



Artikel

Kajian Mutu Fisik, Kimia dan Mikrobiologi Gula Aren Bumbung Menggunakan Metode Studi Deskriptif Komparatif

Study of Physical, Chemical and Microbiological Qualities of Bumbung Palm Sugar Using A Descriptive Comparative Method

Ketut Deta Rastika¹, Baiq Rien Handayani^{1*}, Moegiratul Amaro¹, Mirriyadhil Jannah²

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Mataram, Mataram Indonesia

²Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jember, Jember, Indonesia

Informasi Artikel

Genesis Artikel:

Diterima:

22-05-2025

Disetujui:

09-07-2025

Keywords:

Bumbung palm sugar

Chemistry

Food Quality

Microbiology

Phyisic

ABSTRACT

Bumbung palm sugar is gaining popularity as a natural sweetener; however, its quality remains inconsistent and often falls short of national standards. This inconsistency is likely due to varying processing practices across production sites. However, comparative studies among different villages are still limited. This study aimed to evaluate the physical, chemical, and microbiological quality of bumbung palm sugar produced in five hamlets of Kekait Village. A descriptive-comparative approach was used with direct sampling from producers, followed by laboratory analysis. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) at a 5% significance level and followed by an Honestly Significant Difference (HSD) test. Results showed that production location significantly affected texture, moisture content, and sucrose level ($p < 0.05$), but not color or pH. Kekait Puncang had the highest yeast count (2.65×10^7 CFU/g), while mold ($<1.0 \times 10^2$ CFU/g) and total microbial counts ($<1.0 \times 10^4$ CFU/g) showed no significant differences. Palm sugar from Batu Butir best met the Indonesian National Standard (SNI) for color (reddish), moisture (9.3%), and sucrose (79.05%), followed by products from Kekait II and Thaebah. In conclusion, Batu Butir produced the highest-quality product. This study provides a basis for quality improvement and local agroindustry development of palm sugar.

ABSTRAK

Gula aren bumbung semakin populer sebagai pemanis alami, namun mutunya masih bervariasi dan belum seluruhnya memenuhi standar yang disebabkan oleh perbedaan pengolahan antar dusun, sementara studi mengenai hal tersebut masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi mutu fisik, kimia, dan mikrobiologi gula aren bumbung yang dihasilkan oleh lima dusun di Desa Kekait. Metode yang digunakan yaitu studi deskriptif komparatif dengan pengambilan sampel dari beberapa produsen di Desa Kekait, kemudian dilakukan analisis laboratorium. Selanjutnya dilakukan analisis ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%, dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi produksi berpengaruh nyata terhadap tekstur, kadar air, dan kadar sukrosa ($p < 0,05$), tetapi tidak terhadap warna dan pH. Kekait Puncang memiliki jumlah khamir tertinggi ($2,65 \times 10^7$ CFU/g), total kapang ($<1,0 \times 10^2$ CFU/g) dan total mikroba ($<1,0 \times 10^4$ CFU/g) tidak berbeda nyata antar lokasi. Gula aren bumbung dari Dusun Batu Butir paling memenuhi standar SNI dari aspek warna (merah), kadar air (9,3%) dan kadar sukrosa (79,05%), diikuti Kekait II dan Thaebah. Kesimpulan penelitian ini yaitu gula dari Dusun Batu Butir memiliki mutu terbaik. Penelitian ini dapat menjadi acuan pengembangan mutu dan agroindustri gula aren lokal.

Kata Kunci:

Fisik

Gula Aren Bumbung

Kimia

Mikrobiologi

Mutu Pangan.



*Penulis Korespondensi:

Email: baikriehs@unram.ac.id

doi: 10.30812/jtmp.v4i1.5090

Hak Cipta ©2025 Penulis, Dipublikasikan oleh Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

Cara Sitasi: Rastika, K.D (2025). Kajian Mutu Fisik, Kimia dan Mikrobiologi Gula Aren Bumbung Menggunakan Metode Studi Deskriptif Komparatif. Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan, 4(1), 57-70.

<https://doi.org/10.30812/jtmp.v4i1.5090>

1. PENDAHULUAN

Tanaman aren (*Arenga pinnata*) merupakan komoditas bernilai ekonomi yang berperan sebagai sumber pendapatan masyarakat dan devisa negara, dengan air niranya dimanfaatkan untuk menghasilkan produk olahan seperti gula aren sebagai bahan pelengkap makanan (Nopendra & Sidik, 2023). Berdasarkan data statistik (2024), luas panen aren mencapai 571,71 ha dan produksi aren di NTB tahun 2024 adalah 385,98 ton. Adapun kabupaten yang mendominasi adalah Lombok Barat dengan luas panen 198,52 ha dan area produksi 63,18 ton. Tanaman ini memiliki sifat multifungsi karena hampir seluruh bagian tanamannya dapat dimanfaatkan baik daun, batang, umbut, bunga, akar, ijuk, kawul, maupun hasil produksinya seperti buah, nira, dan pati (Aryani et al., 2015). Salah satu produk utama dari tanaman ini adalah gula aren, yang dihasilkan dari pengolahan nira segar dan memiliki nilai jual tinggi karena dapat dikonsumsi langsung maupun digunakan sebagai bahan baku industri makanan dan minuman (Hakim et al., 2015).

Gula aren juga dikenal sebagai gula merah atau gula palma yang dihasilkan melalui pemanasan nira segar hingga mengental dan berwarna cokelat kemerahan (Nopendra & Sidik, 2023). Nira yang digunakan sebagai bahan baku memiliki rasa manis, tidak berwarna, pH sekitar 6-7, dan total asam sekitar 0,1% (Manambangtua et al., 2018), total gula 13,9-14,9%, abu 0,4%, protein 0,2%, serta beragam asam organik-malat, askorbat, laktat, asetat, sitrat, piroglutamat, dan fumarat yang membentuk cita rasa khas gula (Setiawan, 2020). Proses pengolahannya umumnya masih tradisional ditingkat petani dengan pemanasan menggunakan tungku dan pengadukan manual terus-menerus. Dibandingkan gula kelapa, gula aren memiliki aroma lebih tajam, warna gelap, dan rasa lebih kuat (Nopendra & Sidik, 2023).

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas mutu gula aren dari berbagai aspek. Penelitian sebelumnya (Manambangtua et al., 2018) telah meneliti karakteristik nira dan hubungannya dengan kestabilan gula aren. Penelitian sebelumnya juga melakukan analisis mutu gula aren yang diproduksi oleh kecamatan Tiworo Selatan dan Tiworo Tengah Kabupaten Muna Barat menunjukkan hasil memenuhi SNI untuk kadar air, kadar abu, gula reduksi, kadar sukrosa, aktivitas antioksidan dan kadar tembaga (Cu) (Fatasyar et al., 2023). Selain itu, Yudho (2021) melakukan perbaikan mutu gula aren di desa Cidapad menjadi lebih menarik dari segi kemasan dan penyimpanan. Penelitian oleh Sukardi (2010) juga membandingkan karakteristik fisikokimia gula aren di wilayah Gunung Sari Lombok Barat, gula nira kelapa dan nira aren yang menunjukkan adanya perbedaan warna, aroma, dan tingkat kemanisan. Namun, sebagian besar kajian ini berfokus pada analisis di tingkat laboratorium atau skala penelitian kecil yang belum mencerminkan dinamika produksi tradisional di lapangan.

Di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), khususnya Kabupaten Lombok Barat, produksi gula aren merupakan salah satu mata pencaharian utama masyarakat. Produksi terbesar tercatat berasal dari Kecamatan Gunung Sari, termasuk Desa Kekait, yang dikenal sebagai sentra penghasil gula merah karena memiliki populasi pohon aren yang melimpah. Berdasarkan data tahun 2011, Kabupaten Lombok Barat memproduksi gula aren sebanyak 579.439 kg (Meikapasa et al., 2025). Di Desa Kekait, sekitar 986 petani secara aktif memproduksi gula aren dengan metode tradisional, yaitu memanaskan nira di atas tungku selama 3-4 jam langsung di lokasi kebun. Teknik pengolahan yang masih bersifat tradisional dan belum terstandarisasi menyebabkan mutu gula aren yang dihasilkan sangat bervariasi, baik dari segi warna, tekstur, aroma, maupun rasa. Variasi mutu tersebut dipengaruhi oleh faktor bahan baku, teknik pemanasan, jenis cetakan, dan lama proses. Hingga saat ini, belum banyak penelitian yang secara spesifik menilai mutu gula aren bumbung yang diproduksi oleh Desa Kekait serta faktor-faktor yang mempengaruhi kualitasnya. Sehingga, kebaruan dari penelitian ini yaitu melakukan analisis mutu gula aren. Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji mutu fisik, kimia, dan mikrobiologi gula aren bumbung dari berbagai lokasi produksi di Desa Kekait guna menjadi dasar dalam peningkatan mutu dan pengembangan agroindustri gula aren berbasis potensi lokal.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi timbangan analitik digital (Ohaus Pioneer, USA), oven pengering (Memmert UN55, Jerman), pH meter digital (Hanna Instruments HI2211, Romania), polarimeter digital (Atago SAC-i, Jepang), chromameter (Minolta Chroma Meter CR-400, Jepang), texture analyzer (Stable Micro Systems TA.XT Plus, UK), Autoklaf (Hirayama HV-85, Jepang), Inkubator (Memmert IN30, Jerman), laminar air flow (Esco, Singapura), colony counter (Stuart SC6, UK), alat-alat glassware lainnya.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sampel gula aren bumbung yang diperoleh dari lima dusun di Desa Kekait, Kabupaten Lombok Barat, yaitu Dusun Kekait II, Dusun Thaebah, Dusun Puncang, Dusun Kekait Daye, dan Dusun Batu Butir. Bahan tambahan yang digunakan untuk analisis laboratorium antara lain aquades, Buffer Peptone Water (BPW) (Oxoid, Inggris), media Plate Count Agar (PCA) (Merck, Jerman), media Potato Dextrose Agar (PDA) (Merck, Jerman), Yeast Extract Potato Dextrose Agar (YEPDA) (Merck, Jerman).

2.2. Metode

Penelitian ini menggunakan studi deskriptif komparatif dengan pengambilan sampel langsung dari produsen gula aren bumbung di lima dusun, yaitu Dusun Kekait II, Dusun Kekait Daye, Dusun Kekait Puncang, Dusun Thae-bah, dan Dusun Batu Butir. Seluruh sampel kemudian dianalisis di laboratorium untuk menilai karakteristik fisik, kimia, dan mikrobiologi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor, yaitu lokasi asal sampel. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5%, dan jika terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

2.3. Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik non-probability sampling, dengan pendekatan convenience sampling, yaitu metode pengambilan sampel non-acak berdasarkan ketersediaan dan kemudahan akses. Tahapan awal penelitian diawali dengan survei lapangan dan wawancara terhadap produsen gula aren bumbung untuk memperoleh informasi mengenai proses produksi gula aren bumbung. Sampel gula aren bumbung diperoleh dari masing-masing produsen di lima dusun (Dusun Kekait II, Dusun Thaebah, Dusun Puncang, Dusun Kekait Daye, dan Dusun Batu Butir). Sampel dikemas menggunakan wadah plastik steril yang telah disanitasi dengan alkohol, kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis mutu secara fisik, kimia, dan mikrobiologi.

2.4. Parameter Pengamatan

1. Uji Tekstur

Pengujian tekstur dilakukan menggunakan Texture Analyzer (Stable Micro Systems TA.XT Plus, Surrey-UK) dengan metode penekanan kompresi. Sampel gula aren dipotong berbentuk silinder berukuran 2 cm tinggi dan 2 cm diameter. Uji dilakukan menggunakan probe silinder berdiameter 36 mm dengan kecepatan tekan 1 mm/s hingga mencapai deformasi 50%. Data kekerasan (hardness) diperoleh dari nilai puncak maksimum gaya yang dibutuhkan untuk menekan sampel (Yosini et al., 2020).

2. Uji Warna

Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan colorimeter (Minolta Chroma Meter CR-400, Japan). Sampel gula aren dipotong dan permukaannya diratakan agar rata dan bersih dari kotoran. Parameter warna yang diamati meliputi L^* (kecerahan), a^* (kecenderungan merah-hijau), dan b^* (kecenderungan kuning-biru). Setiap pengukuran dilakukan pada tiga titik berbeda dari setiap sampel, dan hasilnya dirata-ratakan (Hutchings, 1994).

3. Kadar Air

Analisis kadar air dilakukan menggunakan metode oven pengering. Sebanyak ± 2 gram sampel gula aren ditimbang menggunakan timbangan analitik ($\pm 0,0001$ g), kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen yang telah dikeringkan dan ditimbang sebelumnya. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Setelah pendinginan dalam desikator, cawan ditimbang ulang. Kadar air dihitung dari selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan (SNI, 1992).

4. Kadar Sukrosa

Kadar sukrosa ditentukan dengan metode polarimetri menggunakan polarimeter (Atago Polarimeter SAC-i, Jepang). Sampel gula aren dilarutkan dalam aquades panas, kemudian disaring untuk menghilangkan partikel kasar. Larutan kemudian dimasukkan ke dalam tabung polarimeter dan nilai rotasi optiknya dibaca. Kadar sukrosa dihitung dengan rumus yang sesuai berdasarkan derajat rotasi optik (Agustiningasih, 2018).

2.5. Uji pH

Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter digital (Hanna Instruments HI2211, Romania). Sebanyak 10 gram sampel gula aren dilarutkan dalam 100 mL aquades, kemudian dihomogenkan menggunakan shaker. Elektroda pH meter dicelupkan ke dalam larutan, dan setelah stabil, nilai pH dicatat. Pengukuran dilakukan tiga kali ulangan untuk memastikan konsistensi data (Sudarmadji et al., 2007).

2.6. Total Mikroba, Khamir, dan Kapang

Analisis mikrobiologi dilakukan terhadap tiga parameter yaitu total mikroba, total khamir, dan total kapang. Total mikroba dihitung menggunakan metode hitung cawan (Pour Plate) pada media Plate Count Agar (PCA; Merck, Jerman). Sedangkan total khamir dan kapang dihitung menggunakan media Potato Dextrose Agar (PDA; Merck, Jerman). Sampel dilarutkan dalam Buffer Peptone Water (BPW; Oxoid, Inggris), diencerkan secara seri, kemudian diinokulasikan ke media dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 48–72 jam. Koloni dihitung dan dinyatakan dalam satuan CFU/g (Colony Forming Unit per gram sampel) (Vanderzant & Splittstoesser, 1992).

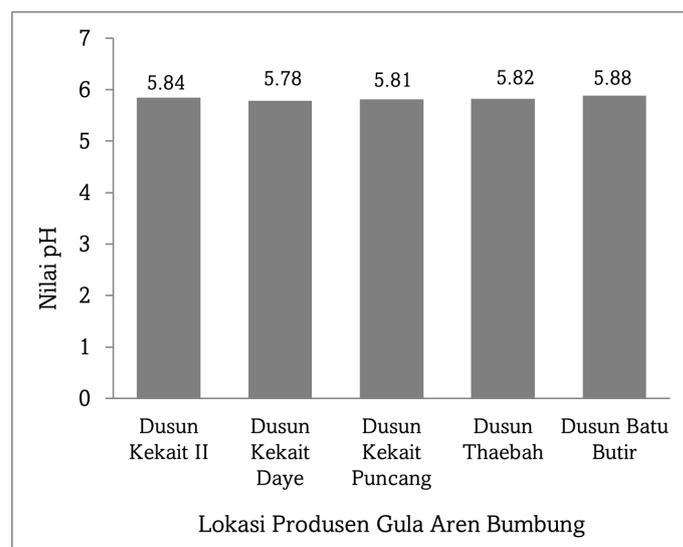
2.7. Analisis Data

Data hasil pengamatan dari setiap parameter (tekstur, warna, kadar air, kadar sukrosa, pH, total mikroba, khamir, dan kapang) dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui pengaruh lokasi produksi terhadap mutu gula aren bumbung. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan satu faktor perlakuan, yaitu lokasi asal sampel (lima dusun). Apabila hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) sebagai uji lanjut untuk membandingkan antar perlakuan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Nilai pH

Nilai pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki suatu zat, larutan atau benda (Harvyandha et al., 2019). Derajat keasaman atau nilai pH merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme (Fadilah et al., 2018). Nilai pH gula aren bumbung yang diproduksi produsen gula aren bumbung di Desa Kekait Lombok Barat dapat dilihat pada Gambar 1.



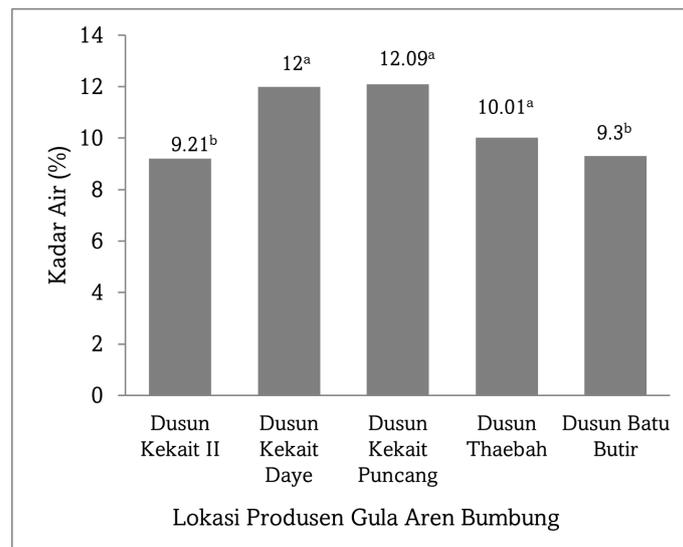
Gambar 1. Grafik mutu kima parameter nilai pH gula aren bumbung desa kekait

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH (derajat keasaman) gula aren bumbung yang diproduksi oleh produsen dari kelima dusun tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata secara statistik ($p > 0,05$), dengan rentang pH antara 5,78 hingga 5,88. Nilai pH tertinggi terdapat pada gula aren bumbung asal Dusun Batu Butir sebesar 5,88, diikuti oleh Dusun Kekait II sebesar 5,84, Dusun Thaebah sebesar 5,82, Dusun Puncang sebesar 5,81, dan nilai pH terendah berasal dari Dusun Kekait Daye sebesar 5,78. Penelitian ini sebanding dengan penelitian yang dilakukan oleh Fitri et al. (2024) yang mengidentifikasi sifat fisikokimia gula merah yang berasal dari Desa Tetewua Kecamatan Kolaka Timur yang menghasilkan nilai pH 4,38 – 6,14. Nilai pH gula aren bumbung yang dihasilkan juga sangat dipengaruhi oleh pH bahan bakunya yaitu nira aren mulai dari proses penyadapan hingga pemasakan (Nurchali et al., 2024). Nira yang baik untuk pembuatan gula merah berada pada pH 4-6 (Kalengkongan et al., 2013; Ulaan et al., 2020). Pada awal penyadapan, nilai pH gula aren di Desa Kekait berada pada kisaran pH 6,0-7,5 (Ansar et al., 2019). Selain faktor bahan baku, terdapat faktor lain yang mempengaruhi pH gula aren yang dihasilkan seperti penambahan bahan tambahan pangan, kandungan gula reduksi, kontaminasi mikroba, lama

pemasakan dan penyimpanan. Penelitian sebelumnya [Ansar et al. \(2019\)](#) menyebutkan bahwa suhu dan lama simpan akan mempengaruhi pH gula aren yang dihasilkan. Nilai pH umumnya akan mengalami penurunan selama penyimpanan karena adanya aktivitas mikroorganisme yang dapat menghasilkan asam-asam organik yang dapat menurunkan pH.

3.2. Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu sifat kimia dari bahan pangan yang menunjukkan banyaknya air yang terdapat dalam suatu produk. Kandungan air yang tinggi pada suatu produk dapat menyebabkan kualitas produk tersebut menjadi rendah ([Kusnandar, 2006](#)). Pengukuran kadar air pada produk pangan sangatlah penting karena tinggi atau rendahnya kadar air pada suatu produk pangan akan menentukan mutu akhir dari suatu produk ([Wisnu Murti et al., 2021](#)). [Citrawati \(2017\)](#) menyatakan bahwa kadar air dalam produk pangan akan ikut menentukan penerimaan konsumen dan daya tahan produk pangan tersebut. Kadar air gula aren bumbung yang diproduksi produsen gula aren bumbung di Desa Kekait Lombok Barat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik mutu kima parameter kadar air gula aren bumbung desa kekait

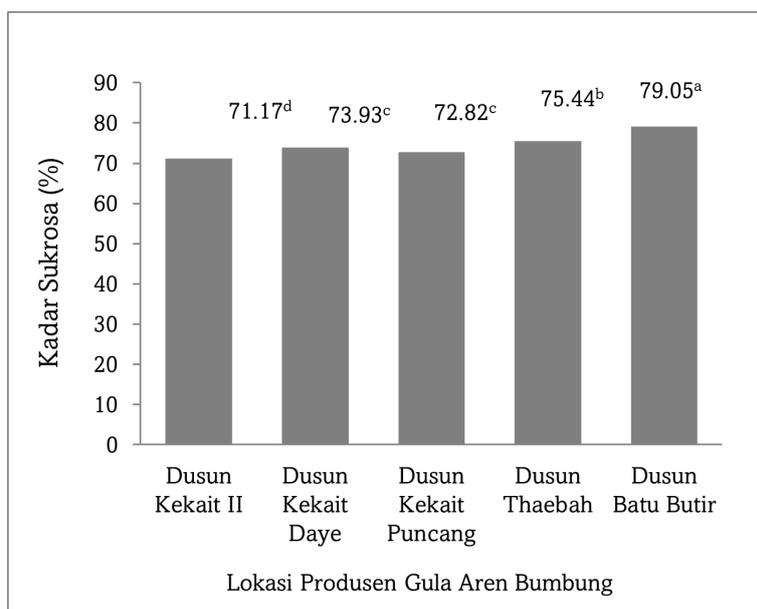
Berdasarkan Gambar 2, hasil analisis kadar air gula aren bumbung dari lima dusun menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan hasil uji ANOVA ($p > 0,05$). Perbedaan ini diduga disebabkan oleh variasi lokasi produksi dan proses pemasakan nira. Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa waktu pemasakan mempengaruhi kadar air yaitu semakin lama waktu pemasakan, semakin rendah kadar air produk. Umumnya, produsen di Desa Kekait memasak nira selama \pm jam. Kadar air tertinggi ditemukan pada gula aren bumbung dari Dusun Puncang (12,9%) dan Dusun Kekait Daye (12%). Berdasarkan data wawancara, diketahui bahwa produsen di kedua dusun tersebut memperoleh sekitar 15–30 liter nira per hari dan menghasilkan 7–15 biji gula aren bumbung. Hal ini menunjukkan bahwa kadar air dalam nira relatif tinggi, sehingga kadar air pada produk akhir juga tinggi. Gula aren bumbung dari Dusun Kekait II memiliki kadar air sebesar 9,21%, dengan hasil produksi 10–20 biji dari 20–45 liter nira. Sementara itu, gula aren bumbung dari Dusun Thaebah memiliki kadar air sebesar 10,01%, dengan hasil produksi 7–20 biji dari 10–25 liter nira. Gula aren bumbung dari Dusun Batu Butir menunjukkan kadar air sebesar 9,30%, dengan hasil produksi 30 biji dari 50 liter nira.

Berdasarkan data tersebut, dapat dilihat bahwa perbandingan antara volume nira dan jumlah biji gula aren yang dihasilkan memengaruhi kadar air produk akhir. Semakin sedikit jumlah gula yang dihasilkan dari volume nira yang relatif besar, maka kemungkinan air yang tertinggal dalam produk akhir masih tinggi. Hal ini tampak jelas pada produk dari Dusun Puncang dan Dusun Kekait Daye, yang memiliki hasil produksi lebih sedikit dari volume nira yang digunakan, dan kadar airnya melebihi batas maksimum SNI. Menurut SNI 01-3743-1995 tentang gula aren cetak, kadar air maksimum yang diperbolehkan adalah 10%. Berdasarkan standar ini, produk dari Dusun Kekait II, Dusun Thaebah, dan Dusun Batu Butir memenuhi persyaratan, sedangkan produk dari Dusun Puncang dan Dusun Kekait Daye tidak memenuhi ketentuan tersebut. Perbedaan kadar air ini dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah teknik dan durasi pemasakan. Hasil wawancara menunjukkan bahwa waktu pemasakan di lima dusun tersebut berkisar antara 4–5 jam. Namun demikian, perbedaan praktik selama proses pemasakan, seperti besar kecilnya api, frekuensi pengadukan, dan ketelitian produsen dalam memastikan kekentalan akhir, dapat menyebabkan perbedaan dalam kadar air produk.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya [Fatasyar et al. \(2023\)](#) yang melaporkan bahwa kadar air gula aren di Kabupaten Muna Barat berada pada kisaran 10%. Selain itu, hasil kadar air gula aren pada penelitian ini diperkuat dengan penelitian sebelumnya bahwa kadar air gula aren gelondongan yaitu sekitar 9,39-10,34% ([Pontoh, 2019](#)). Sementara itu, penelitian lain [Muchaymien et al. \(2014\)](#) menunjukkan bahwa kadar air rendah akan memperpanjang masa simpan karena aktivitas mikroorganisme akan lebih rendah pada kadar air yang minim. Oleh karena itu, kadar air menjadi salah satu parameter penting dalam menjamin mutu dan daya simpan gula aren.

3.3. Kadar Sukrosa

Sukrosa merupakan senyawa karbohidrat golongan disakarida yang apabila mengalami hidrolisis akan terurai menjadi dua molekul monosakarida, yaitu glukosa dan fruktosa [Agustiningsih \(2018\)](#). Kadar sukrosa dalam produk pangan seperti gula aren penting untuk menunjukkan kemurnian serta kualitas produk akhir. Nilai kadar sukrosa gula aren bumbung yang diproduksi oleh lima dusun di Desa Kekait dapat dilihat pada Gambar 3.



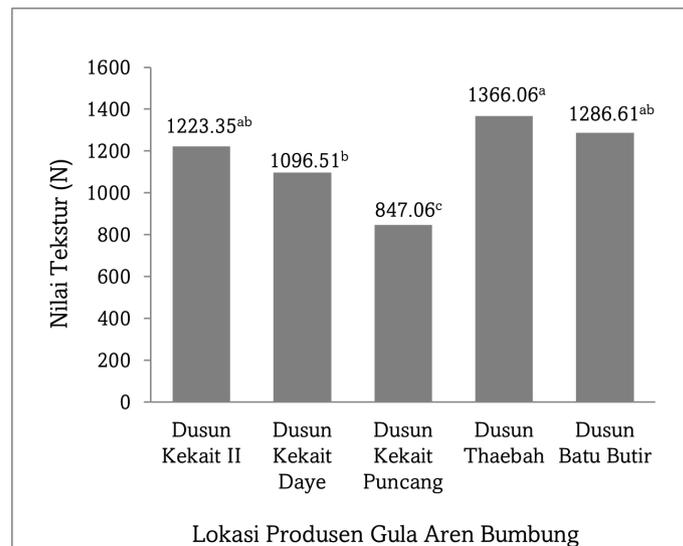
Gambar 3. Grafik mutu kima parameter kadar sukrosa gula aren bumbung desa kekait

Berdasarkan Gambar 3, kadar sukrosa tertinggi hingga terendah secara berurutan terdapat pada gula aren bumbung dari Dusun Batu Butir sebesar 79,05%, Dusun Thaebah sebesar 75,4%, Dusun Kekait Daye sebesar 73,93%, Dusun Kekait Puncang sebesar 72,82%, dan yang terendah adalah Dusun Kekait II sebesar 71,17%. Menurut SNI 01-3743-1995, kadar sukrosa minimal yang diperbolehkan dalam produk gula aren bumbung cetak adalah sebesar 77%. Dengan demikian, hanya gula aren bumbung dari Dusun Batu Butir yang memenuhi persyaratan standar nasional, sementara keempat dusun lainnya belum memenuhi batas minimal tersebut.

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya [Arifan et al. \(2019\)](#) yang melaporkan bahwa kadar sukrosa gula aren di Desa Pledokan, Sumowono, berkisar antara 62,5% hingga 88,6%, dengan rata-rata sebesar 76,6%. Dari total sampel yang diteliti, hanya sebagian yang memenuhi standar SNI. Penelitian serupa oleh di Kabupaten Gianyar juga menunjukkan kadar sukrosa gula aren kristal sebesar 70,25%, yang berada di bawah ambang batas standar nasional, namun tetap dinilai layak dikonsumsi secara lokal ([Swastini et al., 2017](#)). Perbedaan kadar sukrosa antar wilayah produksi dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Kandungan sukrosa sangat dipengaruhi oleh varietas tanaman aren, kualitas nira sebagai bahan baku, serta perlakuan terhadap nira selama penyadapan ([Marsigit, 2005](#)). Faktor lain yang memengaruhi adalah teknik pengolahan, seperti lama waktu pemasakan dan intensitas pemanasan. Selain itu, kadar sukrosa yang tinggi dapat berdampak pada penurunan aroma khas gula aren, sehingga beberapa produsen sengaja tidak memaksimalkan kadar sukrosa untuk mempertahankan karakteristik sensoris produk ([Elfriede et al., 2024](#)). Dengan mempertimbangkan hasil penelitian ini dan studi-studi terdahulu, dapat disimpulkan bahwa kadar sukrosa gula aren sangat dipengaruhi oleh faktor bahan baku dan proses produksi. Oleh karena itu, peningkatan mutu gula aren bumbung perlu dilakukan tidak hanya melalui pengendalian proses, tetapi juga dengan seleksi bahan baku nira yang memiliki kandungan gula tinggi dan praktik penyadapan yang higienis dan efisien.

3.4. Tekstur

Tekstur gula aren bumbung yang diproduksi produsen gula aren bumbung di Desa Kekait Lombok Barat dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan hasil pengamatan dan uji laboratorium, tekstur gula aren bervariasi antar lokasi produksi, mulai dari keras dan padat hingga agak lembab dan mudah hancur. Salah satu faktor utama yang memengaruhi tekstur tersebut adalah kadar air dalam produk. Kadar air yang tinggi cenderung menyebabkan tekstur gula menjadi lebih lunak, lembab, dan mudah leleh. Sebaliknya, kadar air yang rendah menghasilkan tekstur yang lebih padat, keras, dan stabil. Hal ini sesuai dengan pendapat Nur et al. (2023) yang menyatakan bahwa gula bersifat higroskopis, yakni mudah menyerap air dari lingkungan. Oleh karena itu, apabila kadar air bahan atau lingkungan pengolahan tinggi, gula akan menyerap lebih banyak air dan menghasilkan produk akhir yang lebih lembab.



Gambar 4. Grafik mutu fisik parameter tekstur gula aren bumbung desa kekait

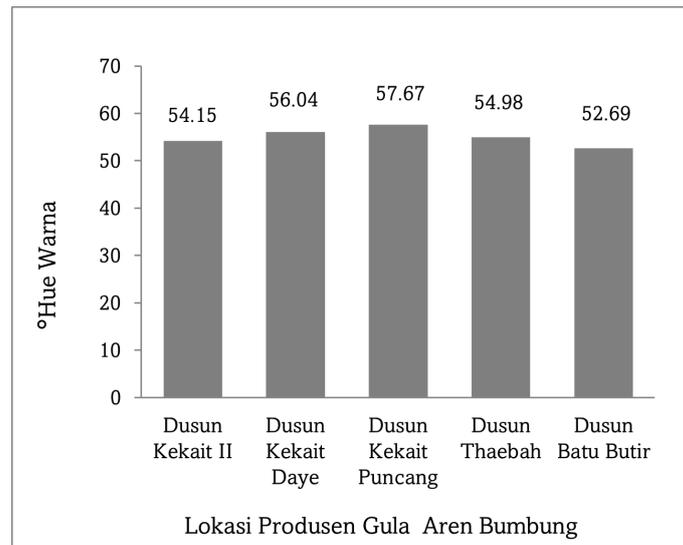
Berdasarkan Gambar 4, nilai kekerasan (tekstur) terendah diperoleh pada gula aren bumbung dari Dusun Kekait Puncang sebesar 847,06 N, diikuti oleh Dusun Kekait Daye sebesar 1.096,5 N. Rendahnya nilai kekerasan ini berkorelasi dengan tingginya kadar air masing-masing produk, yaitu 12,09% pada Kekait Puncang dan 12% pada Kekait Daye. Korelasi negatif ini menunjukkan bahwa kadar air yang tinggi berkontribusi terhadap penurunan kekerasan tekstur. Secara ilmiah, hal ini dapat dijelaskan karena air bersifat plastisator terhadap gula. Ketika kadar air dalam produk tinggi, air akan melunakkan struktur matriks gula dan menurunkan daya tahan produk terhadap tekanan. Hal ini disebabkan oleh sifat higroskopis gula yang membuatnya menyerap kelembapan dan menjadikannya lebih lunak dan mudah hancur.

Sebaliknya, gula aren bumbung dari Dusun Kekait II (1.223,35 N; kadar air 9,21%), Dusun Thaebah (1.366,06 N; kadar air 10,01%), dan Dusun Batu Butir (1.286,61 N; kadar air 9,3%) menunjukkan kekerasan yang lebih tinggi dan tidak berbeda nyata secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa kadar air yang lebih rendah cenderung menghasilkan tekstur yang lebih keras dan padat. Pernyataan ini didukung oleh penelitian sebelumnya Ozel et al. (2024) terhadap permen madu yang menemukan bahwa kenaikan kadar air sebesar 0,4% dapat menurunkan kekerasan produk hingga 15%. Sarkar et al. (2023) juga melaporkan bahwa produk palm sugar dengan kadar air di bawah 7% menunjukkan kekerasan yang jauh lebih tinggi dibandingkan produk dengan kadar air di atas 10%. Hau et al. (2016) menegaskan bahwa peningkatan waktu pemasakan dari 26 menit menjadi 30 menit menghasilkan gula aren dengan kuat tekan yang lebih tinggi. Mereka juga menyatakan bahwa tekstur gula dipengaruhi oleh kandungan lemak, pektin, dan protein dalam nira. Lemak bertindak sebagai pelumas yang dapat menurunkan gesekan antar-kristal, sementara pektin dan protein membentuk matriks yang menyatukan partikel gula. Ketika kadar air menurun akibat pemanasan, jaringan ini menjadi lebih padat dan kohesif, sehingga meningkatkan kekerasan produk akhir.

3.5. Warna

Warna merupakan salah satu atribut mutu visual pertama yang diamati konsumen dalam menilai kualitas suatu produk. Warna yang menarik akan meningkatkan daya tarik dan penerimaan konsumen terhadap produk pangan. Warna sangat memengaruhi persepsi kualitas produk karena memberikan kesan awal terhadap kesegaran,

tingkat kematangan, dan mutu keseluruhan. Hal ini diperkuat oleh [Meikapasa et al. \(2025\)](#) bahwa warna merupakan indikator penting dalam menentukan tingkat penerimaan gula aren secara organoleptik.



Gambar 5. Grafik mutu fisik parameter °hue warna gula aren bumbung desa kekait

Warna gula aren bumbung yang diproduksi oleh lima dusun di Desa Kekait dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai hue (°Hue) yang diperoleh dari analisis warna menunjukkan bahwa gula aren bumbung dari Dusun Kekait Puncang memiliki nilai tertinggi sebesar 57,67 (Yellow Red), diikuti oleh Dusun Kekait Daye sebesar 56,04 (Yellow Red), Dusun Thaebah sebesar 54,98 (Yellow Red), Dusun Kekait II sebesar 54,15 (Yellow Red), dan nilai terendah terdapat pada gula aren bumbung dari Dusun Batu Butir sebesar 52,69 (Red). Seluruh produk berada dalam rentang warna yellow red hingga red, atau secara visual tampak sebagai kuning kecokelatan hingga merah kecokelatan.

Rentang nilai tersebut masih sesuai dengan ketentuan warna dalam SNI 01-3743-1995, yaitu berwarna kuning hingga coklat. Oleh karena itu, seluruh sampel gula aren bumbung dari lima dusun di Desa Kekait dapat dikatakan memenuhi persyaratan mutu warna berdasarkan standar nasional. Kesamaan warna antarsampel kemungkinan besar dipengaruhi oleh keseragaman proses produksi, terutama pada tahapan pemasakan nira yang dilakukan selama 3 hingga 4 jam. Proses pemanasan berperan penting dalam pembentukan warna gula melalui reaksi karamelisasi dan Maillard. Menurut [Azizah et al. \(2016\)](#), suhu tinggi selama pemasakan akan mempercepat proses degradasi gula menjadi senyawa berwarna coklat seperti hidrosimetilfurfural (HMF), yang memberikan warna khas pada gula aren.

Temuan dalam penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian oleh [Elfriede et al. \(2024\)](#) yang melaporkan bahwa gula aren yang diproduksi melalui pemasakan intensif dengan nira segar berkualitas baik cenderung menghasilkan warna coklat cerah hingga kemerahan, sesuai preferensi pasar. Selain itu, [Murniati et al. \(2015\)](#) menemukan bahwa gula aren dengan nira segar (tidak terfermentasi) yang dimasak pada suhu sedang-tinggi menghasilkan nilai hue 53–58, yang mendekati nilai-nilai dalam penelitian ini.

Jenis gula yang menunjukkan karakteristik warna seperti hasil penelitian ini kemungkinan besar merupakan gula aren cetak tradisional berbasis nira murni yang diperoleh dari pohon aren jenis *Arenga pinnata*. Kualitas warna yang merata dan sesuai standar menunjukkan bahwa nira yang digunakan tidak mengalami fermentasi awal. Ciri-ciri nira berkualitas baik adalah jernih, tidak berbuih, tidak berlendir, serta memiliki rasa manis alami. Menurut [Kalengkongan et al. \(2013\)](#), nira yang mulai terfermentasi menghasilkan gula dengan warna lebih gelap hingga kehitaman karena terjadi pembentukan pigmen hasil degradasi protein dan gula. Warna gula aren bumbung yang diproduksi Desa kekait dapat dilihat pada Gambar 6a-e. Warna gula aren bumbung produksi Desa Kekait yang masuk dalam kisaran kuning hingga merah kecokelatan dipengaruhi oleh kualitas bahan baku yang baik dan proses pemanasan yang optimal. Hasil ini konsisten dengan berbagai studi terkini yang menunjukkan bahwa pengolahan nira segar dalam waktu dan suhu pemasakan yang tepat akan menghasilkan warna gula yang sesuai dengan standar dan preferensi konsumen.



Gambar 6a. Gula aren bumbung dusun kekait i



Gambar 6b. Gula aren bumbung dusun kekait daye



Gambar 6c. Gula aren bumbung dusun kekait puncang



Gambar 6d. Gula aren bumbung dusun thaebah



Gambar 6e. Gula aren bumbung dusun batu butir

3.6. Total Mikroba

Pertumbuhan mikroba pada suatu produk merupakan indikator kebersihan lokasi dan pekerja selama pengolahan. Total mikroba dalam produk dapat berasal dari banyak faktor, diantaranya adalah faktor udara, sanitasi pekerja, alat pengolahan dan tempat pengolahan. Jumlah total mikroba pada gula aren bumbung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Purata Total Mikroba Gula Aren Bumbung

Produsen Gula aren Bumbung	Total Mikroba (CFU/g)
Dusun Kekait II	$<1,0 \times 10^4 \pm 0,00$
Dusun Kekait Daye	$<1,0 \times 10^4 \pm 0,00$
Dusun Kekait puncang	$<1,0 \times 10^4 \pm 0,00$
Dusun Thaebah	$<1,0 \times 10^4 \pm 0,00$
Dusun Batu Butir	$<1,0 \times 10^4 \pm 0,00$

Berdasarkan hasil analisis yang disajikan pada Tabel 1, diketahui bahwa jumlah cemaran mikroba pada gula bumbung dari Dusun Kekait II, Kekait Daye, Kekait Puncang, Thaebah, dan Batu Butir berada dalam kisaran $<1,0 \times 10^4$ CFU/g. Nilai ini masih berada dalam batas aman menurut standar mutu mikrobiologis pangan, seperti SNI 7388:2009 maupun standar ICUMSA (maksimum 1×10^5 CFU/g untuk gula padat), sehingga gula bumbung dari kelima dusun tersebut dapat dikategorikan memiliki mutu mikrobiologis yang baik dan layak dikonsumsi.

Rendahnya jumlah cemaran mikroba tersebut sangat mungkin disebabkan oleh proses pemanasan yang dilakukan selama pembuatan gula. Proses pemasakan nira selama 3–4 jam berperan sebagai pasteurisasi alami yang efektif dalam menurunkan atau bahkan mengeliminasi mikroorganisme patogen. Ansar et al. (2019) melaporkan bahwa semakin tinggi suhu dan semakin lama durasi pemanasan, maka jumlah mikroba dalam nira akan menurun

secara signifikan, karena sebagian besar mikroorganisme tidak dapat bertahan pada suhu tinggi.

Selain faktor termal, mutu mikrobiologis juga dipengaruhi oleh praktik sanitasi selama proses produksi. Kebersihan lingkungan kerja, sanitasi peralatan, serta higienitas pekerja memainkan peran penting dalam mencegah kontaminasi ulang pasca-pemanasan. [Elfriede et al. \(2023\)](#) dalam penelitiannya di Desa Menggala, Lombok Utara, menyatakan bahwa meskipun proses pemanasan cukup optimal, kontaminasi mikroba tetap dapat terjadi apabila sanitasi lingkungan dan kebersihan alat kurang diperhatikan. Sementara itu, [Dewi et al. \(2023\)](#) melaporkan bahwa gula aren tradisional dari Baduy memiliki nilai TPC < 30 CFU/g, yang dikaitkan dengan penggunaan nira segar, lingkungan pengolahan yang bersih, dan proses produksi yang higienis.

Rendahnya kandungan mikroba ini kemungkinan besar disebabkan oleh kombinasi proses pasteurisasi alami selama pemasakan, dan kemasan yang bersih serta rapat setelah produksi. Studi oleh [Jacob et al. \(2023\)](#) menunjukkan bahwa gula kelapa kristal yang dikemas dalam kondisi vakum dan food-grade mampu mempertahankan TPC < 1×10^4 CFU/g hingga selama 6 minggu. Selain itu, peneliti terbaru dalam *Food Packaging and Shelf Life* (2023) menegaskan bahwa penggunaan kemasan kedap udara secara signifikan menurunkan paparan mikroba dibandingkan kemasan terbuka, terutama pada gula dan produk serupa.

3.7. Total Khamir

Khamir (yeast) merupakan mikroorganisme dari golongan fungi yang termasuk uniseluler. Khamir banyak ditemukan diberbagai tempat seperti buah-buahan, biji-bijian dan makanan yang mengandung gula ([Widiastutik & Alami, 2014](#)). Adapun hasil pengamatan kajian mutu gula aren bumbung terhadap jumlah total khamir dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Purata Total Khamir Gula Aren Bumbung

Produsen Gula Aren Bumbung	Total Khamir (CFU/g)
Dusun Kekait II	$1,0 \times 10^5 \pm 1,00$
Dusun Kekait Daye	$1,0 \times 10^5 \pm 1,00$
Dusun Kekait puncang	$2,65 \times 10^5 \pm 4,59$
Dusun Thaebah	$1,0 \times 10^5 \pm 1,00$
Dusun Batu Butir	$1,0 \times 10^5 \pm 1,00$

Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa gula aren bumbung dari Dusun Kekait Puncang memiliki jumlah total khamir tertinggi dengan rata-rata $2,65 \times 10^5$ CFU/g. Nilai ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan empat dusun lainnya yang memiliki rata-rata sekitar $1,00 \times 10^5$ CFU/g. Tingginya jumlah khamir pada produk dari Dusun Kekait Puncang diduga berkaitan dengan kadar air yang lebih tinggi, yaitu 12,09%, dibandingkan dengan sampel dari dusun lain. Kadar air yang tinggi menciptakan lingkungan yang lebih lembap dan mendukung pertumbuhan mikroorganisme osmotoleran seperti khamir.

Kehadiran khamir dalam jumlah tinggi pada produk gula aren bumbung dapat dijelaskan oleh karakteristik lingkungan dan kandungan kimia produk tersebut. Gula aren bumbung merupakan produk pangan yang mengandung gula dalam konsentrasi tinggi, sehingga sangat mendukung pertumbuhan mikroorganisme osmotoleran seperti khamir. [Widiastutik & Alami \(2014\)](#) menyatakan bahwa khamir umumnya ditemukan dalam jumlah tinggi pada bahan pangan yang memiliki kadar gula tinggi. Faktor lingkungan seperti kadar air, pH, suhu, dan keberadaan oksigen sangat memengaruhi pertumbuhan khamir ([Elfriede et al., 2023](#)). Penelitian lain mengatakan bahwa jumlah khamir juga dapat dipengaruhi oleh sanitasi wadah pada penampungan nira yang digunakan ([Sinaga et al., 2025](#)). Kadar air yang tinggi dapat menciptakan lingkungan yang mendukung aktivitas mikroba, termasuk khamir. Berdasarkan data yang diperoleh, gula aren bumbung dari Dusun Kekait Puncang memiliki kadar air tertinggi, yaitu 12,09%, yang diduga menjadi salah satu faktor utama yang mendorong tingginya populasi khamir pada produk tersebut.

3.8. Total Kapang

Kapang merupakan mikroorganisme dari kelompok fungi multiseluler yang tumbuh membentuk hifa atau miselium. Pertumbuhannya dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, seperti ketersediaan nutrisi, kelembapan di atas 70%, suhu antara 20–30°C, dan pH berkisar 2,0–8,5 ([Miranti et al., 2014](#)). Hasil pengamatan terhadap total kapang pada gula aren bumbung dari lima dusun di Desa Kekait disajikan pada Tabel 2.

Tabel 3. Purata Total Kapang Gula Aren Bumbung

Produsen Gula Aren Bumbung	Total Kapang (CFU/g)
Dusun Kekait 2	$<1,0 \times 10^2 \pm 1,00$
Dusun Kekait Daye	$<1,0 \times 10^2 \pm 1,00$
Dusun Kekait puncang	$<1,0 \times 10^2 \pm 1,00$
Dusun Thaebah	$<1,0 \times 10^2 \pm 1,00$
Dusun Batu Butir	$<1,0 \times 10^2 \pm 1,00$

Berdasarkan data tersebut, seluruh sampel gula aren bumbung menunjukkan nilai total kapang yang sangat rendah, yaitu $<1,0 \times 10^2$ CFU/g, yang masih berada jauh di bawah ambang batas cemaran kapang menurut standar mutu pangan nasional maupun internasional. Nilai ini mengindikasikan bahwa gula aren bumbung yang dihasilkan memiliki mutu mikrobiologis yang baik dari aspek cemaran kapang.

Rendahnya total kapang ini kemungkinan besar berkaitan erat dengan kadar air produk yang relatif rendah, yaitu antara 9% hingga 12%. Produk dengan kadar air rendah cenderung memiliki daya simpan yang lebih lama dan risiko kontaminasi mikroorganisme yang lebih rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Fitri et al. (2024) yang menyatakan bahwa kadar air merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan kapang, di mana produk dengan kadar air tinggi akan lebih rentan mengalami kontaminasi dibandingkan dengan produk berkadar air rendah.

Hasil ini juga sejalan dengan penelitian Dewi et al. (2023), yang melaporkan bahwa gula aren tradisional masyarakat Baduy tidak menunjukkan pertumbuhan kapang maupun khamir setelah melalui proses pemasakan dan pengemasan yang higienis. Sementara itu, studi lain oleh Phaichamnan et al. (2010) terhadap konsentrat gula aren di Thailand menunjukkan bahwa kadar kapang dapat mencapai 10^2 hingga 10^4 CFU/mL bila penyimpanan dan kadar air tidak dikendalikan dengan baik.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa mutu fisik, kimia, dan mikrobiologi gula aren bumbung dari lima dusun di Desa Kekait bervariasi, terutama pada parameter tekstur, kadar air, dan kadar sukrosa, sementara warna dan pH relatif seragam. Gula dari Dusun Batu Butir menunjukkan mutu terbaik karena memenuhi standar SNI, sedangkan produk dari Dusun Kekait Puncang memiliki kadar air dan jumlah khamir tertinggi, yang diduga akibat sanitasi yang kurang optimal. Temuan ini menegaskan perlunya standardisasi proses pengolahan tradisional sebagai dasar pembinaan teknis dan pengembangan agroindustri gula aren berbasis potensi lokal yang lebih konsisten dan berdaya saing.

5. DEKLARASI

Taksonomi Peran Kontributor

Penulis 1: Penulisan – Draf Asli, Penulisan – Review & Editing, Konseptualisasi, Analisis Formal, Investigasi, Sumber Daya, Visualisasi. Penulis 2 dan Penulis 3: Konseptualisasi, Analisis Formal, Penyelidikan, Pengawasan. Penulis 4: Writing – Review & Editing, Visualisasi, Supervisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningsih, S. (2018). *Pengaruh konsentrasi CaCl dan sukrosa terhadap beberapa komponen mutu manisan tomat (Lycopersicon esculentum)*. PhD thesis, Mataram.
- Ansar, Nazaruddin, & Azis, A. D. (2019). Pengaruh Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Perubahan PH dan Warna Nira Aren (Arenga Pinnata Merr) Setelah Penyadapan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 8(1), 40–48. <https://doi.org/10.5555/20193173212>.
- Arifan, F., Winarni, S., Broto, R. W., Fuadi, A., Devara, H. R., & Elviana, D. (2019). Nutritional content and quality analysis of palm sugar in pledokan village, sumowono. *Indian Journal of Public Health Research and Development*, 10(11), 1700–1703. <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2019.03793.8>.

- Aryani, T., Chairul, & Sri, R. (2015). Pembuatan bioetanol dengan proses fermentasi nira aren menggunakan *Saccharomyces cereviceae* dengan variasi pH awal dan waktu fermentasi. *JOM FTEKNIK*, 2(1), 1–5.
- Azizah, Z., Rasyid, R., & Kartina, D. (2016). Pengaruh pengulangan dan lama penyimpanan terhadap ketengikan minyak kelapa dengan metode asam thiobarbiturat (tba). *Jurnal Farmasi Higea*, 8(2), 189–200.
<https://doi.org/10.52689/higea.v8i2.150>.
- Citrawati, I. (2017). *Kajian mutu mie yang beredar di Kota Mataram. [Skripsi]*. PhD thesis.
- Dewi, R. T., Elfriede, D. P., & Fransisca, S. L. (2023). Food Safety Aspects of Palm Sugar: The Authentic Local Sweetener from Baduy Tribe, Indonesia. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 10(4), 178–188.
<https://doi.org/10.18502/jfqhc.10.4.14176>.
- Elfriede, D., Arifin, Y., & Aprilia, N. (2023). Analisis Kontaminasi Logam Berat dan Mikroba Pada Gula Aren Sesuai Standar Pangan Indonesia di Pusat Produksi Desa Menggala Lombok Utara. *Jurnal Ilmiah Membangun Desa dan Pertanian*, 8(6), 214–222. <https://doi.org/10.37149/jimdp.v8i6.513>.
- Elfriede, D. P., Arifin, Y., & Hidayat, L. F. (2024). Chemical Analysis of Arenga Palm Sugar and Its Relationship with Consumer Acceptability. *BIO Web of Conferences*, 98, 1–11.
<https://doi.org/10.1051/bioconf/20249803001>.
- Fadilah, U., Wijaya, I. M. M., & Antara, N. S. (2018). Studi pengaruh pH awal media dan lama fermentasi pada proses produksi etanol dari hidrolisat tepung biji nangka dengan menggunakan *Saccharomyces cereviciae*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 6(2), 92–102.
<https://doi.org/10.24843/JRMA.2018.v06.i02.p01>.
- Fatasyar, R., Hermanto, H., & Mariani, M. (2023). Analisis Kualitas Mutu Gula Aren Yang Diproduksi Di Kecamatan Tiworo Selatan Dan Tiworo Tengah Di Kabupaten Muna Barat. *Jurnal Riset Pangan*, 1(2), 85–95.
<https://jurnal-riiset-pangan.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/18>.
- Fitri, F., Asyik, N., & Sadimantara, M. S. (2024). Characterization of the Physicochemical Properties of Palm Sugar (*Arenga pinnata* Merr) Produced in Tetewua Village, Dangia Subdistrict, East Kolaka Regency. *Jurnal Pangan dan Riset*, 2(4), 341–354.
<https://jurnal-riiset-pangan.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/95>.
- Hakim, A. R., Wathoni, N., & Usman, A. (2015). Analisis Pendapatan Dan Kelayakan Usaha Agroindustri Gula Aren Di Kecamatan Lingsar. *Agroteksos*, 25(2), 137–143.
<https://agroteksos.unram.ac.id/index.php/Agroteksos/article/view/54>.
- Harvyandha, A., Kusumawardani, M., & Rosyid, A. (2019). Telemetri pengukuran derajat keasaman secara realtime menggunakan raspberry pi. *Jurnal JARTEL*, 9(4), 519–524.
- Hau, R. R. H., Mahardika, P. A., Sulhadi, Salvo, K. H., & Soleman, D. T. (2016). Nilai kuat tekanan gula aren. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (SNF)*, 5, 13–18.
- Hutchings, J. B. (1994). *Food Color and Appearance (2nd ed.)*. Springer Science Business Media.
- Jacob, A., Sudagar, I. P., Pandiselvam, R., Rajkumar, P., & Rajavel, M. (2023). Effect of packaging materials and storage temperature on the physicochemical and microbial properties of ultrasonicated mature coconut water during storage. *Food Control*, 149(October 2022), 109693.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109693>.
- Kalengkongan, C., Pontoh, J., & Fatimah, F. (2013). Hubungan Antara Beberapa Kriteria Kualitas dengan Warna Gula Aren (*Arenga Pinnata* Merr.). *Jurnal Ilmiah Sains*, 13(2), 86.
<https://doi.org/10.35799/jis.13.2.2013.2887>.
- Kusnandar, F. (2006). *Desa percobaan dalam penetapan umur simpan produk pangan dengan metode ESS (Extended Storage Studies). Dalam Modul pelatihan: Pendugaan masa kadaluwarsa bahan dan produk pangan*. Bogor, Indonesia: IPB Press. Bogor.
- Manambangtua, A. P., Hutapea, R. T., & Wungkana, J. (2018). Analisis Usahatani Aren (*Arenga Pinnata* Merr) di Kota Tomohon, Sulawesi Utara. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 14(1), 85–92.
<https://doi.org/10.20956/jsep.v14i1.3626>.

- Marsigit, W. (2005). Penggunaan bahan tambahan pada nira dan mutu gula aren yang dihasilkan di beberapa sentra produksi di Bengkulu. *Jurnal Penelitian UNIB*, 11(1), 42–48.
- Meikapasa, N. W. P., Pravitri, K. G., & Ulpiana, M. (2025). Analisis Fisikokimia Gula Aren di Wilayah Gunung Sari Lombok Barat. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 8(1), 396–404. <https://doi.org/10.56338/jks.v8i1.6845>.
- Miranti, A. K., Rukmi, M. I., & Supriyadi, A. (2014). Diversitas Kapang Serasah Daun Talok (*Muntingia calabura* L.) Di Kawasan Desa Sukolilo Barat, Kecamatan Labang, Kabupaten Bangkalan, Madur. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 16(2), 58. <https://doi.org/10.14710/bioma.16.2.58-64>.
- Muchaymien, Y., Rangga, A., Fibra Nuraini, D., Teknologi, A. J., Pertanian, H., Pertanian, F., Lampung, U., & Teknologi, D. J. (2014). Yusuf Muchaymien et al SOP Gula Merah Kelapa. *Industri dan Hasil Pertanian*, 19(2), 205–217. <https://doi.org/10.23960/jtihp.v19i2.205%20-%20217>.
- Murniati, Zainuri, & Handayani, B. R. (2015). Rasio konsentrasi tepung terigu, mocaf, bubur jagung manis dan tepung porang terhadap mutu mie kering. *EduFood*, 2(2), 89–101.
- Nopendra, Y. & Sidik, M. (2023). A Study of Palm Sugar Agroindustry in Merbau Village, Bandung Agung Kabupaten Oku Selatan. *Societa*, 12(2), 119–124. <https://doi.org/10.32502/jsct.v12i2.7753>.
- Nur, D., Ratna, I., & Trisna, N. (2023). Effect of Fermentation Time on Nutrition Content , Physical Properties , pH , Amino Acids , Fatty Acids Composition and Organoleptics on Fermented Mackerel Sausage (*Rastrelliger kanagartha* Cuvier) Characteristics. *Internation Journal of Food Science*, 12(April), 57–70. <https://doi.org/10.7455/ijfs/12.1.2023.a4>.
- Nurchali, F., Hutami, R., Andarwulan, N., & Sapanli, K. (2024). Kajian pustaka: karakteristik kimia dari produk gula aren dan kelapa. *Karimah Tauhid*, 3(10), 11007–11013. <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v3i10.15567>.
- Ozel, B., Kuzu, S., Marangoz, M. A., Dogdu, S., Morris, R. H., & Oztop, M. H. (2024). Hard Candy Production and Quality Parameters: A review. *Open Research Europe*, 4. <https://doi.org/10.12688/openreseurope.16792.1>.
- Phaichamnan, M., Posri, W., & Meenune, M. (2010). Quality profile of palm sugar concentrate produced in Songkhla province, Thailand). *International Food Research Journal*, 17(2), 425–432.
- Pontoh, J. (2019). Penentuan kandungan sukrosa pada gula aren dengan metode enzimatik. *CHEMISTRY PROGRESS*, 6(1). <https://doi.org/10.35799/CP.6.1.2013.2068>.
- Sarkar, T., Mukherjee, M., Roy, S., & Chakraborty, R. (2023). Palm sap sugar an unconventional source of sugar exploration for bioactive compounds and its role on functional food development. *Heliyon*, 9(4), e14788. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14788>.
- Setiawan, Y. (2020). Analisis Fisikokimia Gula Aren Cair. *Agroscience (Agsci)*, 10(1), 69. <https://doi.org/10.35194/agsci.v10i1.971>.
- Sinaga, Y. M. R., Widyastuti, S., Ma'wa, M., Ariyana, M. D., Yuniarto, K., & Fuadi, M. (2025). Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Karakteristik Nira Aren. *Pro Food*, 11(1), 160–171. <https://doi.org/10.29303/profood.v11i1.543>.
- SNI (1992). SNI 01-2891-1992, Cara Uji Makanan dan Minuman. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Sudarmadji, Slamet, B. H., & Suhardi (2007). *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Sukardi, S. (2010). Gula Merah Tebu : Peluang Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Melalui Pengembangan Agroindustri Pedesaan. *Jurnal Pangan*, 19(4), 317–330. <https://doi.org/10.33964/jp.v19i4.158>.
- Swastini, D., Ramona, Y., & C.I.S, A. (2017). Uji Kandungan Minuman Isotonik (Arensweet?) dan Gula Kristal (Palmsugar?) Hasil Produk Olahan Nira Aren. *Jurnal Farmasi Udayana*, 6(2), 23–27. <https://doi.org/10.24843/JFU.2017.v06.i02.p05>.
- Ulaan, L., Ludong, M., Rawung, D., & Langi, T. (2020). Pengaruh Perbanyakan Jenis Gula Aren (*Arenga pinnata* Merr) Terhadap Mutu Sensoris Halua Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Cocos*, 6(2), 1–9.

- Vanderzant, C. & Splittstoesser, D. F. (1992). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods (3rd ed.)*. American Public Health Association.
- Widiastutik, N. & Alami, N. H. (2014). Isolasi dan Identifikasi Yeast dari Rhizosfer. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 3(1), 11–16.
- Wisnu Murti, R., Sumardianto, S., & Purnamayati, L. (2021). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Garam terhadap Asam Glutamat Terasi Udang Rebon (*Acetes sp.*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(1), 50–59. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v24i1.33201>.
- Yosini, D., Fatimah, S., Wulandari, E., & Suryadi, E. (2020). Peningkatan Kualitas Produk Mangga Kering dengan Teknik Dehidrasi Osmosis di Kabupaten Indramay. *Dharmakarya: Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*, 9(1), 55–58. <https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v9i1.19685>.
- Yudho, F. H. P. (2021). Peningkatan Mutu Dan Pemasaran Gula Aren. *Journal of Empowerment*, 2(1), 150. <https://doi.org/10.35194/je.v2i1.1231>.