

PENGARUH PENAMBAHAN LARUTAN Ca(OH)_2 TERHADAP PEMBENTUKAN KERAK PADA PENGUAPAN NIRA TEBU

Anisa Tri Sudarmaji, Hadi Saroso

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
Sudarmajianisa98@gmail.com, [hadi.saroso@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Tebu sangat potensial dikembangkan di Indonesia karena kebutuhan gula pasir yang semakin meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk. Dalam proses pembuatan gula pasir proses pemurnian dan penguapan merupakan hal penting yang harus diperhatikan agar mendapatkan produk maksimal. Selain itu kualitas gula pasir yang dihasilkan dipengaruhi oleh bahan baku utama yaitu nira tebu. Karena sifat dari nira tebu yang mudah rusak karena memiliki pH asam maka untuk menanggulangi hal tersebut perlu ditambahkan bahan yang bersifat basa yaitu kapur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan susu kapur terhadap pembentukan kerak selama proses, menentukan konsentrasi penambahan larutan susu kapur yang baik agar didapatkan kerak dengan jumlah minimal serta untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu pemanasan terhadap massa kerak yang terbentuk. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan konsentrasi susu kapur sebesar 4,6%; 14,8%; dan 20,6% serta analisa ANOVA menggunakan Microsoft excel dengan memvariabelkan suhu pemanasan (100 dan 120 °C) dan waktu pemanasan (3 dan 6 jam). Dari penelitian diperoleh hasil terbaik dengan penambahan konsentrasi susu kapur sebesar 4,6% dengan nilai pH akhir sebesar 8,98 serta suhu penguapan sebesar 100 °C dengan lama waktu penguapan 3 jam dengan massa kerak 0,036 gram

Kata kunci: evaporasi, kapur tohor, kerak, nira tebu

ABSTRACT

Sugarcane is very potential to be developed in Indonesia because the need for granulated sugar is increasing along with the increase in population. In the process of making granulated sugar, the purification and evaporation processes are important things that must be considered in order to get the maximum product. In addition, the quality of the sugar produced is influenced by the main raw material, namely sugarcane juice. Due to the nature of sugarcane juice which is easily damaged because it has an acidic pH, to overcome this, it is necessary to add an alkaline material, namely lime. This study aims to determine the effect of the addition of lime milk on the formation of crust during the process, determine the concentration of addition of a good lime milk solution in order to obtain a minimum amount of crust and to determine the effect of temperature and heating time on the mass of the formed crust. This study used a descriptive method with a lime milk concentration of 4.6%; 14.8%; and 20.6% and ANOVA analysis using Microsoft excel by varying the heating temperature (100 and 120 °C) and heating time (3 and 6 hours). From the research, the best results were obtained with the addition of a lime milk concentration of 4.6% with a final pH value of 8.98 and an evaporation temperature of 100 °C with a long evaporation time of 3 hours with a crust mass of 0.036 grams.

Keywords: crust, evaporation, quicklime, sugarcane juice

1. PENDAHULUAN

Gula pasir merupakan kebutuhan penting bagi masyarakat, hal ini dapat ditinjau dari segi konsumsi yang terus meningkat setiap tahun. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pada 2017, tercatat konsumsi gula nasional dari tahun 2017 ke 2021 mengalami peningkatan yaitu dari 5,1 juta ton ke 5,3 juta ton per tahun. Namun konsumsi gula nasional tersebut tidak diimbangi dengan jumlah produksinya yang semakin menurun dari tiap tahun yaitu pada tahun 2017 hanya memproduksi sebesar 2,36 juta ton per tahun dan jumlah tersebut terus menurun hingga pada tahun 2021 yaitu hanya sebesar 2,1 juta ton per tahun.

Penurunan jumlah produksi ini menjadi tanggung jawab pihak perusahaan gula untuk terus berupaya meningkatkan mutu produksi dengan menekan kehilangan gula selama proses. Hal ini telah ditetapkan pada SNI 3140.3:2010 dan amandemen 1.2011 Gula Kristal Putih, bahwa pemerintah menuntut industri gula untuk mengembangkan dan meningkatkan kinerja dari industri gula.

Adapun kualitas gula yang baik dapat ditinjau dari nira tebu yang diperas. Nira tebu mengandung sukrosa dan komponen lain seperti gula pereduksi (glukosa dan fruktosa), serat, zat bukan gula dan air. Karena terdapat kandungan sukrosa, maka nira tebu mudah untuk terhidrolisa menjadi D-glukosa dan D-fruktosa apabila dalam kondisi asam, suhu dan dalam pH yang terlalu tinggi. Menurut [1] nira harus sesegera mungkin diolah setelah diambil dari pohon, paling lambat 1,5 jam sampai 3 jam. Oleh karena itu dilakukan upaya untuk mencegah terjadinya inversi dengan menambahkan bahan yang bersifat basa, salah satunya adalah menambahkan susu kapur. Penambahan susu kapur ke dalam nira diharapkan mampu membuat produk memiliki tekstur yang kokoh, sehingga tidak mudah hancur selama pemanasan serta susu kapur akan meningkatkan titik didih dari air yang digunakan [2]. Namun proses penambahan larutan susu kapur ke dalam nira tebu harus diperhatikan baik dari segi takaran dan dari kualitas kapur itu sendiri. Penambahan larutan susu kapur secara berlebihan dan tidak memperhatikan kemurnian dari kapur yang dipakai akan berdampak terhadap warna gula yang menjadi gelap, mengganggu proses pengandapan bahkan dapat menimbulkan kerak yang keras di *juice heater* dan *evaporator* [3]. Adapun efek merugikan dari timbulnya kerak adalah berkurangnya efisiensi perpindahan panas dengan demikian proses penguapan juga akan turun [11]. Berdasarkan permasalahan tersebut maka akan dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan larutan susu kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) terhadap pembentukan kerak pada penguapan nira tebu. Sehingga dengan dilakukannya penelitian tersebut diharapkan dapat menentukan konsentrasi penambahan susu kapur dengan baik, mengetahui bagaimana pengaruh penambahan larutan susu kapur kedalam nira terhadap massa kerak yang terbentuk, serta dapat mengetahui bagaimana pengaruh suhu dan waktu terhadap massa kerak yang terbentuk. Adapun penelitian mengenai penambahan larutan susu kapur ini sudah dikaji oleh beberapa peneliti antara lain:

- a. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang yang meneliti mengenai Pengaruh Penambahan Larutan Susu Kapur dan STTP (*Sodium Tripolyphosphat*) Terhadap Kualitas Gula Kelapa (*Cocos nucifera L*) [2]. Nilai perlakuan terbaik yang didapatkan menurut parameter organoleptic diperoleh dari perlakuan konsentrasi penambahan susu kapur 17% dan STTP 400 ppm yaitu : warna (4,5), rasa (4,45), aroma (4,5), dan tekstur (4,6).
- b. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang yang meneliti mengenai Pengaruh pH Nira Tebu (*Saccharum officinarum*) Dan Konsentrasi Penambahan Kapur Terhadap Kualitas Gula Merah [4]. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan

bahwa pH nira tebu dan konsentrasi penambahan kapur berpengaruh terhadap kualitas fisik, kimia, dan organoleptic gula merah. Parameter terbaik kimia dan fisik yaitu nira tebu pH 5,5 ($\pm 0,1$) dengan konsentrasi penambahan kapur 0,05%, sedangkan gula merah terbaik menurut organoleptic yaitu nira tebu pH 5,5 ($\pm 0,1$) dengan konsentrasi penambahan kapur 0,075%

Dari penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa peneliti sebelumnya hanya mengkaji mengenai pengaruh larutan susu kapur terhadap sifat fisik dan kimia gula yang dihasilkan tanpa menyangkutkan timbulnya kerak yang terbentuk ketika ditambahkan larutan susu kapur, mengingat pembentukan kerak ini menimbulkan banyak kerugian dalam proses produksi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Model Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data

Metode penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dan deskriptif untuk mendapatkan data yang relevan selama percobaan. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan adalah pengamatan langsung (observasi).

2.2. Metode Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian akan dianalisa secara deskriptif dan secara analitik menggunakan analisa (ANOVA) dua arah dengan *Microsoft excel* untuk mengetahui pengaruh massa kapur, pH, suhu dan waktu penguapan pada pembentukan kerak.

2.3. Variabel Percobaan

Variabel bebas yang digunakan yaitu konsentrasi susu kapur 4,6%; 14,8%; dan 20,6%, suhu penguapan sebesar 100 °C dan 120 °C, serta waktu penguapan selama 3 jam dan 6 jam. Variabel terikat pada penelitian adalah kemampuan larutan susu kapur dalam pembentukan kerak di alat evaporator. Variable control yang digunakan yaitu volume nira : 250 ml, volume penambahan susu kapur : 8 ml, suhu pemanasan awal : 80 °C dan waktu pemanasan selama 3 jam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Warna Nira tebu

Warna menjadi patokan penting bagi banyak makanan, baik makanan yang tidak diproses maupun yang dimaknufaktur bersamaan dengan bau, rasa, memegang peranan penting dalam penerimaan makanan. Suatu bahan makanan yang dinilai bergizi, enak dan teksturnya sangat baik tidak akan dimakan apabila memiliki warna yang tidak sedap dipandang atau memberi kesan menyimpang dari warna yang seharusnya. Menurut [5] produk gula yang disukai konsumen adalah gula yang memiliki butiran besar kasar, warna putih bening, sangat bersih, dan beraroma netral. Berikut adalah hubungan antara warna nira dan konsentrasi penambahan susu kapur yang dapat dilihat pada Gambar 1.

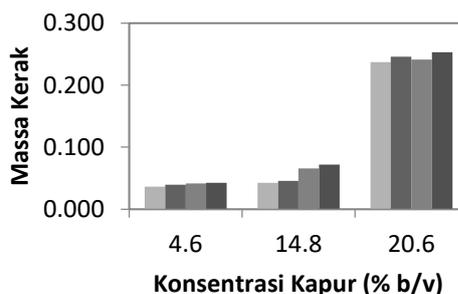


Gambar 1. Pengaruh konsentrasi susu kapur terhadap warna nira

Dari Gambar 1 diatas dapat disimpulkan bahwa perbedaan konsentrasi susu kapur yang ditambahkan ke dalam nira sangat berpengaruh nyata terhadap warna nira hasil pemurnian. Diduga semakin tinggi konsentrasi penambahan susu kapur yang diberikan, pH nira akan semakin meningkat dan mempengaruhi hasil warna nira. Larutan susu kapur atau Ca(OH)_2 yang ditambahkan kedalam nira akan terionisasi menjadi Ca^{++} dan OH^- . Reaksi kimia yang pertama kali terjadi pada saat proses penjernihan nira adalah reaksi antara kapur dengan fosfat yang terkandung di dalam nira membentuk endapan kalsium fosfat. Endapan kalsium fosfat tersebut dapat berupa tri-kalsium fosfat $\text{Ca}_3(\text{PO})_4$ atau kalsium hydrogen fosfat (CaHPO_4), tergantung ion kalsium yang terdapat dalam nira. Selanjutnya ion OH^- bebas akan membuat larutan menjadi alkalis dan meningkatkan pH dalam nira tebu.

Selain meningkatkan pH dalam nira tebu, penambahan kapur ke dalam nira akan menyebabkan penetralan nira, menurut [6] proses penetralan pH dalam nira akan terbentuk ikatan – ikatan yang mengendap sehingga dapat menarik partikel-partikel kecil yang berada di dalam nira yang menyebabkan kadar kotoran menjadi rendah. Nilai pH yang cenderung lebih tinggi akan mengakibatkan warna gula yang semakin gelap (*reaksi browning*). Menurut [2] larutan sukrosa yang diberi kapur hingga mencapai pH lebih dari 8 apabila dipanaskan dalam satu jam akan terjadi kehilangan sukrosa sebanyak 0,5% serta keberadaan ion OH^- pada larutan sukrosa akan menyebabkan sukrosa terdekomposisi membentuk 5-hidroksi-metil-2-furfural, metil gliksil, gliseraldehid, dioksiaseton, aseton, senyawa fenol, dan CO_2 . Senyawa-senyawa tersebut akan memberikan warna coklat tua yang nyata sekali pada produk.

3.2 Pengaruh Konsentrasi dan pH Kapur terhadap Hasil Kerak

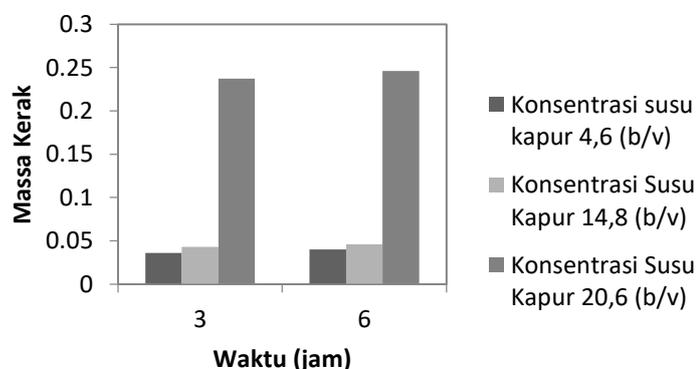


Gambar 2. Pengaruh konsentrasi susu kapur terhadap massa kerak

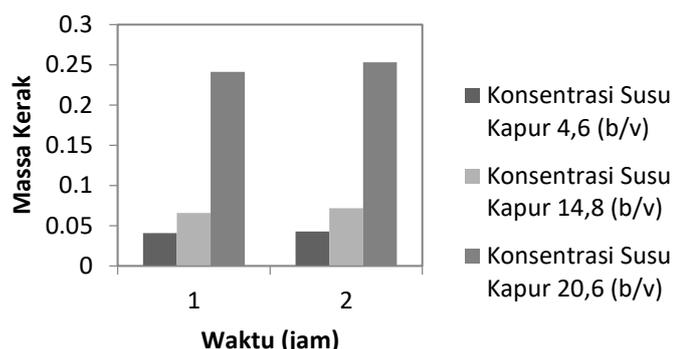
Berdasarkan hasil uji ANOVA pengaruh konsentrasi kapur dan pH terhadap massa kerak yang terbentuk adalah Nilai $F > F_{critical}$ sehingga hipotesis yang dapat ditarik adalah berpengaruh nyata terhadap hasil percobaan. Semakin tinggi konsentrasi penambahan susu kapur akan membuat larutan nira menjadi alkalis atau basa sehingga massa kerak yang dihasilkan akan semakin besar. Massa kerak terbesar didapatkan pada Penambahan konsentrasi susu kapur sebesar 20,6% (b/v) yaitu 0,253 gram. Sedangkan massa kerak terkecil didapatkan dengan penambahan konsentrasi susu kapur 4,6% (b/v) dengan massa kerak sebesar 0,036 gram. Nilai pH yang tinggi akan menyebabkan penguraian gula pereduksi yang berubah menjadi asam organik. Asam organik akan mengikat kapur (Ion Ca^{2+}) dalam nira sehingga kandungan kapur meningkat. Besarnya konsentrasi susu kapur di dalam nira encer akan mengakibatkan kandungan Ca^{2+} yang terikat dalam nira akan semakin banyak sehingga dengan besarnya konsentrasi Ca^{2+} dalam larutan nira maka tingkat kecenderungan untuk pembentukan kerak semakin besar. Menurut [7] kenaikan konsentrasi Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam larutan akan menyebabkan jumlah tumbukan antara ion-ion akan semakin banyak sehingga reaksi akan bergeser ke hasil reaksi dan jumlah kerak yang terbentuk akan semakin banyak. Terbentuknya kerak pada alat evaporator ini akan menyebabkan konsumsi uap menjadi meningkat, sulitnya proses kristalisasi gula dan meningkatkan pembentukan silika

Komposisi yang ada dalam nira juga mempengaruhi tingkat kerak yang terbentuk. Tebu yang masih muda dan belum matang memiliki kecenderungan dalam pembentukan kerak karena mengandung banyak asam silika. Sedangkan tebu yang terlalu matang memiliki kecenderungan untuk membentuk kerak berat seperti kerak sulfat yang berada pada badan evaporator terakhir [8]. Selain itu kandungan pengotor dalam kapur (*impurities*) lebih tinggi seperti kandungan silikat akan mengganggu proses pengendapan *clarifier* dan pembentukan kerak di evaporator. Menurut [8] kandungan MgO atau oksida besi serta aluminium dalam kapur tidak boleh melebihi 2%. Apabila kandungan besi dan aluminium tinggi akan mempengaruhi warna nira menjadi lebih gelap dan menyebabkan kerak yang keras sedangkan kandungan Mg yang tinggi akan berpengaruh terhadap proses pengendapan dan penyaringan [3].

3.3 Pengaruh Suhu dan Waktu Penguapan terhadap Hasil Kerak



Gambar 3. Pengaruh suhu dan waktu penguapan terhadap massa kerak (100°C)



Gambar 4. Pengaruh suhu dan waktu penguapan terhadap massa kerak (120°C)

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa suhu berpengaruh terhadap massa kerak, semakin tinggi suhu penguapan maka semakin besar massa kerak yang terbentuk. Jumlah massa kerak terbanyak di dapatkan pada suhu 120°C dengan massa kerak sebesar 0,253 dengan waktu penguapan 6 jam sedangkan pada suhu 100°C kerak yang terbentuk kecil yaitu sebesar 0,036 dengan waktu penguapan 3 jam.

Pada saat proses evaporasi berlangsung kandungan air dalam nira akan menguap akibat panas yang diberikan, sehingga larutan nira akan mengental. Dalam proses akan terjadi beberapa perubahan penting, yang pertama zat terlarut reaktif akan menjadi lebih pekat dan laju kerusakan kimiawi dapat meningkat akibat suhu dan waktu yang diberikan semakin besar. Yang kedua, terjadinya kenaikan titik didih yang menyebabkan viskositas dapat meningkat dengan tajam. Peningkatan viskositas larutan dapat menyebabkan, larutan akan semakin sulit untuk dipanaskan, sehingga penyebaran suhu tidak seragam dan menimbulkan bercak panas atau hangus. Bercak panas atau hangus pada dinding evaporator disebabkan karena pemanasan dilakukan dengan waktu yang lama dan dengan suhu yang tinggi. Sebagian besar larutan gula mengandung 40% sukrosa yang terdiri dari monosakarida yang akan mengalami karamelisasi dan penggelapan warna karena peningkatan konsentrasi [9].

Selain itu peningkatan suhu dan lamanya waktu pemanasan juga menyebabkan pengerakan keras pada permukaan evaporator. Menurut [8] pembentukan kerak yang keras pada permukaan evaporator disebabkan karena kecenderungan suatu larutan untuk mengendap menjadi lewat jenuh dan melekat pada permukaan dalam keadaan supersaturasi. Keadaan supersaturasi adalah suatu keadaan dimana larutan mengandung konsentrasi padatan terlarut yang lebih tinggi dari pada konsentrasi kesetimbangan. Menurut [10] suatu larutan dalam keadaan lewat jenuh memiliki beberapa molekul yang memiliki muatan ion yang lebih rendah, molekul ini memiliki kecenderungan untuk menggumpal dan terbentuklah kerak.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa faktor konsentrasi susu kapur berpengaruh nyata terhadap warna nira hasil pemurnian, dan massa kerak yang terbentuk selain itu peningkatan pH akan menyebabkan warna dari nira semakin coklat, sehingga berpengaruh terhadap massa kerak yang terbentuk dan Semakin tinggi suhu dan waktu pemanasan massa kerak yang terbentuk akan semakin banyak. Perlakuan terbaik didapatkan pada kondisi penambahan susu kapur dengan konsentrasi 4,6 suhu penguapan

sebesar 100 °C serta waktu penguapan selama 3 jam dengan massa kerak sebesar 0,036 gram.

Saran yang dapat diberikan oleh peneliti yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan yang terdapat dalam nira setelah perlakuan. Sebaiknya penelitian dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan data yang lebih banyak sehingga hasil yang didapatkan lebih maksimal.

REFERENSI

- [1] Paudi, E., 2012, *Potensi Nira* [WWW Document]. URL http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/tmp/POTENSI_NIRA_DARI_KELAPA.docx (accessed 2.4.21).
- [2] Haloho, W.F., Susanto, W.H., 2015, *Pengaruh Penambahan Larutan Susu Kapur Dan Stpp (Sodium Tripolyphospat) Terhadap Kualitas Gula Kelapa (Cocos Nucifera L)*, Vol.3, 1160–1170.
- [3] Effendi, 2009. *Teknologi Gula*. Bee Marketer Institute, jakarta.
- [4] Erwinda, M.D., Susanto, W.H., Korespondensi, P., 2014, *Pengaruh Ph Nira Tebu (Saccharum Officinarum) Dan Konsentrasi Penambahan Kapur Terhadap Kualitas Gula Merah*, Vol.2, 54–64.
- [5] Amarullah Sofa, B.M.S., 2019, *Preferensi Konsumen Gula Pasir Terhadap Produk, Harga, Promosi, dan Distribusi*. J. Ekon. Dan Bisnis Airlangga Vol.29, 1–14.
- [6] Nursafuan, D., Supriyatdi, D., 2016, *Pembuatan Gula Aren Cair dengan Pengaturan Kapur dan Suhu Evaporasi (Development of Liquid Palm Sugar with Lime and Evaporation Temperature Settings)*. J. Agro Ind. Perkeb. Vol.4, 79–87.
- [7] Basim O. Hasan, Graham J. Nathan, Peter J. Ashman, R.A.C., 2012, *The Effects of Temperature and Hydrodynamics on the Crystallization Fouling Under Cross Flow Conditions*. J. Elsevier applied Therm. Eng. Vol.36, 210–218.
- [8] E. Hugot, 1986, *Handbook of Pane Sugar Engineeing*.
- [9] Yulia, 2002, *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jember.
- [10] Hasson, D. and R.S., 2005, *Scale Control in Saline and Wastewater Desalination*. Isr. J. Chem. Vol.46, 97–104.
- [11] Naryono Eko, M.R., 2020, *Penguapan Vinasse Sebagai Anti Kerak*, 6, 408-414.