

Pengaruh Berbagai Macam Suhu dalam Pembuatan Gula Cetak dari Nira Aren (*Arenga pinnata* (Wurmb.))

The Effect of Various Temperatures in Manufacturing Printed Sugar from Palm (Arenga pinnata (Wurmb.) Nira

Samsul Hadi^{1*}, Deni Setiawan¹, Kunti Nastiti^{2*}

¹Prodi Farmasi, FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, Kalimantan Selatan 70123 Indonesia

²Prodi Farmasi, Fakultas Kesehatan, Universitas Sari Mulia, Banjarmasin, Kalimantan Selatan 70238 Indonesia

^{1*}Samsul.hadi@ulm.ac.id, ^{2*}kuntinastiti@unism.ac.id

Format Kutipan: Hadi, S., Setiawan, D., & Nastiti, K. (2024). Pengaruh Berbagai Macam Suhu dalam Pembuatan Gula Cetak dari Nira Aren (*Arenga pinnata* (Wurmbl.)). *Nusantara Journal of Science and Technology (NU-JST)*. 1(1). hal. 6-10 <https://doi.org/10.30605/nujst.v1n1.1xx>

RIWAYAT ARTIKEL

Dikirim: 17 Januari 2024

Revisi Akhir: 20 Maret 2024

Diterbitkan: 15 Mei 2024

Tersedia Daring Sejak: 15 Mei 2024

KATA KUNCI

Nira

Spektrofotometer

Karamelisasi

KEYWORDS

Nira

Spectrophotometer

caramelization

ABSTRAK

Tingkat konsumsi gula aren dapat bervariasi tergantung pada kebiasaan masyarakat dan preferensi individu. Gula aren merupakan pemanis alami yang berasal dari nira atau air dengan warna kecoklatan. Akan tetapi warna dari gula aren ini beraneka ragam dari warna coklat muda sampai dengan tua. Sehingga tujuan penelitian ini mengatur suhu pembuatan gula nira untuk mencegah pembentukan warna coklat dalam pembuatan gula. Metode yang digunakan dalam pembuatan gula nira ini adalah pengaturan berbagai macam suhu, untuk mendapatkan warna yang lebih cerah dari pada kontrol dengan bantuan spektrofotometri pada panjang gelombang 420 nm. Hasil dalam penelitian ini adalah data absorbansi pada tiap suhu yaitu 100°C: 0.832 ± 0.023 ; 90°C: 0.821 ± 0.051 ; 80°C: 0.799 ± 0.012 ; 70°C: 0.671 ± 0.027 ; 60°C: 0.621 ± 0.034 . Berdasarkan analisis statistik pada suhu 70°C dan 60°C secara signifikan dapat menurunkan intensitas warna pada pemeriksaan spektrofotometer. Kesimpulan suhu yang tepat dalam pengolahan gula nira untuk menurunkan intensitas warna yaitu pada suhu 70°C dan 60°C.

ABSTRACT

Palm sugar consumption levels may vary depending on societal habits and individual preferences. Palm sugar is a natural sweetener that comes from sap or water with a brownish color. However, the color of palm sugar varies from light to dark brown. So the aim of this research is to regulate the temperature for making sap sugar to prevent the formation of a brown color in making sugar. The method used in making sap sugar is setting various temperatures, to get a brighter color than the control with the help of spectrophotometry at a wavelength of 420 nm. The results in this study are absorbance data at each temperature, namely 100°C: 0.832 ± 0.023 ; 90°C: 0.821 ± 0.051 ; 80°C: 0.799 ± 0.012 ; 70°C: 0.671 ± 0.027 ; 60°C: 0.621 ± 0.034 . Based on statistical analysis at temperatures of 70°C and 60°C it can significantly reduce the color intensity on spectrophotometer examination. The conclusion is that the appropriate temperature for processing sap sugar to reduce color intensity is 70°C and 60°C.

Artikel ini dapat diakses secara terbuka (*open access*) di bawah lisensi CC-BY-SA



PENDAHULUAN

Tingkat konsumsi gula aren dapat bervariasi tergantung pada kebiasaan masyarakat dan preferensi individu. Gula aren merupakan pemanis alami yang berasal dari nira atau air kelapa yang pekatkan. Konsumsi gula aren cenderung lebih umum di daerah-daerah tropis, termasuk Indonesia, karena ketersediaannya yang melimpah. Sebagian besar orang Indonesia mengonsumsi gula aren dalam bentuk berbagai produk, seperti sirup, gula kelapa, atau kue-kue tradisional yang menggunakan gula aren sebagai bahan utama. Beberapa juga mengonsumsinya langsung sebagai pemanis untuk minuman atau makanan (Kusumanto, 2016).

Gula aren memiliki beberapa nilai gizi yang dapat memberikan manfaat tertentu, meskipun sebaiknya tetap dikonsumsi dengan bijak. Berikut adalah beberapa informasi mengenai nilai gizi gula aren: Gula aren mengandung kalori. Sebagai sumber energi, konsumsi gula aren dapat memberikan tambahan tenaga bagi tubuh. Gula aren utamanya terdiri dari karbohidrat, yang juga berperan sebagai sumber energi (Apriyanto & Setiadi, 2016).

Karbohidrat dalam gula aren dapat diubah menjadi glukosa untuk digunakan sebagai bahan bakar oleh tubuh. Gula aren mengandung beberapa mineral seperti zat besi, zinc, kalium, magnesium, dan fosfor. Meskipun jumlahnya tidak sebanyak pada beberapa sumber makanan lain, tetap memberikan kontribusi terhadap asupan mineral harian. Vitamin B: Gula aren mengandung beberapa vitamin B, seperti tiamin (B1), riboflavin (B2), niacin (B3), dan asam pantotenat (B5). Vitamin B memiliki peran penting dalam metabolisme energi dan kesehatan seluruh tubuh (Siregar, 2016).

Potensi pasar gula aren di Indonesia cukup besar, mengingat gula aren merupakan produk yang telah lama dikenal dan digunakan secara tradisional dalam berbagai hidangan dan minuman di berbagai daerah. Beberapa faktor yang memengaruhi potensi pasar gula aren di Indonesia meliputi: Gula aren telah menjadi bagian integral dari masakan dan minuman tradisional Indonesia. Kebiasaan konsumsi lokal ini memberikan peluang besar bagi pertumbuhan pasar, terutama di antara konsumen yang menghargai produk lokal dan tradisional. Pertumbuhan industri makanan dan minuman di Indonesia dapat menjadi pendorong bagi permintaan gula aren sebagai bahan baku atau pemanis alami (Wahyuni, 2019).

Setiap hari, produk yang terbuat dari bahan dasar aren memiliki pasar yang luas baik untuk kebutuhan domestik maupun ekspor. Setiap bagian dari tanaman aren memiliki manfaat yang beragam, baik secara fisik seperti daun, batang, ijuk, akar, maupun dalam bentuk produk seperti buah, nira, dan pati/tepung (Fajar et al., 2022). Aren merupakan jenis tumbuhan palma yang menghasilkan nira, dengan potensi penyadapan hingga 4 tandan bunga per pohon setiap tahunnya, dan setiap tandan dapat disadap selama 3-5 bulan. Nira adalah cairan bening yang diambil dari air tandan bunga melalui proses penyadapan atau penderesan (Indriyani & Kuntariati, 2023). Nira memiliki rasa manis, aroma harum, dan tidak berwarna, serta komposisinya umumnya terdiri dari karbohidrat, protein, lemak, dan air, yang dipengaruhi oleh faktor seperti usia tanaman, kesehatan tanaman, kondisi tanah, dan iklim. Penyadapan nira dilakukan pada tangkai bunga jantan, dan setiap pohon nira dapat disadap dua kali sehari, menghasilkan antara 3 hingga 10 liter nira (Misbah et al., 2024).

Nira aren segar memiliki kandungan yang beragam, termasuk total gula sebesar 13.9-14.9%, kadar abu sebesar 0.4%, kadar protein sebesar 0.2%, dan kadar lemak sebesar 0.02%. pH nira yang baru dipetik dari tandan biasanya sekitar 7 (Agustina et al., 2022). Selain itu, nira juga mengandung berbagai asam organik seperti malat, asam askorbat, asam laktat, asam asetat, asam sitrat, asam piroglutamat, dan asam fumarat yang berperan dalam membentuk rasa pada gula merah. Ada beberapa jenis produk yang dihasilkan dari bahan baku nira, seperti gula, minuman tuak, nata de pinna, dan bioetanol. Gula aren umumnya tersedia dalam tiga bentuk: gula cetak (kerekan), gula pasir, dan gula semut, meskipun ada juga dalam bentuk cair (Hadi Sutrisno et al., 2021).

Gula cetak biasanya memiliki bentuk sesuai cetakan yang digunakan. Gula semut terbuat dari nira dalam bentuk serbuk atau kristal dengan warna kuning kecokelatan hingga coklat. Gula cair adalah cairan jernih yang manis, kental, dan tanpa aroma. Gula cair mengandung D-glukosa, maltosa, dan polimer D-glukosa (Ratnayani et al., 2023). Gula cair aren atau sirup aren dapat dihasilkan dari nira segar atau gula merah. Proses pembuatan gula cair dari nira sama dengan pembuatan gula merah, di mana nira dipanaskan hingga mendidih dan buih kuning kecokelatan muncul di permukaan sirup, yang kemudian akan naik ke atas seperti sarang lebah seiring berjalannya waktu (Yusnaini et al., 2023).

Perkembangan tren makanan sehat dan organik juga dapat memberikan dorongan bagi pasar gula aren. Konsumen semakin sadar akan dampak gula rafinasi terhadap kesehatan, sehingga gula aren, sebagai pilihan alami, dapat menarik bagi mereka yang mencari alternatif pemanis yang lebih sehat. Selain memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri, gula aren Indonesia juga memiliki potensi untuk diekspor. Permintaan global terhadap produk alami dan organik dapat membuka peluang ekspor gula aren ke pasar internasional (Wahyuni, 2019). Inovasi dalam pengolahan dan presentasi produk gula aren, seperti produk olahan atau kemasan yang lebih praktis, dapat memberikan nilai tambah dan memperluas pangsa pasar. Dengan pasar yang luas, ada beberapa konsumen yang menghendaki warna gula cetak yang lebih cerah. Sehingga tujuan penelitian ini adalah membuat gula aren cetak yang lebih cerah dari produk yang sudah ada selama ini .

METODE PENELITIAN

Peralatan

Termometer, Magnet stirrer hot plate, Panci, Batang pengaduk, ayakan 100 Mesh, Cetakan

Bahan

Nira dari tanaman aren (*A.pinnata*)

Cara Kerja

Penyaringan nira aren dilakukan menggunakan ayakan berbahan kawat tahan karat berukuran 100 mesh. Hasil penyaringan disebut sebagai nira bersih. Nira yang telah disaring kemudian dipanaskan dalam panci dengan menggunakan api pada suhu 100, 90, 80, 70 dan 60 °Celsius sambil diaduk dengan stirrer berkecepatan 300 rpm. Busa dan kotoran yang muncul selama proses pemanasan dibuang. Proses pemanasan nira berlanjut hingga volumenya menyusut menjadi 8% dari volume awal. Cairan pada tahap ini dapat disebut sebagai gula cair atau sirup kental. Panci kemudian diangkat dan ditempatkan di tempat dingin, lalu gula kental dibiarkan selama 10 menit sebelum dituangkan ke dalam cetakan (Musita, 2019).

Pengukuran intensitas warna

Pengukuran intensitas kecokelatan dilakukan berdasarkan absorbansi larutan dengan Panjang gelombang 420 nm. Replikasi yang dilarutkan terhadap sampel adalah 5 kali. Sampel dilarutkan dengan aquades sampai mencapai 11 kemudian absorbansinya diukur pada panjang gelombang 420 nm dengan blanko aquades menggunakan spektrofotometer (Youn et al., 2009)

Analisis statistik

Analisis statistik menggunakan oneway anova dengan taraf kepercayaan 0.95.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian pembuatan gula cetak aren ini dilakukan di Lab Kimia Farmas Universitas Lambung mangkurat pada bulan September 2023. Pengaturan suhu ini bertujuan untuk mengetahui terjadinya karamelisasi dalam pembuatan gula cetak. Intensitas warna pada Panjang gelombang 420 nm (Kam et al., 2021) dari pengaruh perubahan suhu dapat dilihat pada tabel 1 dengan penurunan nilai absorbansi sampel. Suhu yang bervariasi dalam pembuatan gula aren cetak secara kualitatif dapat menurunkan intensitas absorbansi yang dihasilkan. Namun penurunan suhu ini agar dapat dianalisis maka diperlukan analisis statistik. Dalam penelitian ini analisis statistik yang digunakan dengan oneway anova dan dilanjutkan dengan analisis Post Hock (Kao & Green, 2008). Hasil ini menunjukkan bahwa suhu pengadukan dapat menurunkan intensitas kecoklatan gula aren secara signifikan pada suhu 70°C dan 60°C sedangkan pada suhu 90°C dan 80°C belum mampu menurunkan intensitas warna, yang masih didominasi warna coklat.

Tabel 1. Pengaruh suhu terhadap intensitas serapan spektrofotometer

Suhu (°C)	Absorbansi
100	0.832 ± 0.023
90	0.821 ± 0.051
80	0.799 ± 0.012
70	0.671 ± 0.027 ^{a,b,c}
60	0.621 ± 0.034 ^{a,b,c}

a: adalah nilai signifikasi terhadap suhu 100°C; b: signifikasi terhadap suhu 90°C; c: signifikasi terhadap suhu 80°C.

Pembahasan

Proses karamelisasi terjadi ketika gula berinteraksi pada suhu tinggi (80°C). Proses ini melibatkan serangkaian reaksi kompleks yang menghasilkan senyawa intermediate dan produk akhir, beberapa di antaranya memiliki kesamaan dengan reaksi Maillard (Davies & Labuza, 2000). Maillard adalah suatu reaksi pembentukan warna coklat pada makanan yang tidak melibatkan enzim, terjadi antara gula yang dapat mengurangi dengan asam amino saat makanan diproses secara termal (Carabasa-Giribet & Ibarz-Ribas, 2000). Reaksi ini menghasilkan berbagai senyawa kompleks yang disebut sebagai MRPs (Mastrocola & Munari, 2000). Dalam tahap awal reaksi, gula pereduksi seperti glukosa mengalami reaksi penyatuan dengan senyawa yang mengandung gugus amino, seperti protein dan asam amino. Hal ini menghasilkan produk penyatuan N-substitute glycosylamine melalui pembentukan basa Schiff dan pengaturan Amadori. Produk penyatuan ini juga dikenal sebagai produk Amadori. Produk Amadori mengalami penguraian dan kehilangan air, membentuk senyawa karbonil. Setelah itu, senyawa karbonil berinteraksi dengan gugus amino dari senyawa lain, diikuti oleh reaksi perubahan susunan untuk membentuk produk akhir glikosilasi. Bagaimana degradasi produk Amadori berlanjut bergantung pada pH system (Martins & van Boekel, 2003). Pada pH kurang dari 7, terjadi 1,2-enolisasi yang menghasilkan furfural atau hidroksimetil furfural. Ketika pH melebihi 7, degradasi produk Amadori melibatkan 2,3-enolisasi, menghasilkan berbagai reduktan seperti asetol, piruvaldehid, dan diasetil. Semua senyawa ini bersifat sangat reaktif dan terlibat dalam serangkaian reaksi berikutnya. Senyawa dikarbonil bereaksi dengan asam amino, membentuk aldehid dan α-aminoketon dalam apa yang dikenal sebagai degradasi Strecker. Pada tahap terakhir, berlangsung serangkaian reaksi seperti siklisasi, dehidrasi, retroaldolisis, rearrangement, isomerisasi, dan kondensasi, menghasilkan pembentukan polimer berwarna coklat yang mengandung nitrogen yang dikenal sebagai melanoidin (Mastrocola & Munari, 2000). Berdasarkan kenaikan suhu yang berkorelasi dengan perubahan warna maka semakin tinggi suhu yang digunakan untuk pembuatan gula cetak maka intensitas warna yang terbentuk semakin tinggi (Muchaymien et al., 2014).

Salah satu standar mutu yang telah ditetapkan oleh Standard Nasional Industri untuk gula aren adalah warnanya. BSN telah menetapkan standar warna untuk gula palma, yakni dari kuning kecoklatan hingga coklat. Namun, penilaian warna gula masih sering dilakukan secara visual, yang rentan terhadap interpretasi subjektif. Oleh karena itu, pendekatan yang lebih objektif dalam menetapkan warna gula aren menjadi penting. Selain warna, BSN juga telah menetapkan parameter lain seperti kadar gula pereduksi dan kadar air, yang masing-masing tidak boleh melebihi 10%. Keberadaan gula pereduksi dalam gula aren disebabkan oleh proses fermentasi sukrosa oleh ragi. Semakin tinggi kadar gula pereduksi, semakin rendah kualitas gula tersebut. pH juga memengaruhi kualitas gula, di mana pH yang rendah menunjukkan adanya fermentasi lebih lanjut oleh mikroorganisme menjadi asam organik (Masitah & Suwianto, 2023).

Warna juga merupakan faktor penting dalam menilai kualitas pangan. Berbagai metode telah dikembangkan untuk menentukan warna makanan, termasuk menggunakan peralatan seperti kolorimeter dan spektrofotometer (Puke, 2017). ICUMSA, sebuah lembaga yang bertanggung jawab menyusun metode analisis kualitas gula, menetapkan standar untuk pengujian warna gula menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm dan 720 nm. Metode analisis warna untuk gula aren menggunakan metode ICUMSA (Pardoe, 2022).

Kadar gula pereduksi dalam gula bervariasi antara 2,92% hingga 14,92%. Sesuai dengan Standar Nasional Industri, kadar gula pereduksi untuk gula cetak tidak boleh melebihi 10% (Suharto et al., 2021). Tingginya kadar gula pereduksi bisa disebabkan oleh pengaruh dari bahan baku, seperti nira, yang mungkin terkontaminasi mulai dari proses penyadapan hingga pengolahan menjadi produk gula. Kadar gula pereduksi dalam gula aren sangat menentukan kualitasnya. Semakin rendah kadar gula pereduksi, semakin baik kualitas gula tersebut, dan sebaliknya, semakin tinggi kadar gula pereduksi, semakin rendah kualitasnya (Setiawan, 2020). Kadar gula pereduksi juga mempengaruhi warna gula. Semakin rendah kadar gula pereduksi, warna gula cenderung lebih terang, sedangkan semakin tinggi kadar gula pereduksi, warna gula cenderung lebih gelap (Diniyah et al., 2012). Hubungan antara kadar gula pereduksi dan indeks warna memiliki koefisien korelasi yang kuat, yaitu 0,884. Ini menunjukkan bahwa semakin tinggi indeks warna, semakin tinggi pula kandungan gula pereduksinya. Dengan demikian,

kadar gula pereduksi memainkan peran penting dalam menentukan warna gula, di mana kadar yang rendah menghasilkan warna yang lebih terang, sementara kadar yang tinggi menghasilkan warna yang lebih gelap (Yanto et al., 2015).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Suhu terbaik yang dapat dipergunakan untuk meningkatkan kecerahan dari warna gula cetak aren adalah suhu 60 °C, hal ini berhubungan dengan penurunan proses karamelisasi.

Saran

Penelitian ini baru sebatas pengaturan suhu sehingga diperlukan penelitian metode lain seperti pengaturan kecepatan dan tekanan untuk mendapatkan warna gula aren yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, F., Sulendra, M., Saputri, A., Indrayati, B., Ramdani, F., Noviani, I., Rahmawati, M., Hizbullah, M., Nurkhalisa, Latifah, N., & Virgota, A. (2022). Pelatihan Pembuatan Gula Semut Sebagai Produk Inovasi Dari Gula Aren di Desa Gelangar. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5, 154–157. <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v5i4.2325>
- Apriyanto, E., & Setiadi, D. (2016). Pengaruh Kondisi Tajuk Dan Aplikasi Getar Terhadap Produksi Nira Aren Di Rejang Lebong Bengkulu. *Pertanian Tropik*, 3(2).
- Carabasa-Giribet, M., & Ibarz-Ribas, A. (2000). Kinetics of colour development in aqueous glucose systems at high temperatures. *Journal of Food Engineering*, 44(3), 181–189. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00027-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00027-3)
- Davies, C., & Labuza, T. (2000). *The Maillard Reaction Application to Confectionery Products*.
- Diniyah, N., Wijanarko, S., & Purnomo, H. (2012). TEKNOLOGI PENGOLAHAN GULA COKLAT CAIR NIRA SIWALAN (*Borassus flabellifer* L.) [Brown Sugar Syrup Processing from Siwalan Palm Saps (*Borassus flabellifer* L.)]. *Teknologi Dan Industri Pangan*, XXIII, 53–57.
- Fajar, A., Hariyono, K., Studi, P., Pertanian, P., Pertanian, F., Jember, U., Program, S., Agronomi, F., Pertanian, U., Jember, J., Kunci, K., Kelapa, G., Wilayah, P., & Pengembangan, S. (2022). Identifikasi Potensi Wilayah Dan Strategi Pengembangan Usaha Gula Merah Kelapa Di Kabupaten Banyuwangi. 20, 187–201. <https://doi.org/10.36841/agribios.v20i2.2360>.
- Hadi Sutrisno, I., Irawan, H., Baihaqi, B., & Ilman Navia, Z. (2021). DISEMINASI TEKNOLOGI PENGOLAHAN GULA AREN SEBAGAI PRODUK UNGGULAN KABUPATEN ACEH TAMIANG. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 5, 3354–3365. <https://doi.org/10.31764/jmm.v5i6.4785>
- Indriyani, N., & Kuntariati, U. (2023). Kualitas Gula Aren Khas Buleleng, Gula Kelapa Khas Klungkung, dan Gula Lontar Khas Karangasem dalam Pembuatan Rujak Gula Bali. *Jurnal Ilmiah Pariwisata Dan Bisnis*, 2, 1064–1074. <https://doi.org/10.22334/paris.v2i4.404>
- Kam, J. H., Hogg, C., Fosbury, R., Shinhmar, H., & Jeffery, G. (2021). Mitochondria are specifically vulnerable to 420nm light in drosophila which undermines their function and is associated with reduced fly mobility. *PloS One*, 16(9), e0257149. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257149>
- Kao, L. S., & Green, C. E. (2008). Analysis of Variance: Is There a Difference in Means and What Does It Mean? *Journal of Surgical Research*, 144(1), 158–170. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2007.02.053>
- Kusumanto, D. (2016). Analisis Peluang Pengembangan Industri Gula Aren Dalam Mendukung Swasembada Gula Nasional. *Pertanian Tropik*, 3(2).
- Martins, S. I. F. S., & van Boekel, M. A. J. S. (2003). Melanoidins extinction coefficient in the glucose/glycine Maillard reaction. *Food Chemistry*, 83(1), 135–142. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00219-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00219-X)
- Masitah, T., & Suwianto, S. (2023). Dinamika Produksi Gula Aren dan Potensi Pasarnya. *All Fields of Science Journal Liaison Academia and Society*, 3, 75–81. <https://doi.org/10.58939/afosj-las.v3i4.691>
- Mastrocola, D., & Munari, M. (2000). Progress of the Maillard Reaction and Antioxidant Action of Maillard Reaction Products in Preheated Model Systems during Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 3555–3559. <https://doi.org/10.1021/jf000278a>
- Misbah, M., Zulfah, R., Hariani, M., Purwasih, D., Umar, F., Harto, M., & Muhammad, N. (2024). Local Wisdom of Making “Gula Habang” in

Balangan Regency: Ethnoscience Study. *KnE Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i13.16071>

- Muchaymien, Y., Rangga, A., & Nuraini, F. (2014). *PENYUSUNAN DRAFT STANDARD OPERATING PROCEDURE (SOP) PEMBUATAN GULA MERAH KELAPA (STUDI KASUS DI PENGRAJIN GULA MERAH KELAPA DESA PURWOREJO KEC. NEGERI KATON KAB. PESAWARAN)*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:208794549>
- Musita, N. (2019). Pengembangan Produk Gula Semut dari Aren dengan Penambahan Bubuk Rempah. *Warta Industri Hasil Pertanian*, 36, 106. <https://doi.org/10.32765/wartaihp.v36i2.5212>
- Pardoe, K. (2022). White sugar specifications and ICUMSA®. *Sugar Industry*, 459–463. <https://doi.org/10.36961/si29003>
- Puke, H. (2017). VDZ and ICUMSA — 125 years of scientific work for the sugar industry. *Sugar Industry*, 45–56. <https://doi.org/10.36961/si18104>
- Ratnayani, R., Wahyu, S., Riyadi, S., & Agestika, L. (2023). Peningkatan Produksi, Diversifikasi dan Pengemasan Produk Pada UMKM Gula Aren di Cianjur Jawa Barat. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Progresif Humanis Brainstorming*, 6, 53–61. <https://doi.org/10.30591/japhb.v6i1.4380>
- Setiawan, Y. (2020). ANALISIS FISIKOKIMIA GULA AREN CAIR. *AGROSCIENCE (AGSCI)*, 10, 69. <https://doi.org/10.35194/agsci.v10i1.971>
- Siregar, A. Z. (2016). Nventarisasi Serangga Penyerbuk, Hama Dan Penyakit Dominan Pada Aren. *Pertanian Tropik*, 3(2).
- Suharto, E., Kurnia, Y., & Ferawati, F. (2021). Pengaruh Penambahan Gula Aren (*Arenga pinnata* Merr.) dengan Konsentrasi yang Berbeda pada Yogurt terhadap Total Asam Titrasi, pH, dan Total Bakteri Asam Laktat. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 23, 284. <https://doi.org/10.25077/jpi.23.3.284-289.2021>
- Wahyuni, S. (2019). Pemberdayaan petani aren (*Arenga pinnata* Merr) rakyat melalui diversifikasi produk nira aren di Desa Mabar Kecamatan Bangun Purba Kabupaten Deli Serdang. *Unri Conference Series: Community Engagement*, 1, 104–107. <https://doi.org/10.31258/unricsce.1.104-107>
- Yanto, T., Karseno, K., Purnamasari, M., Pertanian, J., Pertanian, F., Jenderal, U., Ji, S., Suparno, K., & Karangwangkal. (2015). PENGARUH JENIS DAN KONSENTRASI GULA TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN SENSORI JELLY DRINK EFFECT OF TYPE AND CONCENTRATION OF SUGAR ON PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES JELLY DRINK. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 8. <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.12904>
- Youn, H.-Y., Chou, B. R., Cullen, A. P., & Sivak, J. G. (2009). Effects of 400nm, 420nm, and 435.8nm radiations on cultured human retinal pigment epithelial cells. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 95(1), 64–70. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2009.01.001>
- Yusnaini, Y., Lubis, H., & Sihotang, S. (2023). Pendampingan Masyarakat dalam Pengolahan dan Pemasaran Digital Produk Gula Aren Mangkok sebagai Minuman Kesehatan dengan Varian Rasa di Desa Lawe Loning Aman Kecamatan Lawe Sigala-Gala Kabupaten Aceh Tenggara. *Lumbung Inovasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8, 700–709. <https://doi.org/10.36312/linov.v8i4.1538>