

## **PENGARUH PENAMBAHAN SUSU KAPUR TERHADAP NILAI TURBIDITY NIRA TEBU DALAM PEMBUATAN GULA PASIR**

Inun Milaniyah<sup>1</sup>, Rosita Dwi Chrisnandari<sup>1</sup>, Kristian Dony Setyawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

<sup>2</sup>PTPN XI Pabrik Gula Wonolangan, Jl. Raya Dringu KM 1 Probolinggo, Indonesia

[inunmilaniyah00@gmail.com](mailto:inunmilaniyah00@gmail.com) ; [[rositadwi86@polinema.ac.id](mailto:rositadwi86@polinema.ac.id)]

### **ABSTRAK**

Kebutuhan gula pasir semakin tinggi seiring meningkatnya pertumbuhan penduduk di Indonesia. Oleh karena itu industri gula berusaha untuk meningkatkan produksi dan kualitas yang baik. Gula pasir dapat dikatakan baik apabila selama proses pembuatan tidak terjadi *browning* sehingga produk gula pasir berwarna putih. *Browning* terjadi jika selama proses pembuatan gula pasir, nira tebu memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi. Untuk menghindari proses *browning* maka industri gula melakukan perlakuan terhadap nira tebu dengan proses defekasi atau penambahan susu kapur ke dalam nira tebu hingga pH tertentu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan susu kapur terhadap nilai *turbidity* nira tebu. Penelitian dilakukan dengan memasak nira mentah tebu dari stasiun gilingan Pabrik Gula Wonolangan sebanyak 500 mL hingga suhu 75°C, kemudian ditambah dengan susu kapur hingga variasi pH campuran nira dan susu kapur mencapai 8,5 ; 8,6 ; 8,8 dan 9,0 lalu dipanaskan kembali hingga suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$ . Hasil penelitian menunjukkan campuran nira tebu dan susu kapur dengan pH 8,9 memiliki nilai *turbidity* terendah yaitu sebesar 599,37 NTU. Pada pH 8,9 susu kapur yang ditambahkan sebanyak  $\pm 4,2$  mL. Selain itu, dapat diketahui nilai *turbidity* tertinggi adalah di pH 8,8 dan 9 yaitu masing-masing 1526,34 dan 1485,33 NTU.

**Kata kunci:** Nira Tebu, pH, Susu Kapur, Turbidity

### **ABSTRACT**

The need for granulated sugar is increasing along with the increasing population growth in Indonesia. Therefore the sugar industry is trying to increase production and good quality. Granulated sugar can be said to be good if during the manufacturing process no browning occurs so that the granulated sugar product is white. Browning occurs if during the process of making granulated sugar, sugarcane juice has a high level of turbidity. To avoid the browning process, the sugar industry treats sugarcane juice by defecation process or adding milk of lime to sugarcane juice to a certain pH. The purpose of this study was to determine the effect of adding milk of lime on the turbidity value of sugarcane juice. The research was conducted by cooking 500 mL of raw sugarcane juice from the Wonolangan Sugar Factory milling station to a temperature of 75°C, then added with milk of lime until the pH variation of the mixture of sugarcane juice and milk of lime reached 8.5; 8.6 ; 8.8 and 9 then reheated to a temperature of  $\pm 105^{\circ}\text{C}$ . The results showed that a mixture of sugarcane juice and milk of lime with a pH of 8.9 had the lowest turbidity value of 599.37 NTU. At a pH of 8.9,  $\pm 4.2$  mL of lime milk was added. In addition, it can be seen that the highest turbidity value is at pH 8.8 and 9, which are 1526.34 and 1485.33 NTU, respectively.

**Keywords:** Sugarcane, pH, Milk of Lime, Turbidity

## **1. PENDAHULUAN**

Gula pasir merupakan salah satu produk industri makanan yang kebutuhannya cukup tinggi seiring bertambahnya pertumbuhan penduduk di Indonesia. Terbukti menurut data

Badan Pusat Statistik (BPS) pada 2017, konsumsi gula nasional dari tahun 2017 hingga 2021 mengalami peningkatan. Terlampir dalam tabel konsumsi gula tahun 2017-2021 dibawah ini:

**Tabel 1.** Konsumsi Gula Tahun 2017-2021

Tahun	Jumlah Konsumsi
2017	5,1 juta ton
2018	5,1 juta ton
2019	5,1 juta ton
2020	5,2 juta ton
2021	5,3 juta ton

Bertambah tingginya permintaan gula pasir di Indonesia ini membuat industri gula juga meningkatkan produksi dan kualitas yang baik. kualitas gula pasir yang dihasilkan sangat ditentukan oleh bahan baku utamanya yaitu nira tebu. Dapat dikatakan bahwa nira tebu merupakan salah satu bahan pangan yang mudah rusak karena kontaminasi mikroba. Kerusakan nira ini dimulai dari awal produksi dimana saat proses panen tebu terjadi kontak antara batang tebu dengan pisau atau tanah. Kerusakan ini ditandai dengan rasa nira yang asam dimana nilai pH awal nira tebu sekitar 5,2 – 5,5. Terjadinya kerusakan ini juga karena aktivitas mikroorganisme yang terkandung dalam nira.

Secara umum nira tebu mengandung air, sukrosa dan komponen lainnya seperti gula pereduksi (glukosa dan fruktosa), serat, abu, bahan organik dan kandungan nitrogen. Sukrosa yang terkandung dalam nira membuat nira tebu mudah terhidrolisa menjadi D-glukosa dan D-fruktosa oleh enzim invertase pada suasana asam, peristiwa ini dinamakan reaksi inversi dan hasilnya disebut gula invert atau gula reduksi [1]. Dengan adanya gula reduksi ini menyebabkan nira tebu mudah mengalami inversi sukrosa dengan cepat sehingga menyebabkan turunnya kadar sukrosa dalam nira tebu dan warnanya berubah menjadi keruh. Nira yang berwarna keruh mengakibatkan nilai *turbidity* yang dimiliki tinggi. Semakin tinggi nilai *turbidity* pada nira maka semakin kecil tingkat kejernihan nira tersebut, begitupun sebaliknya [2]. Untuk mengatasi masalah gula reduksi yang menyebabkan nira menjadi keruh maka dalam proses produksi gula pasir terdapat tahap pemurnian yakni dimana kotoran yang terdapat dalam nira mentah dihilangkan dengan cara defekasi atau proses penambahan susu kapur dan penambahan larutan flokulan.

Pada proses defekasi, nira ditambah dengan susu kapur hingga pH nira mencapai 7 karena pada kondisi ini nira dapat lebih bereaksi untuk menggumpalkan kotoran-kotoran di dalam nira. Kapur sendiri memiliki sifat desinvektan yang dapat merusak dinding sel mikroorganisme. Kapur (CaO) di dalam air akan membentuk susu kapur (Ca(OH)<sub>2</sub>), ion OH<sup>-</sup> bebas yang akan membuat larutan menjadi alkalis dan dapat meningkatkan pH. Semakin tinggi susu kapur yang ditambahkan maka semakin tinggi nilai pH nira tebu yang dihasilkan [3]. Dengan itu proses defekasi bertujuan untuk mengendalikan keasaman pada nira sehingga tidak terjadi gula reduksi sekaligus menjadi proses penjernihan nira. Proses penambahan susu kapur (defekasi) harus dilakukan dengan dosis yang baik karena jika dilakukan secara berlebihan akan mengganggu proses pengendapan kotoran sehingga mengakibatkan gula berwarna gelap [4]. Permasalahan di Pabrik Gula Wonolangan selama ini juga karena warna gula pasir yang dihasilkan berwarna gelap, sehingga gula pasir tidak bisa dipasarkan dan harus dilebur kembali. Hal ini karena pada proses pemurnian, nira masih

memiliki nilai *turbidity* yang tinggi sehingga mengalami proses *browning* (pencoklatan) dan gula pasir yang dihasilkan berwarna gelap atau coklat.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan susu kapur terhadap nilai *turbidity* dalam pembuatan gula pasir. Sehingga dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat menentukan pH yang optimal terhadap nilai *turbidity* nira tebu. Adapun penelitian mengenai penambahan susu kapur dalam proses produksi gula ini sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya yaitu:

- a) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan Universitas Brawijaya Malang dengan penelitiannya yang berjudul "Pengaruh pH Nira Tebu (*Saccharum officinarum*) dan Konsentrasi Penambahan Kapur terhadap Kualitas Gula Merah" [1]. Dalam penelitian ini dihasilkan bahwa perlakuan terbaik menurut parameter fisik dan kimia diperoleh pada perlakuan nira tebu dengan pH 5,5 dengan konsentrasi penambahan kapur 0,05%. Sedangkan perlakuan terbaik menurut parameter organoleptik diperoleh pada perlakuan nira tebu dengan pH 5,5 dengan konsentrasi penambahan kapur 0,075%.
- b) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan Universitas Brawijaya Malang dengan penelitiannya yang berjudul "Pengaruh Penambahan Larutan Susu Kapur dan STPP (*Sodium Tripolyphospat*) terhadap Kualitas Gula Kelapa" [3]. Dalam penelitian ini dihasilkan bahwa perlakuan terbaik menurut parameter fisik dan kimia diperoleh dari konsentrasi penambahan susu kapur 22% dan STPP 400 ppm dan perlakuan terbaik menurut parameter organoleptik yaitu pada perlakuan dengan konsentrasi penambahan susu kapur 17% dan STPP 400 ppm.
- c) Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang dengan penelitiannya yang berjudul "Pengaruh Penambahan Larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  terhadap Pembentukan Kerak pada Penguapan Nira Tebu" [5]. Dalam penelitian ini dihasilkan bahwa perlakuan terbaik diperoleh dengan konsentrasi penambahan susu kapur 4,6 dan suhu penguapan sebesar  $100^\circ\text{C}$  serta waktu penguapan selama 3 jam dengan massa kerak sebesar 0,036 gram.

Dari hasil penelitian diatas, maka dapat disimpulkan bahwa peneliti sebelumnya belum mengkaji perihal pengaruh penambahan susu kapur terhadap nilai *turbidity* nira tebu. Dimana nilai *turbidity* nira tebu berpengaruh besar terhadap kualitas gula pasir yang dihasilkan, mengingat kualitas gula pasir merupakan penentu naik tingginya konsumsi gula pasir di Indonesia.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Metode Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data

Metode penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dan deskriptif yang dilakukan di Laboratorium *Quality Control* Pabrik Gula Wonolangan. Sampel nira mentah dari Stasiun Gilingan dimasak hingga suhu tertentu, kemudian ditambahkan dengan susu kapur dengan variasi variabel pH campuran nira dan susu kapur. Setiap sampel dilakukan 3 kali percobaan. Tujuan dari memvariasi pH campuran nira dan susu kapur adalah untuk mengetahui pH optimum nira setelah ditambah susu kapur pada proses defekasi. Adapun teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara pengamatan langsung (observasi) di lokasi penelitian.

## 2.2. Variabel Percobaan

Dalam penelitian ini ada 3 variabel yang diamati, diantaranya variabel bebas, variabel tetap dan variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan yaitu pH campuran nira dan susu kapur 8,5; 8,6; 8,8; dan 9,0. Variabel tetap pada penelitian ini adalah volume nira mentah sebanyak 500 mL, suhu pemanasan awal: 75°C, suhu pemanasan setelah penambahan susu kapur : 105°C. Sedangkan untuk variabel terikat pada penelitian ini adalah nilai *turbidity* nira tebu.

## 2.3. Metode Analisa

Data yang diperoleh dari hasil penelitian akan dianalisa secara analitik menggunakan *Microsoft excell* dan secara deskriptif untuk mengetahui volume susu kapur yang dibutuhkan dalam mencapai pH yang telah divariasi, absorbansi, %*brix*, dan nilai *turbidity*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Analisa *Turbidity*

Pengukuran nilai *turbidity* nira tebu dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Turbidity = \frac{abs}{0,03} \times 50 \times \frac{15}{brix} \quad (1)$$

Keterangan:

0,03 : nilai absorbansi standar SiO<sub>2</sub> (*abs*)

50 : nilai *turbidity* standar SiO<sub>2</sub> (ppm)

15 : nilai *brix* standar SiO<sub>2</sub> (°Bx)

Rumus diatas diambil dari perbandingan standar SiO<sub>2</sub> dengan *blanko/sample* nira yang akan diuji. Nilai absorbansi campuran nira dan susu kapur diukur menggunakan alat *Spectronic* dengan panjang gelombang 975 nm. Sedangkan untuk mengukur %*brix* campuran nira dan susu kapur menggunakan *brix wayer*.

### 3.2. Hasil Percobaan

**Tabel 2.** Hasil analisa parameter nilai *turbidity*, nilai absorbansi dan nilai %*brix*

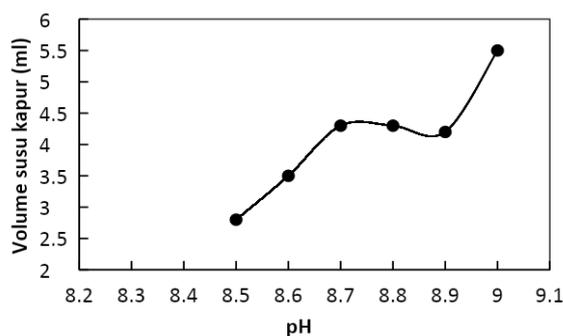
Volume susu kapur (ml)	Sampel	Variasi pH campuran nira dan susu kapur	Absorbansi ( <i>abs</i> )	% <i>Brix</i> (°Bx)	Nilai <i>turbidity</i> (NTU)	
2,8	1	8,5	0,53	13,3	996,24	
	2		0,50	13,3	939,95	
	3		0,48	13,4	895,52	
					Rata-rata	943,87
3,5	1	8,6	0,6	13,1	1145,04	
	2		0,58	13,3	1090,23	
	3		0,6	13,2	1136,36	
					Rata-rata	1123,88
4,3	1	8,7	0,51	13,2	965,91	
	2		0,5	13,2	946,97	
	3		0,5	13,1	954,20	
					Rata-rata	955,69

Volume susu kapur (ml)	Sampe l	Variasi pH campuran nira dan susu kapur	Absorbansi (abs)	%Brix (°Bx)	Nilai turbidity (NTU)
4,3	1	8,8	0,7	11,5	1521,74
	2		0,7	11,6	1508,62
	3		0,7	11,3	1548,67
				Rata-rata	1526,34
4,2	1	8,9	0,32	12	666,67
	2		0,31	12,2	635,25
	3		0,26	13,1	496,18
				Rata-rata	599,37
5,5	1	9,0	0,49	8,6	1424,42
	2		0,49	8,6	1424,42
	3		0,54	8,4	1607,14
				Rata-rata	1485,33

Analisa pada parameter nilai *turbidity*, absorbansi dan %*brix* pada Tabel 1 menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Hasil analisa yang didapatkan akan dibuat grafik pengaruh penambahan susu kapur terhadap nilai pH nira tebu dan grafik pengaruh nilai pH nira tebu terhadap nilai *turbidity* nira tebu.

### 3.3. Pengaruh Penambahan Volume Susu Kapur terhadap Nilai pH Nira Tebu

Nilai pH awal nira berada di rentang 5,2 – 5,4 sehingga nira tersebut bersifat asam, untuk merubah nilai pH nira menjadi basa maka harus ditambahkan dengan susu kapur. Sifat dari susu kapur sendiri yaitu memiliki aktivitas antimikroba sehingga dapat membantu meningkatkan pH nira menjadi basa. Apabila pH nira dijaga tinggi (basa) dapat menghambat terjadinya hidrolisa baik oleh jasad renik maupun pengaruh asam. Pada penambahan susu kapur pada penelitian ini disesuaikan dengan variasi pH yang diinginkan yaitu 8,5; 8,6; 8,7; 8,8; dan 9. Sebelum ditambahkan susu kapur, nira dipanaskan terlebih dahulu hingga 75°C dengan tujuan untuk mempercepat reaksi antara nira mentah dan susu kapur juga menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang dapat merusak sukrosa. Setelah ditamkannya susu kapur nira dipanaskan kembali hingga suhu mencapai 105°C dengan tujuan untuk mendapatkan susu kapur dengan dispersitas tinggi. Apabila suhu dipanaskan kedua yang digunakan melebihi 105°C, maka dapat merusak sukrosa yang ada di dalam nira dan mengakibatkan inversi.

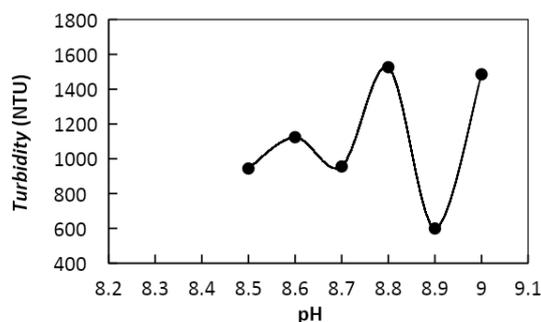


**Gambar 1.** Pengaruh penambahan susu kapur terhadap nilai pH nira tebu

Pada grafik diatas dapat disimpulkan bahwa volume susu kapur sangat berpengaruh terhadap pH nira. Semakin tinggi volume susu kapur yang ditambahkan maka dapat menaikkan nilai pH nira. Pada pH 8,5; 8,6; dan 8,7 didapatkan nilai volume susu kapur masing-masing 2,8; 3,5; dan 4,3 ml. Namun pada pH 8,8 volume susu kapur masih sama dengan volume susu kapur di pH 8,7 yakni 4,3 ml dan pada pH 8,9 terjadi penurunan nilai volume susu kapur yaitu 4,2 ml. Hal ini disebabkan karena larutan *buffer* yang ada dalam nira dan susu kapur belum bereaksi sempurna sehingga menyebabkan nira hanya membutuhkan volume lebih sedikit untuk mencapai pH 8,8 dan 8,9. Pada nilai pH 9 volume susu kapur mengalami kenaikan lagi hingga mencapai volume 5,5 ml.

Penambahan susu kapur merupakan salah satu faktor yang menyebabkan pH nira menjadi naik hingga basa. Susu kapur dibuat dengan cara mencampurkan kapur tohor (CaO) dengan air. Kapur tohor (CaO) berasal dari batu kapur atau batu gamping yang diambil dari gunung-gunung gamping yang tersebar diberbagai daerah. Kapur tohor (CaO) kemudian direaksikan dengan air sehingga membentuk *Calcium hydroxide* atau biasa disebut susu kapur (Ca(OH)<sub>2</sub>). Ion yang terbentuk di dalam nira tebu yaitu Ca<sup>++</sup> dan OH<sup>-</sup>, ion OH<sup>-</sup> bebas yang dihasilkan larutan nira inilah yang membuat nilai pH nira menjadi basa [6]. Perubahan ini akan berpengaruh pada derajat ionisasi asam. Sehingga nilai pH dari gula pasir dapat meningkat karena penambahan volume susu kapur yang dilakukan saat proses penjernihan nira tebu. Reaksi kimia yang terjadi saat proses penjernihan nira dengan susu kapur adalah reaksi antara kapur dengan fosfat dan membentuk endapan kalsium fosfat. Endapan kalsium fosfat tersebut dapat berupa tri-kalsium fosfat (Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>) atau kalsium hidrogen fosfat (CaHPO<sub>4</sub>), hal tersebut tergantung dari ion Ca yang terkandung di dalam nira tebu [1].

### 3.4. Pengaruh Nilai pH Nira Tebu terhadap Nilai *Turbidity* Nira Tebu



**Gambar 2.** Pengaruh nilai pH nira tebu terhadap nilai *turbidity* nira tebu

Hasil grafik diatas menunjukkan nilai *turbidity* nira tebu mengalami kenaikan dan penurunan di pH 8,5; 8,6 dan 8,7 yakni sebesar masing-masing 943,87; 1123,88; dan 955,69 NTU, kemudian mengalami kenaikan kembali yang cukup signifikan di pH 8,8 dan 9 yaitu 1526,34 dan 1485,33 NTU. Pada nilai pH 8,9 didapatkan nilai *turbidity* nira tebu terendah yakni sebesar 599,36 NTU, dimana pada nilai tersebut nira tebu menunjukkan tingkat kekeruhan nira tebu yang rendah dan memiliki tingkat kejernihan yang paling baik diantara nilai pH tebu lainnya. grafik diatas kurang sesuai dengan teori karena seharusnya data yang didapat ialah semakin tinggi nilai pH maka nilai *turbidity* yang dihasilkan semakin rendah. Sedangkan untuk grafik diatas, nilai *turbidity* yang didapat seiring bertambah tingginya nilai pH mengalami kenaikan dan penurunan.

Pengaruh bertambah tingginya nilai pH nira merupakan salah satu faktor untuk mendapatkan nira tebu dengan nilai *turbidity* rendah, dimana nira yang memiliki nilai *turbidity* yang rendah akan menghasilkan nira yang jernih dan produk gula pasir akan berwarna putih. Ketidaksesuaian hasil grafik dengan teori disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya pengadukan yang kurang homogen saat pencampuran susu kapur dengan nira. Pengadukan yang kurang homogen akan menyebabkan partikel-partikel dalam susu kapur dan nira tidak mengalami reaksi yang sempurna dalam membentuk garam aktif yang dapat mengikat kotoran di dalam nira tebu. Dibutuhkan pengadukan dengan kecepatan maksimal 250 rpm untuk membentuk endapan yang sempurna dari hasil reaksi susu kapur dan nira tebu. Faktor yang kedua ialah komponen yang terkandung dalam nira tebu berbeda-beda. Bahan baku tebu yang digunakan adalah tebu yang berasal dari berbagai daerah, sehingga varietasnya berbeda-beda. Komposisi yang terkandung dalam tebu sendiri diantaranya silika 40%, kalium 22%. Fosfat 7%, kalsium 6%, oksida besi, alumina (masing-masing 4-5%), sedang sisanya terdiri atas natrium, magnesium, khlor, dan pengotor-pengotor lainnya [7]. Sehingga seluruh komponen tersebut tidak semuanya dapat mengendap sempurna hanya dengan penambahan susu kapur saja.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan susu kapur sangat berpengaruh nyata terhadap nilai *turbidity* nira tebu. Dimana penambahan volume susu kapur yang semakin tinggi akan menyebabkan naiknya pH nira sehingga membuat nilai *turbidity* nira tebu rendah. Perlakuan terbaik didapatkan pada nira tebu dengan pH 8,9 dimana volume susu kapur yang ditambahkan sebesar 4,2 ml dalam 500 ml nira mentah dan menghasilkan nilai *turbidity* sebesar 599,36 NTU. Selain itu, dapat diketahui nilai *turbidity* tertinggi adalah di pH 8,8 dan 9 yaitu masing-masing 1526,34 dan 1485,33 NTU

Saran yang dapat peneliti sampaikan sebagai bahan pertimbangan untuk kemajuan dan perkembangan dalam penelitian selanjutnya yaitu diharapkan pada saat proses pengadukan menggunakan *jar test flocculator* agar proses pencampuran nira tebu dan susu kapur berlangsung homogen sempurna. Kemudian perlu dilakukan penambahan koagulan agar mendapatkan volume endapan yang lebih banyak lagi sehingga proses analisa nilai *turbidity* mendapatkan hasil yang lebih baik atau mendekati nilai *turbidity* standar nira mentah.

#### REFERENSI

- [1] M. Dwi Erwinda dan W. H. Susanto, "Pengaruh pH Nira Tebu (*Saccharum Officinarum*) dan Konsentrasi Penambahan Kapur Terhadap Kualitas Gula Merah The Effect of Lime Concentration Additiaon and Cane Juice pH Value on Brown Sugar Quality," *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 2, no. 3, hal. 54–64, 2014.
- [2] F. Rachmansyah, S. B. Utomo, dan Sumardi, "Perancangan dan Penerapan Alat Ukur Kekeruhan Air Menggunakan Metode Nefelometrik Pada Instalasi Pengolahan Air Dengan Multi Media Card (MMC) Sebagai Media Penyimpanan (Studi Kasus di PDAM Jember)," *J. Berk. Sainstek*, vol. 2, no. 1, hal. 17–21, 2014.

- [3] W. F. Haloho dan H. S. Wahono, "Pengaruh Penambahan Larutan Susu Kapur dan STPP (Sodium Tripolyphospat ) Terhadap Kualitas Gula Kelapa ( Cocos nucifera L )," *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. Vol 3, no. No 3, hal. 1160–1170, 2015.
- [4] A. Effendi, *Teknologi gula*. BeeMarketer Institute, 2009.
- [5] A. T. Sudarmaji dan H. Saroso, "Pengaruh Penambahan Larutan  $\text{Ca(OH)}_2$  terhadap Pembentukan Kerak pada Penguapan Nira Tebu" *J. Distilat Polinema*, vol. 7, no. 2, hal. 634–641, 2021.
- [6] R. E. Izzaty, B. Astuti, dan N. Cholimah, "Upaya Memperbaiki Wrna Gula Semut dengan Pemberian Na-Metabisulfit," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., hal. 5–24, 1967.
- [7] Y. F. Fitri, "Pengaruh Penambahan Susu Kapur dan Gas  $\text{SO}_2$  terhadap pH Nira Mentah dalam Pemurnian Nira di Pabrik Gula Kwala Madu PTP Nusantara II Langkat," *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Departemen Kimia, Universitas Sumatera Utara, 2008.