



PRODUKSI ENZIM PEKTINASE DARI LIMBAH KULIT PISANG OLEH KAPANG *ASPERGILLUS NIGER* DAN APLIKASINYA TERHADAP KLARIFIKASI MINUMAN FUNGSIONAL JAHE LEMON

PRODUCTION OF PEKTINASE ENZYMES FROM BANANA PEEL WASTE BY *ASPERGILLUS NIGER* AND THE APPLICATION ON CLARIFICATION OF LEMON GINGER DRINKS

Dyan Yulianti, Maria Marina Herawati

INFO ARTIKEL

Submit: 2 September 2020
Perbaikan: 5 Oktober 2020
Diterima: 17 Oktober 2020

Keywords:

Pectinase, pectin,
Aspergillus niger,
clarification, lemon ginger
drink

ABSTRACT

Pectinase enzyme is a commercial enzyme that can damage pectin by breaking down polygalacturonate acid into monogalacturonate acid through the release of glycosidic bonds. Lemon ginger drink is a functional beverage innovation made from ginger with the addition of lemon to add a refreshing sensation. However, the cloudy, pale, and sedimentary appearance in lemon ginger drink causes a lack of interest in consumers, especially young people. When consuming functional drinks such as lemon ginger, there is turbidity caused by polysaccharides such as pectin. Therefore, enzymatic clarification using pectinase is an effective way to reduce pectin in this drink. This study aims to find out the concentration of *Aspergillus niger* in producing pectinase enzymes from banana peel waste and its application to the clarification of lemon ginger drinks. The method used in this study was a randomized design group consisting of 1 factor which was the treatment of concentrations of *Aspergillus niger* (0 mL, 1 mL, 2 mL, 4 mL, and 6 mL). The pectinase enzymes produced was then applied with various concentrations (0%, 0.08%, 0.10%, 0.12%, 0.16%, 0.20%, and 0.24%) to clarify the lemon ginger drink. The Data obtained was analyzed using ANOVA, and if there was a significant difference, the data was then proceed using Honest Significant Different test at level of 5%. The results showed that 6 ml of *Aspergillus niger* suspension gave the best result in producing pectinase enzymes with the enzyme activity of 1.83 U/ml. The application of 0.16% pectinase enzyme in to the lemon ginger drink could improve the clarity, increase the total dissolved solids, and decrease the viscosity of the resulting lemon ginger drink.

1. PENDAHULUAN

Proses produksi enzim yang banyak dilakukan saat ini yaitu mengembangbiakkan mikroba penghasil enzim yang dikehendaki pada media tertentu kemudian dilakukan proses ekstraksi dan akhirnya dimurnikan. Beberapa keuntungan menggunakan mikroba sebagai penghasil enzim yaitu biaya produksi relatif ringan, dapat diproduksi dalam waktu yang tidak terlalu lama yakni 5-7 hari serta mudah untuk dikontrol. Salah satu enzim yang dapat diproduksi dari mikroba adalah enzim pektinase. Pektinase merupakan enzim yang dapat merusak pektin atau substrat polisakarida dengan cara memecah asam poligalakturonat menjadi asam monogalakturonat melalui pelepasan ikatan

glikosidik (Oyeleke, 2012). Enzim pektinase dapat diproduksi dari mikroorganisme terutama dari jenis kapang seperti *Aspergillus* sp menggunakan limbah sebagai substrat contohnya kulit pisang. Pada proses fermentasi, mikroba dapat berkembang biak dengan cepat dan akan mengeluarkan cairan yang mengandung enzim, sehingga mikroba mendapatkan makanan dan bahan-bahan lain di lingkungannya yang kemudian diubah menjadi produk hasil fermentasi. Mikroorganisme untuk memproduksi enzim harus memenuhi beberapa syarat, yakni harus stabil, mempunyai produktivitas yang cukup tinggi, dan dapat tumbuh pada media yang tersedia (Muhpidah, 2013).

Produksi enzim pektinase dilakukan dengan cara fermentasi semi padat dengan substrat berupa limbah kulit pisang dengan bantuan kapang *Aspergillus niger*, dimana fermentasi

Dyan Yulianti, Maria Marina Herawati
Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian dan Bisnis
Universitas Kristen Satya Wacana
*E-mail: marinakartika@gmail.com

tersebut menggunakan media padat sebagai sumber substrat dan tidak mengandung air bebas, melainkan dicampur dengan cairan atau air yang mengandung mineral tertentu yang menjadikan substrat menjadi media semi padat. Media yang digunakan berfungsi sebagai sumber karbon, nitrogen, maupun sumber energi. Oleh karena itu, substrat yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari limbah pertanian yakni kulit pisang.

Enzim pektinase yang telah diproduksi dapat diaplikasikan pada industri pangan, salah satunya minuman fungsional jahe lemon. Minuman jahe lemon adalah inovasi minuman fungsional berbahan baku jahe dengan tambahan lemon untuk menambahkan sensasi yang menyegarkan. Minuman tersebut dikatakan sebagai minuman fungsional karena jahe mengandung oleoresin yang terdiri dari komponen shogaol dan gingerol, serta lemon yang mengandung vitamin C sebagai antioksidan (Hidayat, 2015; Yi li, 2007). Penampakan minuman yang keruh, pucat dan adanya endapan pada minuman jahe lemon menyebabkan kurangnya minat konsumen terutama anak muda saat mengonsumsi minuman tersebut. Kekeruhan dalam minuman jahe lemon ini disebabkan oleh adanya polisakarida seperti pektin. Menurut Anggraini (2013), pektin adalah heteropolisakarida kompleks yang terdapat dalam dinding sel tanaman, yang disusun oleh asam galakturonat turunan dari galaktosa dan berhubungan dengan ikatan α -(1,4)-glukosida. Oleh karena itu, klarifikasi secara enzimatik dengan menggunakan pektinase adalah cara yang efektif untuk mengurangi pektin dalam minuman karena enzim ini memiliki kemampuan untuk menghidrolisis pektin dan menyebabkan pektin kompleks protein untuk terflokulasi. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui konsentrasi kapang *Aspergillus niger* dalam memproduksi enzim pektinase dari limbah kulit pisang dan aplikasinya terhadap klarifikasi minuman fungsional jahe lemon.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah media isolat murni *Aspergillus niger* yang diperoleh dari laboratorium mikrobiologi Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana, *Potato Dextrose Agar* (PDA) (*Merck 1.10130.0500*), buffer asetat, kulit pisang raja, larutan mineral (NaNO_3 , KH_2PO_4 , MgSO_4 , KCl , $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), larutan twin 80 (*Merck 8.22187.0500*), pektin apel (*no brand*), aluminium

foil (*Klinpak*), aquades, reagen asam 3,5-dinitrosalisilat (DNS) metanol, jahe emprit, lemon import, madu (*TJ*), sukrosa (*Gulaku*), air, plastik wrap (*Clingwrap*), botol 5 ml, dan kertas label.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kompor, teflon, panci, inkubator (*Memmert*), *beaker glass*, erlenmeyer, batang pengaduk, spektrofotometer *uv-vis 1280* (*Shimadzu*), kuvet, gelas ukur, viskometer (*Blau Brand*), labu takar 25 ml, tabung reaksi, pipet ukur dan filler, waterbath (*Memmert*), corong, kertas saring, pipet tetes, *magnetic stirrer*, jarum ose, kapas steril, oven (*Memmert*), timbangan analitik (*Mettler Toledo AL 204*), kertas pH, autoklaf (*MA-635*), refrigerator, LAF, cawan petri, *shaker* (*Edmund Buhler SM 25 24B*), *hand refractometer* (*ATAGO N1*), *thermometer*, *coloni counter* (*RKI 20-94*) dan spiritus.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri dari 1 faktor, yaitu perlakuan konsentrasi spensi kapang *Aspergillus niger* 0 mL, 1 mL, 2 mL, 4 mL, dan 6 mL. Kemudian dilanjutkan dengan pengaplikasian enzim pektinase yang dihasilkan dalam klarifikasi minuman jahe lemon yakni konsentrasi 0%; 0,08%; 0,10%; 0,12%; 0,16%; 0,20%; dan 0,24%. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan apabila ada pengaruh maka dilanjutkan dengan menggunakan uji BNJ pada taraf nyata 5%.

Pembuatan Media Substrat

Limbah kulit pisang raja dicuci dengan air yang mengalir kemudian direndam dengan air selama 2 jam. Kulit pisang dipotong 1x1 cm dan dioven 45 °C selama 24 jam. Setelah kering dihaluskan hingga berupa bubuk.

Media produksi dibuat dengan cara mencampurkan bubuk kulit buah pisang dengan larutan mineral yang terdiri dari NaNO_3 20 g/L air, KH_2PO_4 3 g/L air, MgSO_4 0,5 g/L air, KCl 0,5 g/L air, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,2 g/L air, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,01 g/L air. Semua bahan dimasukkan dalam erlenmeyer volume 1000 ml, ditambahkan aquades hingga batas tera dan diaduk hingga homogen, lalu dipanaskan secara aseptis.

Produksi Enzim Pektinase

Media PDA ditimbang sebanyak 3 g dan ditambahkan aquades hingga volumenya mencapai 100 ml. Media tersebut dipanaskan hingga media larut lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi dengan tinggi 1/3 tinggi tabung lalu ditutup dengan kapas dan aluminium foil. Media

PDA disterilkan di dalam *autoclave* pada tekanan 1 atm (121 °C) selama 15 menit. *Aspergillus niger* diremajakan dengan cara digores menggunakan jarum ose pada media agar miring PDA dan diinkubasi secara anaerob pada suhu 37 °C selama 4x24 jam. *Aspergillus niger* yang telah ditumbuhkan dalam media padat agar miring dipilih yang paling banyak sporanya secara visual kemudian disuspensikan ke dalam labu Erlenmeyer 25 ml menggunakan akuades steril dengan bantuan jarum ose hingga batas tera. Produksi pektinase dilakukan dengan cara: disiapkan 4 media substrat yang masing-masing ditambahkan 1, 2, 4, dan 6 mL inokulum *Aspergillus niger*, lalu ditutup dengan kapas steril dan plastik wrap. Selanjutnya campuran tersebut difermentasi pada temperatur 40 °C selama 96 jam. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

Ekstraksi Enzim Pektinase

Pemanenan enzim pektinase dilakukan dengan menghentikan proses fermentasi menggunakan larutan tween 80 0,1% sebanyak 100 mL ke dalam media dan selanjutnya dishaker selama 15 menit dengan kecepatan 130 rpm kemudian di saring. Filtrat enzim hasil saringan disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Filtrat yang mengandung enzim dimasukkan ke dalam botol tertutup dan disimpan dalam kulkas pada suhu 4 °C.

Uji Aktivitas Enzim Pektinase (Mufarrikha, 2014)

Tabung reaksi sebanyak 5 buah masing-masing diisi ekstrak enzim pektinase dengan masing-masing perlakuan yakni kontrol, 1 mL, 2 mL, 4 mL, dan 6 mL. Satu mL pektin apel 0,5% dan 1 mL buffer asetat pH 5 ditambahkan dan dipanaskan pada *waterbath* dengan suhu 50 °C selama 55 menit. Pada masing-masing tabung kecuali kontrol ditambahkan 1 mL aquades dan 2 mL reagen asam 3,5-dinitrosalisilat (DNS) kemudian dipanaskan dalam air mendidih selama 15 menit. Selanjutnya campuran tersebut dimasukkan dalam labu ukur 25 mL dan ditambahkan dengan aquades hingga batas tera. Larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 495 nm. Hasil absorbansi dihitung menggunakan rumus:

$$AE = \frac{GP \times FP \times 1000}{t \times BM}$$

Keterangan :

AE = Aktivitas enzim pektinase kasar (U/mL)

[GP] =Konsentrasi gula pereduksi yang diperoleh dari kurva standar (mg/mL)

1000 = Faktor konversi

FP : =Faktor pengenceran

t = Waktu inkubasi (menit)

BM =Bobot molekul asam galakturonat 212 g/mol

Pembuatan Minuman Jahe Lemon

Lemon sebanyak 37,5-40 g diperas untuk diambil airnya. Jahe emprit (*Zingiber officinale*) sebanyak 62,5 g dicuci dengan air mengalir, lalu dipanggang dengan teflon hingga lunak atau layu, kemudian digeprek agar bentuknya pipih. Jahe tersebut dimasukkan ke dalam panci berisi air sebanyak 1 liter. Gula pasir sebanyak 125-150 g, madu 37,5 ml, dan garam 0,65 g ditambahkan dan direbus hingga mendidih. Setelah itu, dicampurkan dengan air perasan lemon pada saat suhu telah mencapai 36-37 °C.

Pengaplikasian Enzim Pektinase

Enzim pektinase yang telah dihasilkan dicampurkan ke dalam minuman jahe lemon dengan konsentrasi 0%; 0,08%; 0,10%; 0,12%; 0,16%; 0,20%; dan 0,24% dan semua perlakuan dibiarkan pada suhu 50 °C selama 120 menit. Setelah itu enzim di-inaktifkan pada suhu 90 °C selama 5 menit menggunakan *waterbath*.

Uji Kejernihan Minuman Jahe Lemon (Sin et al, 2005)

Minuman jahe lemon yang telah diinkubasi dengan konsentrasi enzim pektinase yang berbeda-beda, diukur kejernihannya melalui pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 660 nm menggunakan spektrofotometer dan aquades sebagai kontrol. Absorbansi yang terendah menunjukkan minuman yang paling jernih.

Uji Viskositas Minuman Jahe Lemon (Iriani et al, 2005)

Uji viskositas dilakukan menggunakan viskometer ostwald dengan cara cairan sampel minuman jahe lemon dipipetkan ke dalam viskometer hingga batas, lalu cairan dihisap dengan menggunakan *pushball* sampai melewati 2 batas. *Stopwatch* disiapkan dan cairan dikendurkan sampai batas pertama lalu pengukuran dimulai. Hasil pengukuran dicatat dan dilakukan penghitungan dengan rumus:

$$\eta_l = \eta_0 \frac{t \cdot \rho}{t_0 \cdot \rho_0}$$

Keterangan:

- n = viskositas cairan sampel
- n_o = viskositas cairan pembanding
- T = waktu aliran cairan sampel
- T_o = waktu aliran cairan pembanding
- P = massa jenis cairan sampel
- P_o = massa jenis cairan pembanding

Uji Total Padatan Terlarut Minuman Jahe Lemon (Meikapasa et al, 2016)

Sebanyak 1 tetes sampel minuman jahe lemon diteteskan pada prisma refraktometer yang telah dikalibrasi dengan aquades steril. Kemudian refraktometer diarahkan ke sumber cahaya. Nilai yang terbaca menunjukkan besarnya total padatan terlarut pada sampel dalam derajat satuan °Brix.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Enzim Pektinase

Sebelum memproduksi enzim, dilakukan peremajaan atau regenerasi kapang *Aspergillus niger* pada media padat agar miring dan diinkubasi selama seminggu. Tujuan peremajaan ini adalah untuk menumbuhkan kembali kapang pada media yang baru dengan kebutuhan nutrisi yang cukup. Setelah diperoleh isolat dilakukan pemilihan isolat yang memiliki pertumbuhan paling tinggi dilihat dari besarnya permukaan media agar miring yang ditumbuhi kapang. Spora kapang tersebut di suspensikan ke dalam aquades steril. Setelah itu inokulum kapang bisa diisolasi ke dalam media substrat berupa campuran serbuk kulit pisang yang telah ditambahkan larutan mineral. Media substrat yang telah diinokulasikan dengan inokulum *Aspergillus niger* difermentasi selama seminggu hingga tumbuh kapang di dalam media tersebut. Pemanenan enzim pektinase dilakukan dengan menghentikan proses fermentasi, kemudian di-ekstrak hingga mendapatkan filtrat berupa ezim pektinase kasar yang berupa serbuk.

Aktivitas Enzim Pektinase

Enzim pektinase diuji aktivitas poligalakturonasenya pada substrat asam poligalakturonat (pektin teresterifikasi) menggunakan metode DNS. Substrat asam poligalakturonat didegradasi oleh poligalakturonase menjadi monomer-monomer asam galakturonat secara hidrolisis (Rohishoh, 2012). Banyaknya gula pereduksi yang terbentuk diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Absorbansi hasil pengukuran dikorelasikan dengan kadar gula pereduksi atau diasumsikan sebagai glukosa yang dihasilkan terhadap waktu inkubasi merupakan aktivitas enzim tersebut. Satu

unit aktivitas enzim pektinase berarti sebagai jumlah enzim yang memproduksi 1 µmol produk asam galakturonat per satuan waktu untuk setiap ml enzim pada kondisi penelitian.

Tabel 1. Aktivitas Enzim Pektinase

Volume <i>A. niger</i>	Aktivitas enzim U/ml			Rata-rata U/ml
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
1 ml	1,02	1,68	1,36	1,35 (C)
2 ml	1,05	1,77	1,55	1,45 (BC)
4 ml	1,14	1,85	1,70	1,56 (B)
6 ml	1,56	2,07	1,86	1,83 (A)
	KV			6,05%

Keterangan: huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata antar perlakuan, sedangkan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan berdasarkan analisis.

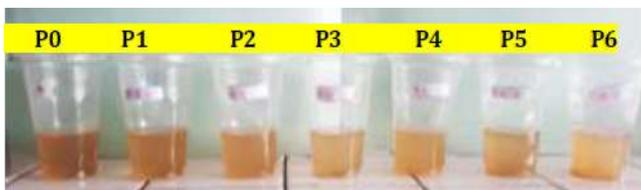
Analisis aktivitas enzim pektinase dari keempat konsentrasi inokulum yang berbeda, dilakukan dengan menghitung nilai aktivitas enzim (AE) yang dihasilkan oleh kapang *Aspergillus niger* pada masa akhir inkubasi. Hasil perhitungan dari aktivitas enzim pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan inokulum kapang *Aspergillus niger* yang berbeda dapat meningkatkan aktivitas enzim pektinase yang dihasilkan.

Pada Tabel 1, hasil analisis menunjukkan bahwa volume *Aspergillus niger* 6 ml berbeda nyata terhadap perlakuan volume yang lain. Berdasarkan perhitungan aktivitas enzim pektinase dapat diketahui bahwa aktivitas enzim pektinase tertinggi terdapat pada hasil fermentasi yang menggunakan inokulum kapang *Aspergillus niger* dengan konsentrasi sebanyak 6 ml, yaitu dengan rata-rata dari tiga ulangan sebesar 1,83 U/ml dan aktivitas enzim pektinase terendah terdapat pada media substrat dengan konsentrasi *Aspergillus niger* 1 ml yaitu dengan rata-rata sebesar 1,35 U/ml. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak kapang yang diinokulasikan ke dalam media substrat maka metabolisme dari kapang *Aspergillus niger* akan meningkat dan lebih mudah dalam menguraikan pektin dan senyawa yang terkandung dalam substrat. Dengan demikian, enzim pektinase sebagai hasil metabolisme juga akan meningkat. Selaras dengan Barman (2015), *Aspergillus niger* dengan konsentrasi yang optimum yaitu 6-8 ml dalam 25 ml substrat akan menghasilkan enzim pektinase yang semakin banyak. Akan tetapi jika konsentrasi kapang *Aspergillus niger* terlalu banyak dalam media substrat akan terjadi represi katabolit, yaitu berlebihnya gula terlarut dalam pertumbuhan sel

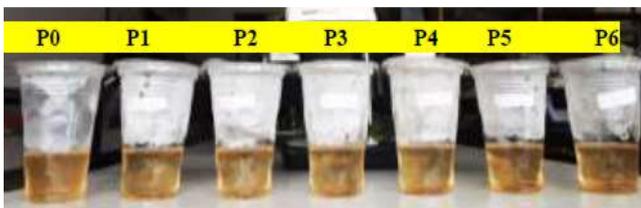
yang dapat menekan produksi enzim itu sendiri (Rangarajan, 2010). Penurunan unit aktivitas enzim juga dimungkinkan dapat terjadi akibat menurunnya jumlah substrat yang tersedia di dalam media sehingga mengakibatkan kompetisi penggunaan substrat oleh jumlah sel yang semakin bertambah (Kansoh, 2004).

Pengaplikasian Enzim Pektinase dalam Klarifikasi Minuman Jahe Lemon

Proses klarifikasi minuman jahe lemon dilakukan dengan menambahkan enzim pektinase dengan konsentrasi yang berbeda. Penampakan secara visual dari minuman jahe lemon yang telah diberikan enzim pektinase dari limbah kulit pisang terlihat lebih jernih (Gambar 2) jika dibandingkan dengan minuman jahe lemon tanpa penambahan enzim pektinase (Gambar 1).



Gambar 1. Minuman jahe lemon sebelum klarifikasi dengan enzim pektinase



Gambar 2. Minuman jahe lemon setelah klarifikasi dengan enzim pektinase

Hasil pengujian klarifikasi minuman jahe lemon pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan penambahan enzim pektinase dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap parameter pengamatan minuman jahe lemon, meliputi kejernihan, total padatan terlarut, dan viskositas.

Uji Kejernihan (*Clarity*)

Clarity atau kejernihan merupakan salah satu parameter keberhasilan dalam klarifikasi minuman jahe lemon menggunakan enzim pektinase. Menurut Sharma (2014), kekeruhan dalam minuman disebabkan oleh pektin dan selama proses klarifikasi berlangsung, jumlah pektin akan menurun dan minuman menjadi lebih jernih. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil uji kejernihan pada Tabel 2, perlakuan konsentrasi enzim pektinase 0,08%- 0,24% berbeda nyata

dengan kontrol atau tanpa pemberian enzim. Kejernihan tertinggi dapat dilihat pada perlakuan yang memiliki absorbansi tertinggi, yakni pada konsentrasi 0,12% dengan nilai absorbansi 0,088. Penambahan konsentrasi enzim pektinase tidak berbeda nyata antar perlakuan terhadap kejernihan minuman jahe lemon. Pada konsentrasi 0,08%-0,12% terjadi penurunan tingkat kejernihan. Hal itu terjadi karena tidak ada lagi polisakarida berupa pektin yang dipecah dan mengalami flokulasi lagi pada minuman jahe lemon. Selain itu, enzim pektinase yang tersedia juga akan jenuh dan bekerja pada tingkat maksimumnya. Kejernihan suatu minuman ditentukan oleh TPT, dan viskositas dari minuman tersebut (Iriani *et al.*, 2005). Adanya penambahan enzim pektinase dalam minuman jahe lemon menyebabkan peningkatan total pektin yang larut dan tereduksi, serta menurunkan viskositas, sehingga diperoleh minuman jahe lemon yang jernih.

Uji Viskositas

Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan dari suatu cairan. Adanya pektin dalam minuman jahe lemon menyebabkan penampakan minuman menjadi keruh dan memiliki viskositas yang tinggi (Iriani, 2005; Sin, 2005). Viskositas minuman berkaitan erat dengan kejernihan, sehingga jika viskositas pada minuman jahe lemon menurun maka kejernihan minuman jahe lemon akan meningkat (Panesar, 2010). Oleh sebab itu, apabila pektin menjadi larut dan tereduksi, maka viskositas dari minuman tersebut akan mengalami penurunan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Minuman Jahe Lemon

Konsentrasi Enzim Pektinase	Kejernihan (abs)	Viskositas (cP)	Total Padatan Terlarut ($^{\circ}$ Brix)
0 %	0,415 (A)	1,760 (A)	10,70 (C)
0,08 %	0,102 (B)	1,667 (B)	11,20 (BAC)
0,1 %	0,091 (B)	1,619 (BC)	11,45 (BA)
0,12 %	0,078 (B)	1,585 (C)	11,65 (A)
0,16 %	0,088 (B)	1,564 (C)	11,70 (A)
0,2 %	0,121 (B)	1,586 (C)	11,40 (BA)
0,24 %	0,138 (B)	1,612 (BC)	11,0 (BC)
KV	24,5 %	2,08 %	2,38 %

Keterangan: huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata antar perlakuan, sedangkan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan berdasarkan analisis

Pada Tabel 2, perlakuan kontrol

menunjukkan tingkat viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan penambahan enzim dari konsentrasi 0,08%-0,024%. Viskositas minuman jahe lemon mengalami penurunan hingga konsentrasi 0,16%. Penurunan viskositas ini dikarenakan terjadinya proses depolimerisasi dari pektin. Hal ini menunjukkan perbedaan yang signifikan, sebab adanya reaksi enzimatik dari pektinase mampu mendegradasi pektin yang akan mengurangi daya ikat air, kemudian akan melepaskan air bebas (*free water*) ke sistem sehingga dapat mengurangi viskositas dari minuman jahe lemon (Lee, 2005). Fungsi enzim pektinase yang merupakan enzim komersial dapat merusak pektin (substrat polisakarida) dengan cara memecah asam poligalakturonat menjadi asam monogalakturonat melalui pelepasan ikatan glikosidik. Pemecahan substansi pektin oleh pektinase akan menurunkan viskositas sari buah yang kaya akan pektin kasar (Arsad, 2015), hal ini dikarenakan senyawa pectin berfungsi sebagai perekat sel-sel dalam daging buah yang apabila perekat tersebut berkurang karena dipecah maka minuman yang dihasilkan akan semakin encer. Reaksi enzimatik dalam klarifikasi minuman jahe lemon memberikan hasil yang sensitif terhadap total pektin yang terlarut dan pektin yang tereduksi, namun kurang sensitif terhadap parameter viskositas. Hal ini ditunjukkan dengan perbedaan yang tidak nyata antara perlakuan konsentrasi enzim 0,12%-0,02%. Hal itu dikarenakan proses klarifikasi dengan reaksi enzimatik ini dipengaruhi oleh suhu dan lama waktu inkubasi (Iriani, 2005; Lee, 2005).

Uji Total Padatan Terlarut

Perhitungan Total Padatan Terlarut (TPT) dinyatakan dalam °Brix, yaitu skala berdasarkan persentase (berat) polisakarida yang terlarut. Nilai ini menunjukkan bobot (g) total padatan per 100 g sampel di dalam suatu cairan, dimana dalam penelitian ini padatan yang dimaksud adalah pektin. Berdasarkan Tabel 1, perlakuan konsentrasi enzim pektinase 0,1%, 0,12%, 0,16%, 0,2% hingga 0,24% berbeda nyata dengan kontrol. Hal itu menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi enzim pektinase yang berbeda berpengaruh nyata terhadap total padatan terlarut jika dibandingkan dengan tanpa pemberian enzim.

Pada konsentrasi 0,08%-0,16% terjadi peningkatan total padatan terlarut, tetapi menurun pada konsentrasi 0,2% dan 0,24%. Total padatan terlarut meningkat dikarenakan proses klarifikasi minuman jahe lemon menggunakan enzim pektinase mampu memecah polimer pektin

sehingga menghasilkan minuman jahe lemon menjadi lebih jernih dan meningkatkan nilai padatan terlarut. Total padatan terlarut menurun dikarenakan semua substrat pada minuman jahe lemon sudah terhidrolisis oleh enzim pektinase, sehingga saat dilakukan penambahan konsentrasi enzim terjadi penurunan. Hasil uji total padatan terlarut tertinggi terletak pada perlakuan dengan konsentrasi enzim 0,16%, yaitu dengan nilai sebesar 11,70 °Brix. Lee (2005) menyatakan bahwa reaksi enzimatik terjadi dengan cepat seiring dengan penambahan konsentrasi enzim hingga taraf tertentu, kemudian reaksi akan berjalan lambat setelah melampaui konsentrasi optimum. Hal ini diperkirakan karena semua substrat yang tersedia sudah terikat dengan enzim pektinase, dimana enzim pektinase bekerja dengan mekanisme *lock and key* yaitu sisi aktif dari pektinase hanya dapat bereaksi dengan ikatan glikosidik dari pektin (Palanivelu, 2005).

4. KESIMPULAN

Enzim pektinase dapat diproduksi dari limbah kulit pisang dengan bantuan kapang *Aspergillus niger*. Konsentrasi suspensi kapang *Aspergillus niger* terbaik dalam memproduksi enzim pektinase dari limbah kulit pisang yaitu konsentrasi 6 mL, dengan aktivitas enzim rata-rata sebesar 1,83 U/ml. Pengaplikasian konsentrasi enzim pektinase dari limbah kulit pisang dengan konsentrasi 0,16% lebih baik dalam meningkatkan kejernihan, total padatan terlarut, dan menurunkan viskositas dari minuman jahe lemon yang dihasilkan. Konsentrasi enzim pektinase yang dihasilkan dari limbah kulit pisang oleh kapang *Aspergillus niger* yang tepat terhadap klarifikasi minuman fungsional jahe lemon adalah 1,16%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Y. S. 2013. Produksi Enzim Pektinase oleh *Aspergillus Ustus* pada Media Fermentasi Semi Padat menggunakan Limbah Pertanian sebagai Substrat. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arsad, P., Sukor, R., Wan, I. W. Z., Mustapha, N.A., Meor, A.S. 2015. Effect of Enzymatic Treatment on Physicochemical Properties of Sugar Palm Fruit Juice. International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology. 5: 308-312.
- Barman, S., Nandan, S., Laxmikant, S. B. 2015. Pectinase Production by *Aspergillus niger* using Banana (*Musa balbisiana*) Peel as Substrate and its Effect on Clarification. Journal Food Sci Technool. 52(6):3579-3589.
- Buga. M. L., Ibrahim, S., Nok, A. J. 2010. Partially purified polygalacturonase from *Aspergillus niger* SA6. African Journal Biotechnol. 9(52):8944-8954.

- Hidayat, S., Napitupulu, R. M. 2015. Kitab Tumbuhan Obat. Agriflo, Jakarta.
- Iriani., Evi, S. 2005. Pengaruh Konsentrasi Penambahan Pektinase dan Kondisi Inkubasi terhadap Rendemen dan Mutu Jus Mangga Kuini (*Mangifera Odorata Griff*). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kansoh, A. L, Nagieb Z. A. 2004. Xylanase and Mananase enzyme from *Streptomyces galbus* NR and Their use in Biobleaching of Softwood Kraft Pulp. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 85:103-114.
- Lee, W. C, Yusof, S, Hamid, N. S. A., Baharin, B. S. 2006. Optimizing Conditions for Hot Water Extraction of Banana Juice using Response Surface Methodology (RSM). *Journal Food Engineering*. 75:473-479.
- Meikapasa, N. W. P., Seventilofa, I. G. N. O. 2016. Karakteristik Total Padatan Terlarut, Stabilisasi Likopen dan Vitamin C Saus Tomat pada Beberapa Kombinasi Suhu dan Waktu Pemasakan. *Jurnal Gana swara*. 10(1): 81- 86.
- Mufarikha, I., Roosdiana, I., Sasangka, P. 2014. Optimasi Kondisi Produksi Pektinase dari *Aspergillus niger*. *Kimia Student Journal*. 2(1):393-399.
- Muhipidah. 2013. Produksi Enzim Pektinase dengan Fermentasi Media Padat Kulit Buah Kakao oleh Kapang *Aspergillus niger* dan *Aspergillus Oryzae*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Oyeleke, S. B., Oyewole, O. A., Egwim, E. C., Dauda, B. E. N., Ibeh, E. N. 2012. Cellulase and Pectinase Production Potentials of *Aspergillus niger* Isolated from Corn Cob. *Journal Bayero Journal of Pure and App Scient*. 5(1): 078-083.
- Rangarajan, V., Rajasekharan, M., Ravichandran, R., Sriganesh, K., Vaitheeswaran, V. 2010. Pectinase Production from Orange Peel Extract and Dried Orange Peel Solid as Substrates using *Aspergillus niger*. *Journal Internasional Journal of Biotech and Biochem*. 6(3): 445-453.
- Rohishoh, N. 2012. Produksi dan Pemurnian Enzim Pektinase (Poligalakturonase) dari Limbah Bakteri *Pseudomonas sturtzeri*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknoloi. Universitas Airlangga. Surabaya
- Sharma, H. P., Hiral, P., Sharma, S. 2014. Enzymatic Extraction and Clarification of Juice from Various Fruits-A Review. *Trend in Post Harvest Technology*. 2 (1): 01-14.
- Sin, H. N., Yusof, S., Sheikh., A. H. N., Abdul, R. 2006. Optimization of Enzymatic Clarification of Sapodilla Juice using Response Surface Methodology. *Journal of Food Engineering*. 73: 313-319.
- Yi Li., Schellhorn, H. E. 2007. New Development and Novel Therapeutic Perspective for Vitamin C. *Jornal Nutrition*. 137: 71-84.