PENGARUH KONSENTRASI ZEOLIT DAN SUHU PREHEATING DALAM PROSES PENJERNIHAN NIRA SORGUM SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN GULA CAIR

Effect of Zeolite Concentration and Preheating Temperature in Clarification Process of Sorghum Juice As the Raw Ingredient of Liquid Sugar Manufacturing

Mahdi Harish Rahman*, Sudarminto Setyo Yuwono

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang
Jl. Veteran, Malang – 65145

*Penulis korespondensi, Email: mahdiharish12@gmail.com

ABSTRAK

Nira sorgum dapat dimanfaatkan menjadi banyak produk, salah satunya adalah gula cair. Salah satu masalah dalam proses pembuatan gula cair adalah proses penjernihannya agar tidak ada zat pengotor yang dapat mempengaruhi produk akhirnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi zeolit serta suhu *preheating* yang tepat untuk proses penjernihan. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor, yaitu faktor konsentrasi zeolit dengan tiga level (1.5%, 3%, 4.5%) dan suhu *preheating* dengan tiga level (60°C, 75°C, 90°C). Hasil penelitian ini membuktikan bahwa proses penjernihan dengan kedua faktor tersebut dapat menjernihkan nira sorgum dengan baik. Hasil terbaik proses penjernihan didapat pada konsentrasi zeolit 4.5% dan suhu *preheating* 90°C, dengan hasil kadar pati yang tersisa $0.754 \pm 0.041\%$, kadar protein $0.13 \pm 0.007\%$, kadar abu $1.198 \pm 0.0028\%$, nilai pH 5 ± 0.1 , turbiditas 9.14 ± 0.21 NTU, total padatan terlarut 21.20 ± 0.4 brix, densitas 1.0708 ± 0.0026 g/ml, kecerahan (L^*) 46.239 ± 1.16 , kemerahan (a^*) -0.694 ± 0.22 , dan kekuningan (b^*) 25.91 ± 0.48 .

Kata kunci: Gula Cair, Nira Sorgum, Penjernihan, Pre-Heating, Zeolit

ABSTRACT

Sorghum juice can be used for many products, and of of them is liquid sugar. One problem in the process of making liquid sugar is the purification process where there is no impurities that can affect the final product. This study aims to determine the concentration of zeolite and the right preheating temperature for the purification process. This study used a Randomized Block Design method with two factors, namely zeolite concentration factor with three levels (1.5%, 3%, 4.5%) and preheating temperature with three levels (60°C, 75°C, 90°C). The results of this study proved that the purification process with these two factors could clarify sorghum juice well. The best results of the purification process were obtained at 4.5% zeolite concentration and 90°C preheating temperature, with the results of remaining starch content of $0.754 \pm 0.041\%$, protein content of $0.13 \pm 0.007\%$, ash content of $1.198 \pm 0.0028\%$, pH value 5 ± 0.1 , turbidity of 9.14 ± 0.21 NTU, total dissolved solids 21.20 ± 0.4 brix, density of 1.0708 ± 0.0026 g / ml, brightness (L^) 46.239 ± 1.16 , redness (a^*) -0.694 ± 0.22 , and yellowness (b^*) 25.91 ± 0.48 .*

Keywords: Liquid sugar, Sorghum juice, Clarification process, Pre-heating, Zeolite

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara dengan tingkat konsumsi gula yang tinggi, dimana konsumsi gula Indonesia pada tahun 2017 menurut Kementerian Perindustrian Indonesia (2017)

menyatakan bahwa kebutuhan gula mencapai 5.8 juta ton. Sedangkan angka produksi gula di Indonesia pada tahun tersebut (Asosiasi Gula Indonesia, 2017) hanya mencapai 2.21 juta ton saja, sehingga kebutuhan gula yang tersisa harus didapatkan dengan cara mengimpor gula. Selain itu, kebutuhan gula di Indonesia sendiri dari tahun ke tahun semakin meningkat sehingga perlu adanya alternatif gula lain selain gula tebu yang menjadi komoditas utama gula di Indonesia.

Nira sorgum merupakan salah satu alternatif nira yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan gula cair. Nira sorgum memiliki kandungan gula yang tinggi seperti nira tebu, tetapi terdapat perbedaan dimana kadar gula invert seperti glukosa dan fruktosa pada nira sorgum jauh lebih tinggi dibandingkan dengan nira tebu (Direktorat Jenderal Perkebunan, 1996), sehingga pemanfaatan nira sorgum terbatas pada gula cair saja. Adapun salah satu permasalahan dari pembuatan gula cair adalah proses penjernihannya. Gula cair harus memiliki kejernihan yang tinggi serta tidak ada kotoran yang tampak secara langsung agar gula cair dapat dipasarkan.

Proses penjernihan yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan zeolit sebagai adsorben penjernihan serta pemanasan awal/*preheating* nira sebelum dijernihkan. Proses penjernihan menggunakan adsorben umumnya digunakan sebagai penjernih air, tetapi belakangan juga digunakan sebagai penjernih bahan pangan cair. Penjernihan ekstrak *Stevia rebaudiana* (Bert) Bertoni menggunakan zeolit mampu menghasilkan penjernihan hingga penggunaan sebanyak 3 kali (Moraes dan Machado, 2001), serta penjernihan dengan zeolit memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan penjernihan menggunakan bentonit dan karbon aktif dalam penurunan kadar mineral (Arifianda, dkk, 2014). Proses pemanasan pada nira sendiri sudah banyak digunakan dalam proses penjernihan nira dalam pembuatan gula. Proses *preheating* pada proses penjernihan nira tebu dapat mengurangi kadar dekstran (~10%) dan pati (~24%), serta mengurangi kadar kapur yang digunakan dalam proses penjernihan hingga 4.6% (Eggleston et al, 2001).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman sorgum manis yang didapat dari Balitkabi Kendalpayak, Pakisaji, Kab. Malang dan Wajak, Kab. Malang pada bulan Oktober – November. Tanaman sorgum manis dipanen saat tanaman mencapai umur 90 – 100 hari. Untuk bahan yang digunakan untuk analisis penelitian ini antara lain akuades, HCl, alkohol 80%, reagen arsenomolibdat, reagen Nelson A dan B, kalium sulfat, tembaga (II) sulfat, asam sulfat, dan HCl 0.1 N.

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin penggiling press tebu komersial, *filter clothes*, *oven*, *centrifuge*, kompor gas, panci, termometer, *color reader*, *refractometer*, *turbidimeter*, labu kjeldahl, alat distilasi, buret, pH meter, neraca analitik, gelas beker 250 ml dan 500 ml, labu erlenmeyer, pipet tetes, gelas ukur 200 ml, corong, pipet ukur, bulb, sendok, dan kertas saring.

Desain Penelitian

Tabel 1. Rancangan Percobaan dengan Metode RAK

Suhu <i>preheating</i>	Konsentrasi		
	1.5%	3%	4.5%
60°C	60°C, 1.5%	60°C, 3%	60°C, 4.5%
75°C	75°C, 1.5%	75°C, 3%	75°C, 4.5%
90°C	90°C, 1.5%	90°C, 3%	90°C, 4.5%

Rancangan percobaan didapatkan 9 unit percobaan dengan pengulangan sebanyak 3 kali, sehingga didapat total unit percobaan sebanyak 27 unit. Hasil penelitian kemudian dianalisis menggunakan aplikasi Minitab 16.

Tahapan Penelitian

1. Ekstraksi nira sorgum

Batang sorgum yang baru dipanen dibersihkan dari kotoran dan daun yang masih menempel di batangnya. Kemudian, batang dipatahkan menjadi dua bagian dan dimasukkan ke dalam mesin penggiling tebu untuk digiling. Nira yang terekstraksi dan masuk ke dalam wadah penampungan kemudian dituang ke dalam jerigen plastik dengan filter cloth sebanyak tiga lapis untuk disaring. Nira kemudian disimpan di dalam *freezer* hingga waktu pengujian.

2. Aktivasi zeolit (Ahmadi dkk, 2007)

Zeolit ditimbang sebanyak 300 gram, kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker 500 ml. Kemudian dituang larutan HCl 25% sebanyak 500 ml ke dalam gelas beker untuk proses aktivasi zeolit. Zeolit didiamkan di dalam gelas beker berisi HCl 25% selama 24 jam. Setelah itu, zeolit diangkat dan disaring. pH zeolit dinetralisasi hingga mencapai pH sekitar 7 dengan proses pencucian menggunakan akuades. Setelah dicuci, zeolit dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 300°C selama 3 jam untuk dipanaskan dan diuapkan kadar air yang terdapat di zeolit. Zeolit kemudian dipanaskan lagi dengan suhu 100°C selama 1 jam sebelum digunakan untuk proses penjernihan.

3. Proses penjernihan nira sorgum

Nira sorgum dituang sebanyak 300 ml ke dalam panci, kemudian dipanaskan di atas kompor dengan suhu sesuai perlakuan suhu *preheating* (60°C, 75°C, 90°C) selama 5 menit. Setelah itu, nira dipindahkan ke dalam gelas beker ukuran 250 ml dan kemudian dimasukkan zeolit sesuai dengan konsentrasi yang dibutuhkan (1.5%, 3%, 4.5%). Nira kemudian diaduk dan kemudian didiamkan selama 1 jam dengan suhu ruang. Setelah itu, nira disentrifuse dengan sentrifuse ukuran 50 ml, lalu disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Setelah itu, nira disaring dengan kertas saring halus dan dipindahkan ke wadah lain, yaitu labu erlenmeyer. Kemudian, nira dianalisis dengan uji fisik dan uji kimia

Metode

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Faktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsentrasi zeolit dengan level 1.5%, 3%, dan 4.5%, serta suhu *preheating* dengan level 60°C, 75°C, dan 90°C. Pengujian yang dilakukan berupa uji kimia, yaitu kadar pati, protein, abu, dan nilai pH, serta uji fisik yaitu turbiditas, total padatan terlarut, densitas, dan warna (L^* , a^* , b^*). Hasil penelitian kemudian dianalisis menggunakan uji ANOVA menggunakan aplikasi Minitab 16. Kemudian, dicari faktor penelitian terbaik menggunakan pemilihan metode terbaik Zeleny.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Kimia Bahan Baku

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa parameter penelitian meliputi sifat fisik dan kandungan kimia nira sorgum yang digunakan dalam penelitian ini dengan literatur yang ada sudah memiliki kesesuaian yang kurang lebih mirip. Untuk parameter turbiditas sendiri, terdapat perbedaan yang cukup jauh dimana nira sorgum yang digunakan pada penelitian ini memiliki nilai sebesar 1340.44 ± 18.5 NTU, sedangkan pada literatur sendiri memiliki nilai sebesar 3943 NTU. Menurut Andrzejewski, et al (2013), nira sorgum yang masih mentah atau baru saja diekstrak biasanya memiliki nilai turbiditas yang tinggi, dan nilai diatas 1000 menandakan bahwa nira tersebut sudah sangat keruh. Nira yang akan digunakan dalam pengolahan gula akan dijernihkan terlebih dahulu untuk mengurangi zat pengotor di

dalamnya, sehingga nilai turbiditas awal nira sebelum dijernihkan tidak terlalu berpengaruh, tetapi setelah dijernihkan yang memiliki pengaruh. Secara keseluruhan, nira yang digunakan sudah sesuai dengan literatur dan bisa dilakukan pengujian.

Tabel 2. Data Karakteristik Fisik dan Kimia Nira Sorgum

Parameter	Hasil Analisis	Literatur
Turbiditas (NTU)	1340.44 ± 18.50	3943 ^a
TPT (Brix)	15.77 ± 2.87	15.6 ^a
Warna		
Nilai kecerahan (L*)	33.90 ± 2.08	22.87 ^b
Nilai kemerahan (a*)	-3.61 ± 0.59	-0.28 ^b
Nilai kekuningan (b*)	9.31 ± 0.83	1.82 ^b
Densitas (g/ml)	1.112 ± 0.013	1.03 ^c
Nilai pH	5.133 ± 0.057	5.07 ^b
Kadar pati (%)	10.076 ± 0.34	11.2 ^d
Kadar protein (%)	1.204 ± 0.113	1.50 ^d
Kadar abu (%)	1.763 ± 0.345	2.04 ^d

Sumber: ^aAndrzejewski, *et al*, 2013

^bWillis, *et al*, 2013

^cHolou & Stevens, 2012

^dAndrzejewski, *et al*, 2013

2. Karakteristik Kimia Nira Sorgum yang Dijernihkan

a. Karakteristik Kimia

Tabel 3. Rerata Nilai Kadar Pati, Protein, Abu, dan Nilai pH Nira Sorghum yang Dijernihkan Dengan Perlakuan Proses *Preheating* dan Penambahan Zeolit

Suhu <i>Preheating</i>	Konsentrasi Zeolit (%)	Rerata Nilai Kadar Pati (%)	Rerata Kadar Protein (%)	Rerata Kadar Abu (%)	Rerata Nilai pH
60°C	1.5%	4.597 ± 0.025 a	0.314 ± 0.023	1.587 ± 0.055	4.67 ± 0.058
60°C	3%	3.568 ± 0.042 b	0.252 ± 0.01	1.558 ± 0.011	4.73 ± 0.058
60°C	4.5%	2.464 ± 0.105 c	0.198 ± 0.025	1.520 ± 0.004	4.77 ± 0.058
75°C	1.5%	3.471 ± 0.081 b	0.273 ± 0.003	1.319 ± 0.059	4.73 ± 0.058
75°C	3%	2.340 ± 0.122 c	0.219 ± 0.006	1.289 ± 0.021	4.83 ± 0.116
75°C	4.5%	1.644 ± 0.045 d	0.160 ± 0.012	1.249 ± 0.006	4.83 ± 0.058
90°C	1.5%	2.541 ± 0.125 c	0.232 ± 0.003	1.234 ± 0.009	4.80 ± 0.1
90°C	3%	1.590 ± 0.026 d	0.173 ± 0.003	1.211 ± 0.011	4.87 ± 0.058
90°C	4.5%	0.754 ± 0.041 e	0.130 ± 0.007	1.198 ± 0.003	4.90 ± 0.1

Tabel 3 menjelaskan kadar pati terendah pada nira yang dijernihkan terdapat pada nira dengan perlakuan suhu *preheating* 90°C dan konsentrasi zeolit 4.5%. Perlakuan perbedaan suhu *preheating* dan konsentrasi zeolit memiliki pengaruh yang nyata terhadap kadar pati nira setelah dijernihkan, dan terjadi interaksi diantara keduanya. Pati yang memiliki bentuk granula akan mengalami pembengkakan karena pemanasan. Pemanasan membuat granula pati yang bengkak pecah dan ikatan hidrogen dalam pati putus, dan air akan masuk ke dalam granula pati, menyebabkan ukuran partikel pati akan membesar dan lebih mudah untuk dipisah. Selain itu, di dalam nira akan terjadi flokulasi alami pada zat – zat organik di dalam nira, seperti koagulasi protein. Flokulan – flokulan ini kemudian mengambang ke permukaan cairan dan dapat dipisahkan. Semakin tinggi kadar zeolit yang digunakan, maka kotoran akan semakin banyak yang teradsorpsi dan menjernihkan nira. Zeolit dapat menyerap kotoran yang terpresipitasi, dimana ikatan kimia antara *soluble starch* dengan struktur zeolit menyebabkan pati diserap oleh zeolit.

Untuk kadar protein, perlakuan suhu *preheating* 90°C dan konsentrasi zeolit 4.5% mempunyai kadar protein yang paling rendah dibandingkan perlakuan yang lain. Hal ini disebabkan karena protein mengalami penggumpalan atau koagulasi. Protein dapat mengalami koagulasi dimulai pada suhu 65°C, dan protein yang mengalami koagulasi akan mengalami perubahan fase menjadi lebih padat, dan kandungan air di dalamnya akan keluar. Protein akan mengalami presipitasi dan mengambang di cairan. Sedangkan pengaruh zeolit menyerap kandungan protein di dalam suatu cairan dengan mengadsorpsi protein ke bagian permukaan luar dari zeolit. Permukaan luar zeolit dapat menjadi matriks yang mampu mengadsorpsi dan menyebabkan protein terikat dengan matriks permukaan zeolit. Kemampuan mengikat dari matriks zeolit disebabkan karena permukaan luar dari zeolit bersifat hidrofobik dan organofilik, menyebabkan kemampuan pengikatan terhadap zat – zat organik.

Untuk kadar abu, perlakuan suhu *preheating* 90°C dan konsentrasi zeolit 4.5% menunjukkan rerata kadar abu nira sorghum yang paling rendah dibanding dengan perlakuan lainnya. Pengaruh koagulasi dari zat-zat organik lain seperti pati dan protein yang mempunyai ukuran partikel lebih besar dapat membawa serta memerangkap partikel mineral yang lebih kecil, dan terbawa ke proses presipitasi. Protein yang terkoagulasi memiliki ukuran partikel yang besar dan solid, mampu membawa zat organik kecil lainnya untuk ikut terpresipitasi di dalamnya. Andrzejewski *et al.* (2013) menjelaskan bahwa protein pada nira sorghum dapat bekerja sebagai flokulan alami yang terbentuk karena proses pemanasan mampu memerangkap zat-zat organik maupun anorganik yang kemudian dapat mengambang di permukaan cairan atau tertarik karena proses adsorpsi. Kimura dan Itokawa (1990) menyatakan bahwa mineral tidak dapat rusak karena proses pemanasan dengan suhu hingga 100°C, tetapi berkurangnya kadar mineral pada suatu bahan pangan akibat *cooking loss* disebabkan karena mineral ikut mengalir keluar dari bahan pangan dengan kandungan air di dalam bahan pangan tersebut, seperti proses merebus sayur di dalam air. Sedangkan secara alami zeolit dapat mengadsorpsi kandungan mineral maupun logam. Kemampuan adsorpsi mineral zeolit dipengaruhi oleh kemampuan pertukaran ion yang mampu mengikat atom-atom mineral maupun logam berat. Zeolit mendapatkan kation pada interaksi dengan zat – zat yang terdapat di sekitarnya. Kation mengakomodasi zeolit untuk menyamakan muatan negatif yang terdapat pada permukaan pori-pori di zeolit. menyatakan bahwa zeolit dapat mengadsorpsi ion-ion logam dengan cepat. Adsorpsi logam-logam mineral seperti Fe, Mn, Zn dan Cu dapat dilakukan dengan pertukaran ion dan melalui pengendapan metal hidroksida.

Untuk nilai pH, perlakuan *preheating* suhu 90°C dan konsentrasi zeolit 4.5% menunjukkan nilai pH yang paling tinggi dibanding yang lain. Tetapi, suhu *preheating* memiliki pengaruh yang tidak begitu signifikan. Proses pemanasan hanya mampu merubah nilai pH sementara dari nira sorghum. Proses *preheating* dapat menurunkan pH dari nira sorghum karena pemanasan atau kenaikan suhu dapat menyebabkan peningkatan vibrasi molekul yang menyebabkan kemampuan air untuk berionisasi dan membentuk lebih banyak ion hidrogen. Sedangkan Perlakuan penambahan zeolit tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH nira sorghum. Zeolit tidak mempengaruhi kadar pH dari suatu cairan. Untuk menaikkan pH dapat dilakukan dengan menambahkan kapur. pH nira sorghum yang cenderung bersifat asam terjadi karena proses fermentasi pada nira sorghum yang terjadi selama proses penyimpanan, dimana fermentasi terjadi karena kondisi lingkungan dan wadah yang kurang higienis.

3. Karakteristik Fisik Nira Sorghum yang Dijernihkan

Perlakuan perbedaan suhu *preheating* dan konsentrasi zeolit memiliki pengaruh nyata terhadap nilai turbiditas nira, dan terdapat interaksi diantara kedua faktor tersebut. Potter (2013) menyatakan pati yang berada dalam nira dapat mengalami pembengkakan akibat pemanasan, sehingga ukuran partikel membesar dan mampu membawa partikel – partikel kecil saat terpresipitasi. Sedangkan protein mengalami koagulasi akibat pemanasan dengan suhu tinggi. Protein yang terkoagulasi mengubah fase protein menjadi fase solid yang mampu membawa partikel-partikel kecil ikut terpresipitasi. Hal ini menyebabkan sebagian besar

partikel terbawa saat proses pemanasan. Moraes dan Machado (2001) dalam penelitiannya membuktikan bahwa kemampuan zeolit untuk mengadsorpsi semakin baik seiring dengan bertambahnya konsentrasi zeolit yang digunakan.

Tabel 4. Rerata Nilai Turbiditas, Total Padatan Terlarut, dan Densitas Nira Sorghum yang Dijernihkan Dengan Perlakuan Proses *Preheating* dan Konsentrasi Zeolit

Suhu <i>Preheating</i> (°C)	Konsentrasi Zeolit (%)	Rerata Nilai Turbiditas (NTU)	Rerata Nilai TPT (<i>brix</i>)	Rerata Nilai Densitas (g)	Rerata Kecerahan (L*)	Rerata Kemerahan (a*)	Rerata Kekuningan (b*)
60°C	1.5%	30.29 ± 0.93 a	17.93 ± 0.21	1.102 ± 0.002	38.75 ± 1.49	-0.23 ± 0.12	17.42 ± 0.95
60°C	3%	20.84 ± 0.42 d	18.23 ± 0.29	1.091 ± 0.005	40.22 ± 0.91	-0.33 ± 0.37	17.78 ± 0.45
60°C	4.5%	15.07 ± 0.46 f	18.40 ± 0.30	1.086 ± 0.006	42.51 ± 1.48	-0.49 ± 0.08	18.49 ± 0.45
75°C	1.5%	26.45 ± 1.06 b	19.50 ± 0.40	1.093 ± 0.004	40.30 ± 1.11	-0.37 ± 0.03	23.44 ± 0.13
75°C	3%	16.90 ± 0.4 e	19.73 ± 0.35	1.083 ± 0.001	44.47 ± 1.44	-0.49 ± 0.18	23.96 ± 0.25
75°C	4.5%	12.33 ± 1.11 g	19.87 ± 0.40	1.075 ± 0.005	45.28 ± 0.66	-0.60 ± 0.23	24.79 ± 0.59
90°C	1.5%	22.62 ± 0.4 c	20.97 ± 0.21	1.090 ± 0.003	41.52 ± 1.33	-0.46 ± 0.07	24.48 ± 0.72
90°C	3%	11.6 ± 0.43 g	21.03 ± 0.25	1.080 ± 0.003	45.40 ± 1.43	-0.58 ± 0.16	25.08 ± 0.75
90°C	4.5%	9.14 ± 0.21 h	21.20 ± 0.40	1.071 ± 0.002	46.24 ± 1.16	-0.69 ± 0.22	25.91 ±

Perlakuan *preheating* memiliki pengaruh yang nyata terhadap nilai *brix* dari nira. Hal ini disebabkan kandungan air pada nira sorgum yang dipanaskan akan menguap, sementara kandungan bahan terlarut seperti gula tidak akan berkurang. Kenaikan suhu pada air dapat meningkatkan energi kinetik air, yang menyebabkan molekul air akan saling melepaskan dan menguap, dan fase air akan berubah menjadi gas dan memisah dari nira. Peristiwa ini sesuai dengan penelitian Gundurao *et al* (2011) dimana peningkatan suhu pemanasan serta waktu pemanasan menyebabkan kenaikan nilai *brix* dari cairan dengan kadar gula yang tinggi, seperti jus buah mangga dengan pemanasan pada suhu 40°C menghasilkan *brix* yang lebih tinggi daripada pemanasan pada suhu 30°C dengan waktu yang sama. Sedangkan kenaikan zeolit juga mempengaruhi kenaikan nilai rerata *brix* dari nira sorgum. Hal ini disebabkan karena berkurangnya kadar air pada nira akibat penyerapan oleh zeolit. Zeolit mampu menyerap air akibat bentuk pori dari zeolit. Penyerapan air ini menyebabkan pengurangan kadar air pada nira. Selain itu, kadar gula pada nira yang mempengaruhi nilai total padatan terlarut tidak begitu berpengaruh karena kandungan gula pada nira bisa jadi bertambah karena pemanasan, seperti terbentuknya gula invert.

Penurunan nilai densitas nira akibat proses penjernihan karena perlakuan perbedaan suhu *preheating* dimana terdapat perubahan yang cukup signifikan kecuali pada suhu 75°C dan 90°C dengan nilai yang tidak terlalu berbeda. Densitas zat – zat pengotor pada nira seperti pati sebesar 1.5 g/cm³ (Whistler, *et al*, 1984), dan densitas protein memiliki kisaran antara 1.22 – 1.43 g/cm³ (Fischer, *et al*, 2004). Sedangkan densitas air sebesar 0.997 g/cm³ (Whistler, *et al*, 1984). Proses penjernihan dapat mengurangi zat – zat pengotor tersebut serta berkurangnya sedikit kadar air akibat pemanasan dapat menurunkan nilai densitas dari nira sorgum. Kenaikan konsentrasi zeolit juga mempengaruhi penurunan densitas nira karena zeolit menyerap kotoran-kotoran dari nira sorgum. Pati dan protein yang diadsorpsi oleh zeolit menyebabkan densitas mengalami penurunan ketika pati dan protein dihilangkan dari dalam nira.

Kenaikan rerata nilai kecerahan seiring dengan kenaikan suhu *preheating* dan konsentrasi zeolit terjadi, tetapi menjadi tidak begitu signifikan nilainya pada kenaikan suhu dari 75°C ke 90°C. Hal tersebut disebabkan karena selama proses *pre-heating*, reaksi kimiawi pada nira dipercepat, serta kemampuan koagulasi dan sedimentasi dari koloid dan komponen non-gula lainnya akan meningkat. Selain itu, kandungan protein mengemulsifikasi kandungan lemak dan lilin pada nira, yang kemudian dapat terkoagulasi dan tersedimentasi dengan kapur pada proses penjernihan. Pemanasan dapat membuat senyawa-senyawa padatan terkoagulasi dan meningkatkan pergerakan partikel tingkat tumbukannya. Partikel menjadi

membesar karena partikel-partikel kecil yang saling menempel satu sama lain setelah terjadi tumbukan dan dapat mengambang di permukaan cairan. Pengaruh zeolit mempunyai kemampuan untuk menyerap dan mengadsorpsi kotoran. Kotoran-kotoran yang berada pada nira akan tergumpal akibat proses *preheating*, sehingga zeolit dapat menarik kotoran dan kemudian dapat dipisahkan dengan mudah.

Proses *preheating* memiliki pengaruh terhadap penurunan nilai kemerahan nira. Hal ini disebabkan karena pigmen yang paling banyak terdapat pada batang sorgum adalah klorofil. Warna kehijauan yang ada pada nira sorgum disebabkan karena adanya pigmen klorofil A dan klorofil B. Proses degradasi klorofil sendiri terjadi secara signifikan pada suhu 100°C. Sedangkan zeolit diperkirakan dapat menyerap zat pigmen klorofil yang terpresipitasi pati dan protein serta zat organik lain di dalam nira. Kecenderungan warna dari nira sendiri lebih mengarah ke hijau dibandingkan ke warna merah, apabila dibandingkan dengan nira tebu, terutama bila setelah diberikan proses penjernihan baik dengan proses pemanasan saja atau ditambah dengan kapur.

Proses penjernihan dengan perlakuan *preheating* menunjukkan kenaikan nilai kekuningan yang signifikan, dimana terdapat pengaruh nyata. Hal ini disebabkan karena perubahan warna nira sorgum dari kehijauan menjadi warna kekuningan akibat degradasi klorofil. Klorofil mengalami degradasi pada saat suasana cairan menjadi asam karena kehilangan ion magnesium, yang kemudian disubstitusi oleh proton pada kandungan asam pada nira. Klorofil akan berubah menjadi senyawa baru, yaitu pheophytin. Degradasi klorofil menyebabkan perubahan warna nira menjadi lebih kekuningan, cenderung menjadi kuning coklat, dan meningkatkan nilai kekuningan (b^*). Degradasi klorofil karena proses pemanasan memiliki efek yang signifikan dimulai pada pemanasan dengan suhu sekitar 70°C, meskipun suhu dibawah tersebut juga memungkinkan terjadinya degradasi meskipun dengan jumlah yang lebih sedikit. Adapun pengaruh zeolit terhadap perubahan warna kekuningan sendiri tidak begitu signifikan, dan diperkirakan memiliki pengaruh yang sama seperti pengaruh zeolit dalam mempengaruhi nilai kemerahan nira sorgum.

4. Penjernihan Nira Sorgum Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik pada penjernihan nira sorghum dengan proses *preheating* dan penambahan zeolit dilakukan dengan metode Multiple Attribute (Zeleny, 1982). Metode ini menganggap dimana setiap parameter dianggap memiliki bobot yang sama pentingnya. Pemilihan parameter berdasarkan faktor kepentingan dan nilai pengharapan terbaik, dimana pemilihannya terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pemilihan Parameter Berdasarkan Faktor Kepentingan dan Nilai Pengharapan yang Terbaik

Parameter	Pengharapan
Turbiditas	Terendah
Total Padatan Terlarut (TPT)	Tertinggi
Densitas	Terendah
Kecerahan (L^*)	Tertinggi
Kemerahan (a^*)	Terendah
Kekuningan (b^*)	Tertinggi
Nilai pH	Tertinggi
Kadar Pati	Terendah
Kadar Protein	Terendah
Kadar Abu	Terendah

Berdasarkan tabel tersebut, maka didapat penjernihan nira terbaik pada penelitian ini adalah penjernihan dengan suhu *preheating* 90°C dan konsentrasi zeolit sebesar 4,5%. Untuk hasil dari penjernihan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik Fisik dan Kimia Nira Sorghum yang Dijernihakan Dengan Perlakuan Suhu *Preheating* dan Konsentrasi Zeolit Terbaik

Parameter	Pengharapan
Turbiditas (NTU)	9.14 ± 0.21
Total Padatan Terlarut (<i>brix</i>)	21.20 ± 0.4
Densitas (g/ml)	1.0708 ± 0.0026
Kecerahan (L^*)	46.239 ± 1.16
Kemerahan (a^*)	-0.694 ± 0.22
Kekuningan (b^*)	25.91 ± 0.48
Nilai pH	5 ± 0.1
Kadar Pati (%)	0.754 ± 0.041
Kadar Protein (%)	0.13 ± 0.007
Kadar Abu (%)	1.198 ± 0.0028

SIMPULAN

Terjadi interaksi antara perlakuan perbedaan suhu *preheating* dan konsentrasi zeolit terhadap parameter turbiditas dan kadar pati. Perlakuan perbedaan suhu proses *preheating* berpengaruh nyata ($\alpha = 0.05$) terhadap parameter total padatan terlarut, densitas, kecerahan (L^*), kemerahan (a^*), kekuningan (b^*), nilai pH, kadar protein, dan kadar abu. Perlakuan pemberian konsentrasi zeolit memberikan pengaruh nyata ($\alpha = 0.05$) terhadap parameter total padatan terlarut, densitas, kecerahan (L^*), kemerahan (a^*), kekuningan (b^*), kadar protein, dan kadar abu. Perlakuan terbaik didapat pada nira sorghum yang dijernihakan dengan suhu *preheating* sebesar 90°C dan konsentrasi zeolit sebesar 4.5% berdasarkan dari parameter fisik dan kimia. Karakteristik dari nira sorghum terbaik adalah turbiditas (NTU) 9.14 ± 0.21 , total padatan terlarut (*brix*) 21.20 ± 0.4 , densitas (g/ml) 1.0708 ± 0.0026 , kecerahan (L^*) 46.239 ± 1.16 , kemerahan (a^*) -0.694 ± 0.22 , kekuningan (b^*) 25.91 ± 0.48 , nilai pH 5 ± 0.1 , kadar pati (%) 0.754 ± 0.041 , kadar protein (%) 0.13 ± 0.007 , dan kadar abu (%) 1.198 ± 0.0028 .

DAFTAR PUSTAKA

- Andrzejewski, Brett., Gillian Eggleston, Randall Powell. 2013. Pilot plant clarification of sorghum juice and evaporation of raw and clarified juice. *Industrial Crops and Products* 49, 648 – 658
- Arifiandina, Yanuanda, Susinggih Wijana, Arie Febrianto M. 2014. Pengaruh Penambahan Adsorben Terhadap Kualitas Gula Palma Sirup Berbahan Baku Nira Aren (Kajian Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Adsorben yang Ditambahkan). Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang
- Ahmadi, Kgs, dan Wahyu Mushollaeni. 2007. Chemical activation of Natural Zeolite for Purification of Fish Oil from By-Product of Fishmeal Processing. *Jurnal Teknologi Pertanian* 8:2
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 1996. Sorgum manis komoditi harapan di propinsi kawasan timur Indonesia. Risalah Simposium Prospek Tanaman Sorgum untuk Pengembangan Agroindustri, 17–18 Januari 1995. Edisi Khusus Balai Penelitian Tanaman Kacangkacangan dan Umbi-umbian. 4, 6– 12.
- Eggleston, Gillian, Adrian Monge, & Blaine E. Ogier. 2001. Sugarcane Factory Performance of Cold, Intermediate, and Hot Lime Clarification Process. USDA-ARS-Southern Regional Research Center & Cora Texas Manufacturing Co. New Orleans
- Fischer, Hannes, Igor Polikarpov, and Aldo F. Craievich. 2004. Average protein density is a molecular-weight-dependent function. *Protein Science* 13, 2825 – 2828
- Kimura, M., Itokawa, Y. 1990. Cooking losses of minerals in foods and its nutritional significance. *J. Nutr Sci Vitaminol* 252 – 32

- Moraes, Elida de Paula, and Nadia Regina Camargo Fernandes Machado. 2001. Clarification of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Berton extract by adsorption in modified zeolites. *Acta Scientiarum. Maringa* 23:6, 1375 – 1380
- Potter, Norman N. 2013. Food Science Fourth Edition. New York: Springer
- Whistler, Roy L., James N. BeMiller, Eugene F. Paschall. 1984. Starch: Chemistry and Technology. London. Academic Press
- Zeleny, M. 1992. Multiple Criteria Decision Making. Mc Graw Hill Book Company. New York