucose) during the ripening stage. One indicator of determining fruit maturity is by looking at the color index of the fruit skin. In bioethanol production, the fermentation process will produce liquid before purified into ethanol through a distillation process and solid waste. This study aimed to determine the effect of the ripeness color index of Dewaka bananas and the fermentation time on the fermented liquid and solid waste obtained from the fermentation of Dewaka banana fruit substrates with maturity color indexes 3, 5, and 7 at the fermentation time of 24, 30, and 36 hours. The results obtained showed that the best combination was obtained from the maturity color index 7 at a 24-hour fermentation time with the fermented liquid as much as 1.45 liters and solid waste as much as 0.35 kg.

Key words: dewaka bananas; fermented liquid; ripeness color index; solid waste; fermentation time

ABSTRAK

Buah pisang dewaka merupakan buah yang tumbuh melimpah di Kabupaten Merauke. Namun, belum banyak dimanfaatkan karena rasa sedikit masam yang di milikinya saat matang. Padahal, kandungan gula sederhana pada daging buah pisang berpotensi untuk dapat digunakan dalam pembuatan bioetanol. Buah pisang akan mengalami perubahan pati menjadi gula sederhana (glukosa) selama tahap pematangan. Salah satu indikator penentuan kematangan buah adalah dengan melihat indeks warna kematangan kulit buah. Dalam pembuatan bioetanol proses fermentasi akan menghasilkan cairan yang selanjutnya dimurnikan menjadi etanol melalui proses destilasi dan limbah padat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari indeks warna kematangan buah pisang dewaka dan lama waktu fermentasi terhadap cairan hasil fermentasi dan limbah padat yang diperoleh dari fermentasi substrat buah pisang dewaka dengan indeks warna kematangan 3, 5, dan 7 pada lama waktu fermentasi 24, 30, dan 36 jam. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kombinasi terbaik diperoleh dari indeks warna kematangan 7 pada lama waktu fermentasi 24 jam dengan hasil cairan hasil fermentasi sebanyak 1.45 liter dan limbah padat sebanyak 0.35 kg.

Kata Kunci: buah pisang dewaka; cairan hasil fermentasi; indeks warna kematangan; limbah padat; waktu fermentasi

Diterima: 23 Januari 2020; Disetujui: 28 Maret 2020

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, UNMUS. Indonesia. email: wiyan_pamungkas@unmus.ac.id

LATAR BELAKANG

Kabupaten Merauke selain penghasil tanaman padi terbesar di Provinsi Papua juga terkenal sebagai salah satu daerah penghasil pisang. Produksi pisang di Kabupaten Merauke pada tahun 2014 adalah sebesar 12 790.14 ton (BPS, 2015). Salah satu jenis pisang yang banyak tumbuh di Kabupaten Merauke adalah pisang Dewaka. Pisang Dewaka tumbuh sangat baik dan berlimpah di Kabupaten Merauke (Suryaningsih dan Pasaribu, 2015). Walaupun tersedia secara melimpah, pemanfaatan buah pisang Dewaka selama ini masih belum banyak dilakukan karena adanya sedikit rasa masam pada daging buahnya ketika matang (Harbelubun et al., 2015). Padahal potensi gula sederhana yang terdapat pada buah pisang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Bioetanol dapat dibuat dari bahan yang mengandung gula sederhana, pati, dan bahan berserat melalui proses fermentasi (Azizah et al., 2012). Buah pisang ketika matang dapat memiliki kandungan gula yang cukup tinggi sehingga cukup potensial jika dijadikan bahan baku pembuatan etanol. Buah pisang matang akan mengandung sukrosa, glukosa dan fruktosa sebesar 15-20 % (Ismanto, 2015 dalam Ambarita et al., 2016).

Saat buah pisang matang, terjadi perubahan warna kulit dari hijau menjadi kuning sebagai akibat dari perombakan klorofil yang berakibat pada lepasnya karoten yang bertanggung jawab terhadap perubahan warna kuning (Ahmad 2013). Buah pisang yang telah matang mudah dikenali melalui perubahan warna kulitnya, oleh karena itu indeks warna kulit menjadi penting dan digunakan sebagai penanda tingkat kematangan buah pisang (Prabawati et al., 2008).

Secara umum tahapan pembuatan bioetanol adalah penyiapan bahan baku (*pre-treatment*), fermentasi, dan destilasi. Proses *pre-treatment* yang dilakukan menyesuaikan jenis bahan baku yang digunakan. Proses fermentasi melibatkan ragi untuk mengurai kandungan gula menjadi pada substrat menjadi bioetanol. Jenis ragi yang banyak digunakan dalam

pembuatan bioetanol adalah *Saccharomyces cerevicae* yang bersifat stabil dan memiliki toleransi pada kadar alkohol tinggi serta dapat memproduksi alkohol dalam jumlah besar (Setiawati et al. 2013).

Jumlah takaran ragi yang diberikan pada proses fermentasi bioetanol dilaporkan bervariasi pada penelitian terdahulu. Menurut Satuhu dan Supardi, (1994) dalam Moeksin dan Fransisca, (2010), konsentrasi ragi yang diberikan pada larutan yang akan difermentasikan optimalnya adalah 1% dari volume larutan.

Lama waktu fermentasi juga berperan dalam pembuatan bioetanol. Beberapa penelitian terdahulu menggunakan variasi lama waktu fermentasi yang berbeda-beda. Setiawati et al., (2013) melakukan fermentasi kulit pisang kepok selama 1-5 hari, sedangkan pada penelitian Azizah et al., (2012) digunakan lama waktu fermentasi 12, 24, 36, 48, dan 60 jam. Pada penelitian tersebut dilaporkan bahwa lama waktu fermentasi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar alkohol yang dihasilkan.

Penelitian oleh Setiawati et al., (2013) menggunakan lama waktu fermentasi selama 48, 96, 144, dan 192 jam. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa setelah 144 jam fermentasi terjadi penurunan kadar bioetanol. Sari et al., (2008) dalam Azizah et al., (2012) menyatakan bahwa waktu optimal untuk melakukan fermentasi adalah selama 3 hari. Fermentasi yang dilakukan lebih dari 3 hari dapat menurunkan kadar alkohol karena alkohol telah dikonversi menjadi senyawa lain misalnya ester.

Proses fermentasi yang dilakukan pada substrat tertentu akan menghasilkan cairan maupun padatan dari substrat yang digunakan dalam pembuatan bioetanol. Cairan yang diperoleh kemudian dipisahkan melalui proses penyaringan sehingga diperoleh cairan yang akan dimurnikan melalui proses destilasi, sedangkan padatan yang merupakan sisa penyaringan akan berakhir sebagai limbah padat. Beberapa penelitian terdahulu belum banyak membahas jumlah cairan hasil fermentasi maupun limbah padat yang diperoleh dari hasil penyaringan

substrat yang telah difermentasi, khususnya yang menggunakan daging buah pisang dengan berbagai tingkat kematangan sebagai substrat fermentasi.

Berdasarkan uraian tersebut maka penulis memiliki gagasan untuk melakukan penelitian yang bertujuan mengetahui pengaruh indeks warna kematangan buah pisang dewaka dan lama waktu fermentasi terhadap cairan hasil fermentasi serta limbah padat yang dihasilkan sebelum proses destilasi pada pembuatan bioetanol skala laboratorium.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Musamus Merauke.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : blender, toples kaca kapasitas 2 liter, kain saring, timbangan, pisau dan gelas ukur.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan bioetanol adalah pisang dewaka dengan berbagai variasi indeks warna kematangan, ragi yang mengandung *Saccharomyces cereviceae*, dan pupuk urea sebagai nutrisi untuk ragi yang digunakan.

Metode

















Metode penelitan yang akan digunakan adalah metode eksperimen dengan variasi tingkat kematangan pisang dewaka 3, 5, 7 seperti pada Tabel 1 dengan variasi waktu fermentasi 24, 30, 36 jam sebanyak 2 (dua) kali ulangan. Sementara variabel tetap pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- Berat bahan baku 1 kg
- Jumlah aquadest 1 liter
- Jumlah ragi (yeast) 1% dari volume larutan yang akan difermentasi
- Jumlah urea sebanyak 2.75 g.

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini antara lain persiapan bahan baku, pre-treatment, fermentasi, dan penyaringan. Setelah proses fermentasi dilakukan, akan diperoleh cairan dan padatan yang terpisah di dalam wadah

fermentasi. Padatan tersebut kemudian turut disaring untuk mendapatkan cairan hasil fermentasi sebelum dimurnikan untuk memperoleh bioetanol melalui proses destilasi. Diagram alir penelitian pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Tingkat kematangan pisang dewaka berdasarkan indeks warna kulit.

Indeks Warna	Kondisi Buah	
	Tampak Luar	Tampak Dalam
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Sumber : Dokumentasi penelitian

Persiapan Bahan Baku

Buah pisang dewaka yang telah diperoleh kemudian dilakukan identifikasi warna kulit untuk menentukan tingkat kematangan buah pisang yang akan digunakan pada pembuatan bioetanol skala laboratorium. Tahap selanjutnya, kulit buah pisang dikupas dan diperoleh daging buah tanpa kulit. Daging buah tersebut kemudian ditimbang sebanyak 1 kg. Pada penelitian ini secara keseluruhan digunakan buah pisang dewaka sebanyak 147 buah dan kulit buah yang terbuang sebanyak 12.85 kg.

1. Pre-treatment

Pada tahap ini daging buah pisang dewaka sebanyak 1 kg dihancurkan menggunakan blender bersama *aquadest* sebanyak 1 liter hingga tidak lagi berbentuk buah yang utuh dan berbentuk seperti bubur. Selanjutnya, bubur pisang tersebut dimasukkan ke dalam toples kaca dan dicampur hingga merata bersama ragi sebanyak 1% (20 gram) dan urea sebanyak 2.75 gram dari jumlah larutan di dalam toples kaca.

2. Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan menggunakan toples kaca yang ditutup rapat dengan variasi waktu 24, 30, dan 36 jam dengan 2 kali ulangan. Fermentasi dilakukan dalam suhu ruang seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.

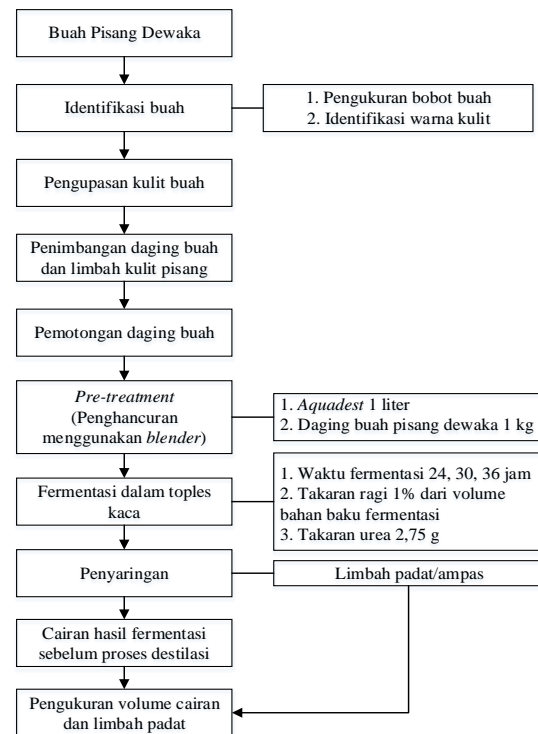


Gambar 1. Proses fermentasi bioetanol pisang dewaka.

3. Penyaringan

Setelah proses fermentasi dilakukan, akan diperoleh hasil berupa padatan yang

mengapung atau terpisah dari cairan yang difermentasi. Cairan tersebut kemudian diukur untuk mengetahui volume cairan yang diperoleh dari proses fermentasi. Padatan yang telah terpisah di bagian atas kemudian disaring untuk mendapatkan cairan yang masih tersisa di dalamnya. Sisa penyaringan padatan (ampas) akan ditimbang dan menjadi limbah padat yang dihasilkan pada tahap ini.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

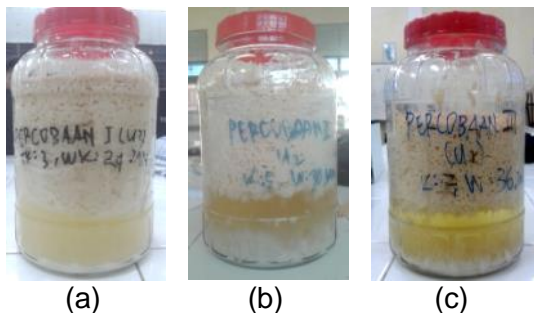
Warna Cairan Hasil Fermentasi

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa indeks warna kematangan memiliki pengaruh terhadap warna cairan hasil fermentasi. Variasi indeks warna buah pisang dewaka yang digunakan menyebabkan terjadinya beberapa hal berkaitan dengan proses fermentasi antara lain terbentuknya gelembung CO_2 dan luapan cairan fermentasi, perbedaan warna cairan dan padatan, serta volume cairan hasil fermentasi yang diperoleh.

Proses fermentasi akan menimbulkan gelembung karbon dioksida (CO_2) dan juga luapan cairan fermentasi

karena pertemuan *Saccharomyces cerevisiae* dengan substrat yang mengandung gula (glukosa) sehingga larutan akan mengembang dan terdorong ke luar toples kaca akibat tekanan di dalam wadah fermentasi yang cukup tinggi. Luapan cairan fermentasi memiliki kaitan dengan indeks warna kematangan buah pisang dewaka yang digunakan.

Variasi indeks warna kematangan buah pisang dewaka mengakibatkan warna cairan dan bentuk padatan dan yang dihasilkan setelah proses fermentasi berakhir juga beragam. Warna cairan yang bervariasi ditentukan oleh tingkat kematangan, semakin tinggi indeks warna kematangan buah maka warna cairan akan semakin kuning seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.



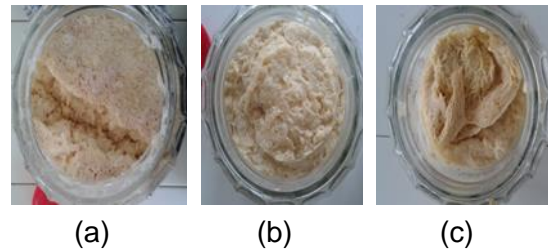
Gambar 3. Warna cairan hasil fermentasi (a) Indeks warna kematangan 3, (b) Indeks warna kematangan 5, (c) Indeks warna kematangan 7.

Perbedaan warna diduga disebabkan rasio kandungan pati dan gula (glukosa) pada buah pisang yang difermentasi, akibatnya warna cairan yang lebih keruh pada indeks warna kematangan 3 karena jumlah pati pada indeks warna kematangan 3 lebih tinggi dibanding kandungan gula (glukosa) yang dimilikinya. Sementara untuk indeks warna kematangan 5 dan 7 diduga memiliki kandungan gula (glukosa) yang cukup tinggi sehingga konversi gula pada substrat terjadi secara lebih optimal dan menyebabkan warna cairan menjadi kuning.

Bentuk Padatan Hasil Fermentasi

Padatan yang terbentuk pada indeks warna kematangan 3 memiliki sedikit

rongga sisa gelembung CO_2 pada saat terjadinya proses fermentasi, sedangkan indeks warna kematangan 5 memiliki bentuk padatan yang lebih berongga. Sementara itu, pada indeks warna kematangan 7 memiliki bentuk yang hampir sama dengan indeks warna kematangan 5 tetapi dengan rongga yang lebih banyak dan bertekstur mirip roti seperti yang terlihat pada Gambar 4.



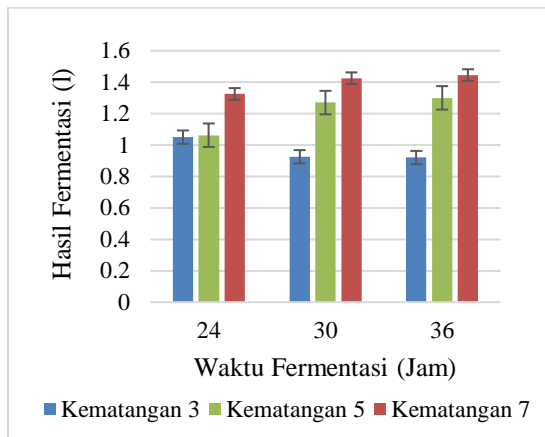
Gambar 4. Bentuk padatan (a) Indeks warna kematangan 3, (b) Indeks warna kematangan 5, (c) Indeks warna kematangan 7.

Bentuk padatan yang terbentuk pada indeks warna kematangan 5 dan 7 diduga berkaitan dengan adanya aktivitas ragi dalam memfermentasi gula yang terkandung dalam substrat. Menurut Azizah *et al.*, (2012), karbondioksida yang dihasilkan dari proses fermentasi membuat adonan roti mengembang, sehingga ragi yang mengandung *Saccharomyces cerevisiae* banyak dipilih karena menghasilkan CO_2 yang berfungsi untuk mengembangkan adonan roti. Oleh sebab itu, bentuk padatan pada indeks warna kematangan 5 dan 7 menunjukkan bentuk yang menyerupai roti.

Volume Cairan Hasil Fermentasi

Volume cairan hasil fermentasi yang dihasilkan melalui proses penyaringan seperti yang ditampilkan pada Gambar 5. Volume cairan pada indeks warna kematangan 3 pada lama waktu fermentasi 24, 30, dan 36 jam masing-masing diperoleh sebanyak 1.05 ; 0.93 ; dan 0.92 liter. Volume cairan hasil fermentasi pada indeks warna kematangan 3 berbanding terbalik terhadap peningkatan waktu fermentasi. Hal tersebut diduga berkaitan dengan rasio pati dan glukosa pada buah, dimana masih terdapat pati yang lebih

tinggi sehingga memerlukan perlakuan misalnya hidrolisis untuk merubah pati menjadi gula sederhana sebelum dikonversi menjadi bioetanol. Proses hidrolisis dapat dilakukan dengan dua cara yakni secara enzimatik maupun secara kimiawi (Badger, 2002).



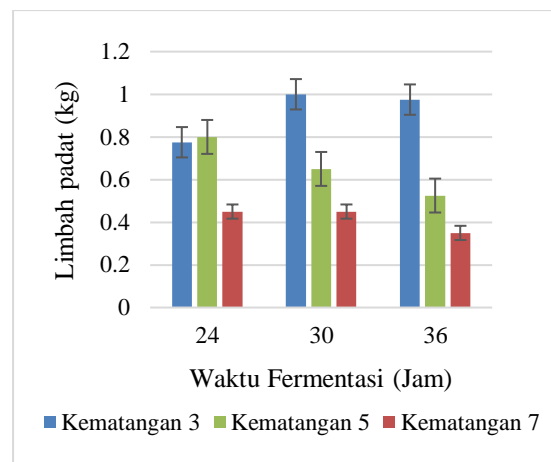
Gambar 5. Volume cairan hasil fermentasi pada berbagai indeks warna kematangan dan waktu fermentasi

Volume cairan hasil fermentasi yang diperoleh pada lama waktu 24, 30, dan 36 jam pada indeks warna kematangan 5 masing-masing sebanyak 1.06 ; 1.27 ; dan 1.3 liter. Sedangkan pada indeks warna kematangan 7 diperoleh volume cairan masing-masing sebanyak 1.33 ; 1.43 ; dan 1.45 liter. Hal ini diduga berkaitan dengan perubahan kandungan pati pada daging buah yang telah berubah menjadi gula sederhana sehingga berpengaruh terhadap kemampuan *Saccharomyces cerevisiae* dalam mengkonversi gula menjadi etanol saat proses fermentasi.

Secara umum, berdasarkan hasil pada Gambar 5 dapat diketahui bahwa volume cairan yang diperoleh dari hasil fermentasi dipengaruhi oleh indeks warna kematangan dan lama waktu fermentasi. Pada indeks warna kematangan 3, volume cairan yang diperoleh berbanding terbalik terhadap lama waktu fermentasi, sedangkan volume cairan yang diperoleh pada indeks warna kematangan 5 dan 7 cenderung menunjukkan tren peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi.

Limbah Padat Sisa Penyaringan Hasil Fermentasi

Hasil limbah padat yang merupakan ampas dari penyaringan padatan setelah proses fermentasi ditampilkan pada Gambar 6. Berdasarkan Gambar 6, dapat diketahui bahwa limbah padat yang dihasilkan dari indeks warna kematangan 3 menunjukkan tren berbanding lurus terhadap peningkatan waktu fermentasi. Hal ini sejalan dengan tren perolehan volume cairan hasil fermentasi pada indeks warna kematangan 3.



Gambar 6. Hasil limbah padat pada berbagai indeks warna kematangan dan waktu fermentasi

Limbah padat yang diperoleh dari proses fermentasi pada indeks warna kematangan 3 pada lama waktu fermentasi 24, 30, dan 36 jam masing-masing sebesar 0.77; 1.00; dan 0.98 kg. Tren peningkatan ini diduga berkaitan dengan kemampuan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dalam mengkonversi gula menjadi etanol yang tidak berjalan secara optimal karena masih adanya kandungan pati yang cukup tinggi di dalam buah pisang dewaka pada indeks warna kematangan 3. Kandungan pati/karbohidrat tersebut perlu dihidrolisis terlebih dahulu agar dapat difermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae* untuk menghasilkan alkohol (Seftian *et al.*, 2012).

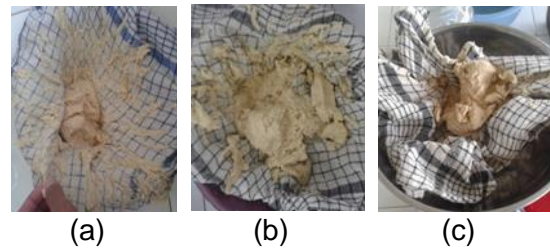
Indeks warna kematangan 5 menghasilkan limbah padat yang menunjukkan tren menurun sejalan dengan peningkatan lama waktu fermentasi. Limbah padat yang dihasilkan pada lama waktu fermentasi 24, 30, dan 36

jam secara berturut-turut adalah 0.80; 0.65; dan 0.53. Hal tersebut diduga dipengaruhi oleh adanya perubahan pati menjadi gula sederhana saat buah menjadi lebih matang jika dibandingkan dengan indeks warna kematangan 3.

Menurut Pantastico (1986) dalam Widodo *et al.*, (2019), selama memasuki fase kematangan akan terjadi peningkatan kandungan gula dalam daging buah pisang dengan cepat. Pada saat proses fermentasi dilakukan, ragi *Saccharomyces cerevisiae* dapat bekerja dengan baik pada substrat karena kandungan glukosa yang terdapat pada daging buah dengan indeks warna kematangan 5 sudah cukup tinggi. Hal ini dapat terlihat dari kondisi warna cairan yang terbentuk saat fermentasi, dimana warna cairan pada indeks warna kematangan 3 lebih berwarna putih dan sedikit keruh bila dibandingkan dengan indeks warna kematangan 5 yang cenderung lebih berwarna kuning jernih.

Hasil limbah padat dari buah dengan indeks warna kematangan 7 juga menunjukkan tren yang serupa dengan indeks kematangan 5. Hasil limbah padat yang diperoleh masing-masing sebanyak 0.45; 0.45; dan 0.35 kg. Tren penurunan pada limbah padat yang dihasilkan mengindikasikan bahwa ragi *Saccharomyces cerevisiae* bekerja secara optimal dalam mengkonversi kandungan gula yang ada di dalam substrat yang difermentasi. Buah pisang mengandung 3 jenis gula alami yakni sukrosa, fruktosa, dan glukosa. Dimana ragi *Saccharomyces cerevisiae* mampu beradaptasi dan tumbuh dengan lebih baik dalam proses fermentasi pada substrat yang mengandung glukosa (Rubio-Teixeira, 2005; Wulandari *et al.*, 2018). Saat buah mencapai indeks warna kematangan 7, tekstur buah akan mengalami pelunakan. Penurunan kekerasan terjadi akibat perombakan pati menjadi gula (Ahmad, 2013).

Bentuk padatan yang terbentuk pada masing-masing indeks warna kematangan 3, 5, dan 7 juga menyebabkan perbedaan saat proses penyaringan dan limbah padat yang dihasilkan seperti yang ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Bentuk limbah padat (a) indeks warna kematangan 3, (b) indeks warna kematangan 5, (c) indeks warna kematangan 7

Limbah padat yang diperoleh pada indeks warna kematangan 3 cenderung melekat dan meninggalkan bekas pada kain saring yang digunakan. Berbeda dengan indeks warna kematangan 3, indeks warna kematangan 5 memiliki bentuk limbah padat yang lebih mudah terlepas dengan sedikit sisa yang menempel pada kain saring. Sedangkan limbah padat yang dihasilkan dari buah dengan indeks warna kematangan 7 memiliki tekstur yang tidak terlalu lengket dan dapat dipisahkan dari cairan yang terkandung di dalamnya dengan lebih baik bila dibandingkan indeks warna kematangan yang lain. Hal ini tentu mempengaruhi volume cairan hasil fermentasi maupun jumlah limbah padat yang diperoleh pada penelitian ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa indeks warna kematangan buah pisang dewaka dan lama waktu fermentasi memiliki pengaruh terhadap volume cairan maupun limbah padat yang diperoleh setelah proses fermentasi.

Indeks warna kematangan dan waktu fermentasi terbaik berdasarkan perolehan volume cairan hasil fermentasi dan limbah padat adalah indeks warna kematangan 7 pada lama waktu fermentasi 36 jam. Volume cairan yang diperoleh pada indeks warna kematangan 7 dan lama waktu fermentasi 24 jam adalah 1.45 liter dan limbah padat sebanyak 0.35 kg dari volume larutan awal yang difermentasi sebanyak 2 kg (1 kg buah pisang dan 1 liter *aquadest*).

Pada penelitian lebih lanjut dapat dilakukan analisa kadar bioetanol yang diperoleh dari cairan hasil fermentasi yang telah diperoleh, serta variasi jenis dan jumlah ragi yang diberikan saat proses fermentasi ataupun dapat mempertimbangkan potensi kulit pisang yang terbuang pada penelitian ini sebanyak 12.85 kg sebagai bahan pembuatan bioetanol.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad U. 2013. Teknologi Penanganan Pascapanen Buah dan Sayuran. Cetakan 1. Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu.
- Ambarita MDY, Bayu ES, Setiadi H. 2016. Identifikasi Karakter Morfologis Pisang (*Musa Spp.*) Di Kabupaten Deli Serdang. *J Agroekoteknologi Univ Sumatera Utara*. 4(1):1911–1924. doi:10.32734/jaet.v4i1.12404.
- Azizah N, Al-Baarri AN, Mulyani S. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *J Apl Teknol Pangan*. 1(2):72–77.
- Badger P. 2002. Ethanol from cellulose: A general review. *Trends new Crop new uses*.:17–21.
- BPS. 2015. Merauke Dalam Angka. Merauke: Badan Pusat Statistik Kabupaten Merauke.
- Harbelubun CC, Suryaningsih NLS, Pasaribu YP. 2015. Pengaruh Perlakuan Blansing dan Tingkat Kematangan Buah Terhadap Mutu Tepung Pisang Dewaka. In: *Prosiding Seminar Nasional PERTETA 2015*. hal. 417–430.
- Moeksin R, Fransisca S. 2010. Pembuatan etanol dari bengkuang dengan variasi berat ragi, waktu, dan jenis ragi. *J Tek Kim*. 17(2):25–30.
- Prabawati S, Suyanti, Setyabudi DA. 2008. Teknologi Pascapanen dan Teknik Pengolahan.
- Rubio-Teixeira M. 2005. A comparative analysis of the GAL genetic switch between not-so-distant cousins: *Saccharomyces cerevisiae* versus *Kluyveromyces lactis*. *FEMS Yeast Res*. 5(12):1115–1128. doi:10.1016/j.femsyr.2005.05.003.
- Seftian D, Antonius F, Faizal M. 2012. Pembuatan Etanol Dari Kulit Pisang Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatis dan Fermentasi. *J Tek Kim*. 18(1):10–16.
- Setiawati DR, Sinaga AR, Dewi TK. 2013. Proses Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok. *J Tek Kim*. 19(1):9–15.
- Suryaningsih NLS, Pasaribu YP. 2015. Dewaka Banana as an Alternative Energy Source. *Procedia Food Sci*. 3:211–215. doi:10.1016/j.profoo.2015.01.023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.023>.
- Widodo WD, Suketi K, Rahardjo R. 2019. Evaluasi Kematangan Pascapanen Pisang Barangan untuk Menentukan Waktu Panen Terbaik Berdasarkan Akumulasi Satuan Panas. *Bul Agrohorti*. 7(2):162–171.
- Wulandari RT, Widyastuti N, Ardiaria M. 2018. Perbedaan Pemberian Pisang Raja dan Pisang Ambon Terhadap $VO_2\max$ Pada Remaja di Sekolah Sepak Bola. *J Nutr Coll*. 7(1):8. doi:10.14710/jnc.v7i1.20773.