

**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA GULA AREN DI PASARAN KOTA
GORONTALO DAN HUBUNGANNYA DENGAN MUTU PRODUK**

***PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF PALM SUGAR MARKETING IN GORONTALO
CITY AND THEIR RELATIONSHIP TO PRODUCT QUALITY***

**Nur Fadillah Ibrahim^{1)*}, Purnama Ningsih S Maspeke²⁾, Rahmiyati Kasim³⁾,
Yoyanda Bait⁴⁾, Widya Rahmawaty Saman⁵⁾**

¹⁻⁵⁾Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo

*Penulis Korespondensi: e-mail: nurfadillahibrahim86@gmail.com,

ABSTRACT

This study aimed to analyze the physicochemical characteristics of palm sugar in the traditional markets of Gorontalo City and to evaluate the effect of storage duration on HMF content accumulation and changes in physical color properties. Samples were collected using a purposive sampling method from Bugis Public Market (P1), Moodu Market (P2), and Andalas Market (P3). The parameters tested included moisture content, ash content, color intensity (L^* , a^* , b^*), HMF content, and organoleptic properties. The results showed moisture content ranging from 5.83% to 12.82% and ash content from 1.15% to 1.84%. The highest lightness value (L^*) was found in sample A1 (Bugis Market) at 30.64, while the lowest was in sample A3.2 (Andalas Market) at 10.11. HMF content was highest in sample A2.1 (Moodu Market) at 277.49 mg/kg and lowest in sample A3.2 (Andalas Market) at 216.06 mg/kg. In the organoleptic test, the highest preference level was obtained by sample A1 (scores: color 6.17; aroma 6.10; taste 6.63; texture 6.00; ranging from "like" to "like very much"), while the lowest was for sample A3.2 (scores: color 2.23; aroma 2.07; taste 2.57; texture 2.10; ranging from "dislike" to "slightly dislike").

Keywords: Palm sugar, physicochemical, storage duration, HMF, traditional market

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik fisikokimia gula aren di pasar tradisional Kota Gorontalo serta mengevaluasi pengaruh lama penyimpanan terhadap akumulasi kadar HMF dan perubahan sifat fisik warna. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *purposive sampling* di Pasar Rakyat Bugis (P1), Pasar Moodu (P2) dan Pasar Andalas (P3). Parameter yang diuji meliputi kadar air, kadar abu, intensitas warna (L^* , a^* , b^*), kadar HMF, dan organoleptik. Hasil penelitian menunjukkan kadar air berkisar antara 5,83%-12,82%, Kadar Abu berkisar 1,15%-1,84%, nilai kecerahan (L^*) tertinggi pada sampel A1 (Pasar Bugis) sebesar 30,64 dan terendah pada sampel A3.2 (Pasar Andalas) sebesar 10,11, Kadar HMF tertinggi pada sampel A2.1 (Pasar Moodu) sebesar 277,49 mg/kg dan terendah pada sampel A3.2 (Pasar Andalas) sebesar 216,06 mg/kg. pada uji organoleptik, tingkat kesukaan tertinggi diperoleh oleh sampel A1 (skor warna 6,17; aroma 6,10; rasa 6,63; tekstur 6,00. Suka – sangat suka) dan terendah pada sampel A3.2 (skor warna 2,23; aroma 2,07; rasa 2,57; tekstur 2,10. Tidak suka – agak tidak suka)

Kata kunci: Gula aren, fisikokimia, lama penyimpanan, HMF, pasar tradisional

PENDAHULUAN

Gula aren merupakan bahan pangan yang dihasilkan dari proses pengolahan cairan nira pohon aren (*Arenga pinnata*) dan dikenal sebagai komoditas dengan nilai ekonomi tinggi yang telah lama digunakan serta menjadi bagian dari tradisi kuliner di Indonesia (Barlina *et al.*, 2020). Selain berfungsi sebagai pengganti gula alami, gula aren juga sering dimanfaatkan dalam pembuatan makanan olahan karena kandungan zat gizi esensial seperti vitamin, mineral, dan senyawa antioksidan yang memberikan manfaat bagi tubuh (Nurisa *et al.*, 2025).

Namun secara spesifik, kualitas fisik dan kimia gula aren yang dihasilkan saat ini masih sangat bervariasi. Variasi ini disebabkan oleh lingkungan tempat penyimpanan yang belum menggunakan standar baku. Akibatnya, kandungan kadar air, kadar abu, kadar sukrosa, gula pereduksi, warna hingga kadar *Hidroksimetilfurfural* (HMF) pada gula aren cenderung tidak konsisten. Kadar air yang tinggi dapat merangsang pertumbuhan mikroorganisme, sementara peningkatan kadar HMF dapat berdampak pada kualitas sensorik

sehingga berpotensi menyebabkan penurunan cita rasa sekaligus nilai gizi produk (Rastika *et al.*, 2025)

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada analisis sifat fisikokimia dan sensoris gula aren yang beredar di pasar tradisional Kota Gorontalo dengan menitikberatkan evaluasi mutu pada aspek variasi kondisi lingkungan sekitar pasar

penelitian ini bertujuan untuk meneliti sejauh mana penempatan lokasi jualan pedagang di pasar tradisional, baik pada zona lingkungan yang cenderung basah maupun kering memengaruhi fluktuasi parameter kadar air, kadar abu, profil warna visual (L^* , a^* , b^*), pembentukan senyawa Hidroksimetilfurfural (HMF), hingga tingkat kesukaan organoleptik.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Mei 2026 di dua lokasi. Lokasi pertama yaitu pengambilan sampel di tiga pasar tradisional Kota Gorontalo yaitu Pasar Moodu, Pasar Andalas, dan Pasar Rakyat Bugis. Lokasi kedua yaitu analisis laboratorium, di

Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo.

Bahan dan Alat

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu Gula aren. Adapun bahan analisis yang digunakan yaitu Larutan Carrez I (Kalium ferisianida) dan Carrez II (zink asetat), air suling, Natrium Bisulfit 0,20%

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu Oven Pengering (*Memmert*), Timbangan Analitik (*Ohaus*), Desikator, Cawan Porselin, Colorimeter (*CHNSpec CS-10*), Tanur (*Infitek*), *Spektrofotometer uv-vis*, *Hot Plate*, Gelas Beker, Kertas Saring, Tabung Reaksi,

Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif dengan pengambilan sampel dari tiga pasar tradisional di Kota Gorontalo, yaitu pasar andalas, pasar moodu dan pasar rakyat bugis.

Prosedur Pengambilan Sampel

Tahap awal dilakukan dengan identifikasi terhadap seluruh pasar tradisional yang aktif beroperasi di wilayah Kota Gorontalo. Dari hasil

identifikasi tersebut, dipilih 3 pasar yang paling representatif sebagai lokasi penelitian, yaitu Pasar Rakyat Bugis, Pasar Moodu, dan Pasar Andalas. Setelah lokasi ditetapkan, dilakukan pendataan lanjutan untuk menghitung total jumlah penjual gula aren yang aktif di ketiga pasar. Setelah jumlah populasi penjual di tiga pasar tradisional teridentifikasi, dilakukan pengumpulan data primer melalui metode wawancara tatap muka secara langsung. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *Purposive Sampling*, yaitu pemilihan pasar yang menjual gula aren sebagai lokasi penelitian. Dari pasar yang memenuhi kriteria tersebut, seluruh sampel gula aren yang tersedia pada saat penelitian diambil menggunakan metode total sampling (sampling jenuh). Dari tiga pasar tradisional di Kota Gorontalo didapatkan total populasi sebanyak 5 pedagang. Dari masing-masing pedagang tersebut, diambil sampel gula aren sebanyak 1 buah berbentuk setengah batok kelapa untuk setiap kode sampel. Gula aren tersebut kemudian dikemas secara terpisah menggunakan wadah plastik tertutup lalu diberi label

kode (A1, A2.1, A2.2, A3.1, A3.2), kemudian di uji laboratorium.

Parameter Penelitian

Parameter yang di teliti dalam penelitian ini adalah Warna (Maspeke,

2026), Kadar Air (Pontoh *et al.*, 2014), Kadar Abu (Mita *et al.*, 2022), Kadar *Hidroksimetilfurfural* (Hadjar, 2024), Organoleptik (Agustina, 2015).

HASIL DAN PEMBAHSAN

Gula aren merupakan produk pemanis alami tradisional berbentuk padat yang umumnya dicetak menggunakan setengah batok kelapa. Produk ini terbuat dari nira pohon aren yang dididihkan hingga mengental dan mengeras. Di tingkat pedagang eceran, bentuk fisik gula aren dapat dijumpai dalam kondisi

padat utuh maupun mulai melunak akibat pengaruh kelembapan lingkungan pasar. Berikut merupakan tabel 1, 2 dan 3 hasil analisis karakteristik fisikokimia dan organoleptik dari lima sampel gula aren yang beredar di pasar tradisioal Kota Gorontalo

Tabel 1. Hasil Uji CIE-Lab* Gula Aren

Sampel	Warna Gula Aren		
	L*	a*	b*
A1	30,64±0,08	10,88±0,04	26,58±0,13
A2.1	25,10±0,49	13,99±0,17	22,58±0,10
A2.2	20,01±0,45	17,13±0,17	18,58±0,10
A3.1	15,01±0,52	20,14±0,14	14,58±0,10
A3.2	10,11±0,25	23,23±0,12	10,58±0,10

Tabel 2. Hasil Uji Kadar Air, Kadar Abu, Kadar HMF Gula Aren

Sampel	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar HMF (mg/kg)
A1	5,83%	1,15%	244,22 mg/kg
A2.1	7,91%	1,25%	277,49 mg/kg
A2.2	10,04%	1,38%	261,20 mg/kg
A3.1	11,43%	1,65%	226,44 mg/kg
A3.2	12,82%	1,84%	216,06 mg/kg

Tabel 3. Hasil Uji Organoleptik Gula Aren

Perlakuan	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur
A1	6,17	6,10	6,63	6,00
A2.1	5,07	5,17	5,00	5,10
A2.2	4,10	4,17	4,20	4,00
A3.1	3,07	3,17	3,40	3,10
A3.2	2,23	2,07	2,57	2,10

Warna

Warna Gula Aren hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 1. Nilai Kecerahan (L^*) Berkisar 30.64 - 74,36% Berdasarkan SNI 3743:2021 seluruh sampel gula aren dinyatakan masih memenuhi syarat mutu nasional.

Kenaikan kadar air yang mencapai 12,82% tersebut berakibat juga pada nilai kecerahan yang rendah dan profil rasa pahit akibat akumulasi polimer melanoidin. Selain itu, masuknya air ke dalam struktur kristal merusak ikatan antarmolekul gula, sehingga tekstur gula aren berubah menjadi lembek dan lengket, yang secara signifikan menurunkan ekseptabilitas panelis. Kondisi penurunan kecerahan ini dikonfirmasi secara linear oleh nilai kromatisitas a^* sebesar 23,23 dan nilai b^* sebesar 10,58 yang terbentuk.

Penurunan nilai L^* pada produk padat berbanding lurus dengan peningkatan kadar air bebas pada produk. Akibat penumpukkan polimer melanoidin pekat menyebabkan penurunan nilai reflektansi secara tajam (Triastono 2025).

kedekatan unit retail dengan zona basah merupakan variabel eksogen utama yang mengakselerasi transfer massa uap air lingkungan ke dalam komoditas pangan, yang secara linear mempercepat pembentukan senyawa polimer gelap yang menurunkan akseptabilitas visual konsumen (Setiarto 2020).

Kadar Air

Hasil uji kadar air dapat dilihat pada tabel 2. SNI 3743:2021 mensyaratkan kadar air gula palma minimal 10,0 %.

sampel A1, A2.1 dan A2.2 masih memenuhi standar mutu nasional secara ideal karena memiliki nilai kelayakan yang berada di bawah ambang batas maksimum, sebaliknya, A3.1 dan A3.2 secara nyata telah melewati ambang batas mutu SNI. Tingginya kadar air disebabkan adanya gradien tekanan uap yang ekstrem antara lingkungan mikro pasar dan permukaan produk.. Secara termodinamika, kondisi ini menyebabkan tekanan uap air di udara lingkungan jauh lebih tinggi dari pada tekanan uap air di permukaan gula aren. Hal ini menciptakan gradien tekanan uap yang mendorong molekul air dari udara untuk berdifusi masuk ke dalam matriks produk secara agresif. Karena gula bersifat sangat higroskopis, produk akan terus menyerap uap air hingga mencapai kesetimbangan dinamis, yang dalam kondisi pasar basah, titik kesetimbangan tersebut berada pada level kadar air yang sangat tinggi.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Megeita (2021) yang menyatakan bahwa stabilitas gula palma sangat ditentukan oleh interaksi tekanan uap permukaan produk dengan kelembaban lingkungan. lingkungan pasar tradisional yang basah

mempercepat migrasi massa air ke dalam produk pangan padat. Dengan demikian, penempatan lokasi penjualan di area basah merupakan faktor eksternal kritis yang memicu gradien tekanan uap negatif, yang pada akhirnya merusak integritas fisikokimia dan sensoris gula aren selama masa pemasaran (Ariyanto, 2022)

Kadar Abu

Hasil uji kadar abu pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1. Hasil analisis menunjukkan kadar abu gula aren tertinggi di peroleh pada sampel A3.2 sebesar 1,84%, sementara itu, nilai kadar abu terendah terdapat pada sampel A1 dengan nilai 1,15%. SNI 3743:2021 mensyaratkan kadar abu gula palma maksimal 2.5%. Sehingga seluruh sampel gula aren di pasar tradisional Kota Gorontalo dinyatakan masih memenuhi standar mutu nasional. Meskipun terdapat keragaman nilai kadar abu, persentase tersebut secara keseluruhan masih berada di bawah batas maksimal yang dilegalkan oleh regulasi pangan nasional. kadar abu pada gula aren tradisional sangat dipengaruhi oleh tingkat sanitasi selama proses distribusi, di mana produk tanpa kemasan primer lebih rentan terhadap

deposisi mineral dari lingkungan pasar (Wisnu, 2021)

Hidroksimetilfurfural

Hasil uji *Hidroksimetilfurfural* dapat dilihat pada tabel 1. kadar HMF tertinggi di peroleh pada sampel A2.1 dengan nilai 277,49 mg/kg dan nilai terendah terdapat pada sampel A3.2 dengan nilai 216,06 mg/kg. Meskipun secara legalitas formal SNI 3743:2021 untuk gula palma tidak menetapkan ambang batas maksimum kontaminan HMF, jika merujuk pada literatur ilmiah umum dan standar pangan internasional pemanis alami, kadar HMF idealnya berada di bawah 40 mg/kg. Tingginya angka HMF pada seluruh sampel secara ilmiah menandakan adanya akumulasi dehisrasi gula bebas yang terus berjalan akibat pengaruh suhu lingkungan dan durasi penyimpanan yang panjang selama produk berada di pasar tradisional. Kurniawan (2018) menyatakan bahwa stabilitas kimiawi gula aren sangat bergantung pada kemampuan produsen dalam mengontrol suhu titik didih nira dan efektivitas pengemasan dalam menghalangi migrasi uap air selama distribusi.

Warna

Hasil analisis organoleptik warna

mi basah dapat dilihat pada tabel 3. nilai kesukaan warna tertinggi di peroleh pada sampel A1 dengan nilai 6,17 (suka) dan nilai terendah terdapat pada sampel A3.2 dengan nilai 2,23 (tidak suka). tingginya skor pada sampel A1 disebabkan oleh lokasi pedagang berada dilingkungan yang kering sehingga meminimalkan penyerapan uap air atmosfer. Sebaliknya, pada sampel A3.2 disebabkan oleh kerusakan mutu fisik akibat penempatan lokasi penjual yang berdekatan dengan area basah, sehingga menciptakan lingkungan mikro dengan kelembaban relatif (RH) yang sangat jenuh. Hal ini sejalan dengana hasil penelitian Kalengkongan (2013) yang menyatakan bahwa atribut warna merupakan faktor penentu pertama dalam penilaian organoleptik gula aren, di mana kecenderungan panalis terhadap warna yang lebih cerah berkorelasi dengan ekspetasi rasa yang seimbang.

Aroma

Hasil uji organoleptik aroma gula dapat dilihat pada tabel 3. Dimana nilai kesukaan aroma tertinggi di peroleh pada sampel A1 dengan nilai 6,10 (suka) dan nilai terendah terdapat pada sampel A3.2 dengan nilai 2,07 (tidak suka). Tingginya skor kesukaan pada sampel A1 (6,10)

membuktikan bahwa panelis menilai mutu aroma sampel tersebut masih sangat ideal, yaitu memiliki aroma khas gula aren yang harum, kuat, dan segar. Karakteristik mutu aroma terjaga karena disebabkan oleh lokasi unit ritel pedagang yang berada di lingkungan yang kering dan bersih, sehingga meminimalkan kontaminasi bau asing dari luar serta mencegah kerusakan komponen volatil alami gula aren. Usman (2019) yang menyatakan bahwa kualitas aroma gula aren sangat ditentukan oleh proporsi senyawa kimia hasil degradasi termal, di mana suhu yang terlalu tinggi akan menggeser profil aroma dari karamel yang manis menjadi aroma yang pahit

Rasa

Hasil pengujian organoleptik rasa dapat dilihat pada tabel 3. Dimana hasil penelitian nilai organoleptik rasa tertinggi di peroleh pada sampel A1 dengan nilai 6,63 (sangat suka) dan nilai terendah terdapat pada sampel A3.2 dengan nilai 2,57 (tidak suka).

tingginya nilai pada sampel A1 disebabkan oleh pedagang menempatkan produk di area lingkungan yang kering dapat meminimalkan penyerapan uap air dari atmosfer pasar sehingga laju

hidrolisis sukrosa dapat dihambat. Sebaliknya, rendahnya nilai pada sampel A3.2 disebabkan oleh degradasi mutu kimia akibat buruknya kondisi lingkungan tempat penjualan. Penempatan produk yang berdekatan dengan area basah menyebabkan migrasi massa uap air bebas masuk secara agresif ke dalam matriks gula aren yang higroskopis. penelitian oleh Ayustaningwarno (2021) yang menyatakan bahwa stabilitas rasa pada pemanis alami tradisional sangat bergantung pada pencegahan reaksi browning non-enzimatis lanjut yang dapat merusak keseimbangan profil sensoris. Hal ini dipertegas oleh Muhani (2023) yang menjelaskan bahwa paparan lingkungan pasar yang lembab dan hangat memicu hidrolisis sukrosa menjadi gula pereduksi, yang kemudian secara kinetik lebih cepat berubah menjadi senyawa yang memberikan sensasi pahit.

Tekstur

Hasil pengujian organoleptik tekstur dapat dilihat pada tabel 3. Dimana hasil penelitian nilai organoleptik tekstur tertinggi di peroleh pada sampel A1 dengan nilai 6,00% (suka) dan nilai terendah terdapat pada sampel A3.2

dengan nilai 2,10% (tidak suka).

tingginya nilai tekstur disebabkan oleh lingkungan yang kering berhasil meminimalkan kontak produk dengan kelembaban relatif. Kondisi kering ini mengunci molekul air bebas sehingga struktur intermolekul gula aren tetap kompak, padat, kering dan tidak lengket. Sebaliknya, rendahnya nilai tekstur disebabkan oleh kerusakan akibat buruknya sanitasi selama pematangan. Lokasi penjual yang berjarak sangat dekat dengan area basah mengekspos produk pada uap air atmosfer berkonsentrasi tinggi. Sifat higroskopis gula aren menyebabkan produk menyerap uap air tersebut secara agresif, sehingga merusak matriks kristal padat menjadi lembek, basah, dan lengket.

penelitian Pawestri (2024) yang menyatakan bahwa tekstur merupakan salah satu parameter sensoris krusial pada gula aren, di mana tekstur yang keras dan tidak lengket diasosiasikan dengan kualitas yang sempurna dan rendahnya kadar air. Hal ini diperkuat oleh Sinaga (2025) yang menjelaskan bahwa sifat higroskopitas gula aren menyebabkan peningkatan aktivitas air di permukaan, yang secara signifikan menurunkan nilai kekerasan produk.

Penurunan parameter fisik ini secara otomatis menurunkan tingkat kesukaan konsumen karena tekstur yang lembek dianggap kurang praktis dalam penggunaan dan lebih rentan terhadap kontaminasi mikroba selama penyimpanan.

KESIMPULAN

Karakteristik fisikokimia gula aren di pasar tradisional Kota Gorontalo sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan unit jualan dan lama penyimpanan. Sampel dari lingkungan kering (A1, A2.1, A2.2) memenuhi standar SNI untuk kadar air, sementara seluruh sampel dari kelima pedagang memenuhi standar kadar abu nasional. Namun, suhu pasar yang hangat dan penyimpanan stok lama mempercepat reaksi pencoklatan non-enzimatis yang menurunkan kecerahan warna (L^*) serta memicu lonjakan kadar HMF melebihi ambang batas ideal (>40 mg/kg), dengan akumulasi tertinggi pada sampel A2.1 (277,49 mg/kg). penurunan mutu ini berbanding lurus dengan tingkat penerimaan sensori, di mana sampel A1 menjadi yang paling disukai panelis, sedangkan sampel A3.2 menjadi yang paling tidak disukai karena warnanya

yang terlalu gelap, berasa agak pahit,
serta berstekstur lembek dan lengket

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, W., & Asngad, A. (2015). Kandungan Vitamin C Dan Uji Organoleptik Fruithgurt Kulit Buah Semangka Dengan Penambahan Gula Aren Dan Kayu Secang. <https://eprints.ums.ac.id/id/eprint/32849>
- Ariyanto, A. (2022). Pengaruh Lama Waktu Pemasakan Nira Aren Terhadap Kualitas Gula Aren Cair. <https://repository.unja.ac.id/39979/>
- Ayustaningwarno, F., N. R.-F., & U. (2021). Teori dan Aplikasi Teknologi Pangan. Repository. Stikespersadanabire.Ac.Id. https://repository.stikespersadanabire.ac.id/assets/upload/files/docs_1702606238.pdf
- Barlina, R., Liwu, S., Manaroinson, E., Penelitian, B., Palma, T., & Raya, J. (2020). Potensi dan teknologi pengolahan komoditas aren sebagai produk pangan dan nonpangan. Pdfs.Semanticscholar.Org,39(Juni),35–47.
- Hadjar, N. (2024). Analisis Kadar Air Dan Kadar Hmf Pada Madu Hutan (Apis Dorsata Binghami) Di Kecamatan Asinua Kabupaten Konawe. Jurnal Celebica: Jurnal Kehutanan Indonesia, 5(1), 66-74.
- Kalengkongan, C., Pontoh, J., Sains, F. F.-J. I., & 2013, U. (2013). Hubungan antara beberapa kriteria kualitas dengan warna gula aren (Arenga pinnata Merr.). <https://www.academia.edu/download/ad/112787623/2438.pdf>
- Kurniawan, H., Bintoro, N., Rekayasa, J. K.-J. I., & 2018, U. (2018). Pendugaan umur simpan gula semut dalam kemasan dengan pendekatan arrhenius. <https://www.academia.edu/download/ad/117534031/60.pdf>
- Maspeke, P. N. S., Salengke, S., Muhidong, J., Dirpan, A., & Limonu, M. (2025, March). Potential application of ohmic heating in sugar palm (Arenga pinnata) sap processing. In *IOP conference series: earth and environmental science* (Vol. 1471, No. 1, p. 012064) IOP Publishing..
- Mita, S., Asyik, N., Sciences, M. S.-J. of agricultural, & 2022, U. (2022). Karakteristik kimia dan organoleptik gula aren yang diproduksi oleh masyarakat Desa Tanjung Batu dan Kabangka. <https://www.academia.edu/download/ad/124961488/16170.pdf>
- Megeita, C. (2021). Analisis Sorpsi Isotermis Untuk Menentukan Masa Simpan Gula Semut Yang Dikemas Dengan Biodegradable Ecopack. <https://digilib.unila.ac.id/60759/>
- Muhani, N., Retnaningsih, A., ... E. S.-P. T., & 2023, U. (2023). Pemberdayaan Masyarakat pada Industri Kecil Gula Aren. Tahtamedia.Co.Id. <http://tahtamedia.co.id/index.php/sj/article/view/56>
- Nurisa, N., Budaya, W. A.-S. J. S. dan, & 2025, undefined. (2025). Etnobotani Pengolahan Gula Aren di Desa Blangtemung Kecamatan Dabun Gelang Kabupaten Gayo

- Lues. Journal.Ccula.Org, 1(1), 79–88.
<https://journal.ccula.org/index.php/semasa/article/view/24>
- Pawestri, S., Fajar Perdhana, F., Raj Fuadi, M. ', Antesty, S., Saputra, O., & Penelitian, A. (2024). Karakteristik fisikokimiawi dan sensori hard candy gula aren dan madu trigona. Jurnal. Unismuhpalu.Ac.Id, 7(9), 3573–3584.
<https://doi.org/10.56338/jks.v7i9.5783>
- Pontoh, J., Online, A. W.-J. M. U., & 2014, U. (2014). Perbaikan proses pembuatan gula merah aren di pabrik gula aren masarang tomohon. Neliti.ComJ Pontoh, A WuntuJurnal MIPA Unsrat Online, 2014•neliti.Com.
<https://www.neliti.com/publication/s/116635/perbaikan-proses-pembuatan-gula-merah-aren-di-pabrik-gula-aren-masarang-tomohon>
- Rastika, K. D., Handayani, B. R., Amaro, M., & Jannah, M. (2025). Kajian Mutu Fisik, Kimia dan Mikrobiologi Gula Aren BumbungMenggunakan Metode Studi Deskriptif Komparatif. Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan, 4(1), 57–70.
<https://doi.org/10.30812/jtmp.v4i1.5090>
- Setiarto, R. (2020). Teknologi pengemasan pangan antimikroba yang ramah lingkungan.
<https://books.google.com>
- Sinaga, Y., Widyastuti, S., Ma'wa, M., Food, M. A.-P., & 2025, U. (2025). Optimasi Teknik Pengawetan dan Pendampingan GMP untuk Memperpanjang Masa Simpan Produk Gula Aren Niranta. Hilirisasi.Lppm.Unand.Ac.Id, 4(1), 82–89.
<https://doi.org/10.30812/jtmp.v4i1.5277>
- Triastono, I. (2025). Perbandingan Jenis Kemasan Vakum Dan Variasi Suhu Terhadap Umur Simpan Gula Kelapa Kulon Progo Menggunakan Metode
<https://eprints.instiperjogja.ac.id/id/eprint/4804/>
- WISNU Widjajanto, D., Abduh, S., Nimatullah Al-Baarri, A., & Rosyida, R. (2021). Peran Pendidikan Tinggi Pertanian Dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan Berkelanjutan.
<https://www.researchgate.net/profile/Rosyida->