

Perubahan Sifat Fisik dan Hubungan Antar Parameter Nira Aren Selama Proses Pemasakan Terbuka

Physical Changes and Parameter Relationship of Palm Sap During Open Atmosphere Evaporation

Mi'raj Fuadi^{1*}, Yesica Marcelina Romauli Sinaga², Kurniawan Yuniarto¹, Sri Widyastuti²

¹Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram 83551, Indonesia

²Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram 83551, Indonesia

*E-mail: mirajfuadi@unram.ac.id

Diterima: 21 November 2023; Disetujui: 12 Desember 2023

ABSTRAK

Penentuan kondisi optimal proses pembuatan sirup aren cukup rumit karena terjadi perubahan mutu yang sangat cepat pada periode kritis dimana titik kritis sirup aren tercapai pada standar mutu nilai padatan terlarut sebesar 68-70 °Brix. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap hubungan antar parameter fisik nira aren selama proses pemasakan menjadi sirup aren. Massa aren yang digunakan untuk pemasakan 8,5 kg dengan kadar air 86,37% dan total padatan terlarut (TPT) 14 °Brix. Pemasakan ini menggunakan 3 zona meliputi fase pendidihan, fase penghilangan jumlah air volume besar dan zona pembentukan sirup. Energi pemasakan zona 1, 2 dan 3 secara berturut sebesar 9%, 78% dan 13%. Titik kritis pemasakan nira aren terjadi di zona 3 di fase pembentukan sirup yang dikonfirmasi dengan nilai indeks kecoklatan, TPT dan viskositas. Nilai atribut fisik sirup aren dengan pemasakan terbuka mencapai suhu akhir 102°C, waktu pemasakan 220 menit, kadar air 20%, TPT 70 °Brix, viskositas 750 mPas, L* 53,95, a* 5,27, b* 37,50, ΔE 5,9 dan chroma 37,59. Persamaan empiris antar parameter: TPT-kadar air $y = -0,9143x + 90,57$; TPT-viskositas $y = 9.266\ln(x) + 13.053$; TPT-waktu pemasakan $y = 16.821e-0.012x$; TPT-energi panas $y = 10304\ln(x) - 22715$. Hasil penelitian ini menemukan bahwa ambang batas kritis sirup aren pada parameter TPT antara 68-70 oBrix dimana nilai TPT lebih dari 70 °Brix akan berpotensi pembentukan inti kristal yang dihindari dalam pembuatan sirup aren.

Kata kunci: energi; indeks kecoklatan; nira; total padatan terlarut; viskositas

ABSTRACT

Determining the optimal conditions for the process of making palm syrup is quite complicated because there is a very rapid change in quality during the critical period where the critical point for palm syrup is reached at a standard quality value of soluble solids of 68-70 °Brix. This research was purposed to investigate physical changes and physical variables relationship of palm sap during evaporation from fresh palm sugar to palm syrup. The fresh palm sap measured moisture content (mc) 86.37%, total soluble solid (TSS) 14% and mass 8.5 kg. Cooking process was divided into 3 zones as follows: initial boiling (zone 1), a large evaporation (zone 2) and syrup formation (zone 3). Heat energy was calculated among the zones at 9%, 78% and 13%, respectively. The zone 3 is a critical point of palm syrup production due to the physical changes occurring rapidly which are confirmed with browning index TSS and viscosity. Physical properties of palm syrup happened at 102°C, 220 mins cooking time, 20% mc, 70 °Brix TSS, 750 mPas, L 53.95, a* 5.27, b* 37.50, ΔE 5.9 and chroma 37.59. The empirical equation between physical parameters relationship were TSS-mc $y = -0,9143x + 90,57$; TSS-viscosity $y = 9.266\ln(x) + 13.053$; TSS-cooking time $y = 16.821e-0.012x$; TSS-heat energy $y = 10304\ln(x) - 22715$. This research found a threshold value of palm syrup when the TSS achieved between 68-70 oBrix whereas the TSS value above 70 °Brix accelerated crystal nucleation that implies to quality acceptance.*

Keywords: browning index; energy; sap; total soluble solid; viscosity

PENDAHULUAN

Gula aren adalah salah satu bahan pemanis alam yang bersumber dari nira pohon aren. Berdasarkan laporan penelitian diperoleh informasi bahwa gula kelapa atau gula aren memiliki nilai indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan dengan gula tebu (Kurniawan et al., 2018; Phetrit et al., 2020). Lebih lanjut, "palm sugar" juga memiliki keunggulan berupa kaya akan unsur oligo (Cu, Fe, Mn, Br dan Zn), unsur mikro (P, Mg, Si, Cl, Na, S, Ca dan K) dan antioksidan (Sarkar et al., 2023). Gula aren terbagi atas tiga kelompok yaitu sirup gula, gula cetak dan gula semut. Secara material, tidak ada perbedaan diantara ketiga kelompok

turunan gula aren namun berdasarkan proses pembuatannya sangat berbeda. Sirup diproduksi melalui pemasakan nira pada suhu penguapan air sehingga terjadi pengentalan nira sampai mencapai kadar total padatan terlarut ≥ 65 °Brix (Naknean & Meenune, 2015).

Produksi sirup aren secara tradisional dilakukan menggunakan pemanasan di dalam wadah panci terbuka. Periode awal pemasakan akan terjadi perpindahan panas secara sensibel untuk mencapai titik uap dan akan dilanjutkan dengan menghitung panas laten pada periode pengurangan kadar air sampai total padatan mendekati 68 °Brix. Nilai padatan terlarut kurang dari 66 °Brix memiliki potensi terhadap terjadinya fermentasi sedangkan apabila

nilai padatan lebih dari 67 °Brix memiliki kecenderungan terbentuknya kristal meskipun toleransi nilai padatan terlarut juga dilaporkan sampai ke nilai 69 °Brix (Perkins & van den Berg, 2009).

Sensoris nira menjadi sirup juga akan diikuti dengan perubahan warna yang menjadi gelap akibat reaksi terjadinya maillard (Saengkrajang et al., 2021) karena nira memiliki 16 asam amino yang mendukung terjadi reaksi pencoklatan non enzimatis (Xia et al., 2011). Selanjutnya, meningkatnya waktu pemasakan sejalan dengan bertambahnya nilai energi panas (Saputro et al., 2019) menyebabkan nilai L^* turun dan kenaikan nilai a^* dan b^* setelah nilai padatan terlarut terukur sebesar 33,5% (Victor & Orsat, 2018). Pengukuran transmitan menjelaskan indeks warna dimana pengukuran transmitan juga sebagai indikator kekentalan dan indeks warna gelap sirup meningkat akan diikuti nilai transmitan yang semakin rendah (Upadhyaya & Sonawane, 2023).

Perilaku reologi nira aren adalah salah satu parameter dalam mengukur kualitas sirup karena sifat reologi akan memberikan informasi kondisi fisik selama pemasakan atau dampak dari energi panas. Viskositas meningkat dengan kenaikan konsentrasi sirup untuk berbagai perlakuan uji suhu yang berbeda dengan sampel uji pada kondisi 17, 24, 31 dan 39 °Brix (Gabsi et al., 2013). Pengukuran sirup pada nilai padatan terlarut 60 °Brix dan 70 °Brix sebesar 26 dan 165 mPas, sedangkan sirup dengan nilai padatan terlarut 30 °Brix sebesar 3.1 mPas (Alarcón et al., 2020).

Lebih lanjut, perubahan parameter fisikokimia lainnya banyak dilaporkan oleh peneliti dalam produksi proses pemasakan nira bersumber dari nira aren, nira kurma, nira siwalan dan nira dari pohon maple untuk menjadi sirup maupun gula kristal. Perubahan senyawa volatil dalam pemasakan nira suhu 150 °C selama 4 jam (Ho et al., 2007), efek pemasakan terhadap aktivitas antioksidan dan senyawa fenol dalam proses pembuatan sirup kurma (Abbès et al., 2013), terhadap karakteristik bioaktif sirup siwalan (Le et al., 2021) dan komposisi gula sirup maple (Mellado-Mojica et al., 2016).

Berdasarkan penelusuran literatur, pembahasan spesifik perubahan fisik nira aren selama pemasakan menjadi sirup aren justru sedikit pembahasannya. Padahal, periode pemasakan merupakan bagian terpenting yang melibatkan penyerapan panas yang akan memicu reaksi kimia dan fisik dan menentukan perubahan kualitas dari nira aren atau kualitas akhir dari sirup aren. Bahkan, ketersediaan informasi secara menyeluruh terkait atribut fisik juga dapat mengungkap kondisi proses selama proses pemasakan nira aren dan kualitas akhir sirup aren. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mengungkap perubahan parameter fisik selama pemasakan nira aren dan hubungan antar parameter fisik terhadap atribut nira aren selama pemasakan menjadi sirup nira.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Bahan utama dalam penelitian ini adalah nira aren yang diperoleh dari pohon aren dengan usia 12-15 tahun dari perkebunan rakyat di Desa Batu Mekar, Lombok Barat. Nira segar yang digunakan dalam penelitian ini dipanen pada pagi hari pukul 08.00 (hasil sadapan periode sore-pagi) dan mengalami proses transportasi selama 1 jam sebelum siap untuk dimasak menjadi sirup tanpa ada perlakuan apapun. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas *temperature control*, termokopel, panci pemasakan, kompor gas, refraktometer (Atago, Jepang), viskometer (Brokfield

DV2T, USA), *hunter color reader* (Konica, Jepang), *moisture analyzer* MB80 (Ohaus, USA), *stopwatch* dan timbangan.

Prosedur Penelitian

Nira segar dipompa ke dalam tabung *reverse osmosis* yang dilengkapi dengan penyaring 10 mikron menggunakan pompa air stainless steel ½ HP untuk menghilangkan partikel pengotor. Selanjutnya, nira aren yang telah mengalami penyaringan dianalisa untuk mendapatkan data awal berupa: warna, kadar air, viskositas dan total padatan terlarut. Nira aren sebanyak 8,5 kg dimasukkan ke dalam panci yang dilengkapi dengan termokopel untuk mengukur suhu nira aren selama pemasakan. Pemasakan nira aren menggunakan kompor gas LPG yang dikendalikan suhu nyala api menggunakan termostat. Pengamatan nira selama pemasakan dibagi ke dalam 3 (tiga) zona yaitu zona 1 (fase mendidih), zona 2 (fase penguapan air dalam jumlah besar) dan zona 3 (fase pengentalan atau pembentukan sirup). Periode zona 1 (mendidih) dilakukan penimbangan berat nira aren dan diikuti pengambilan sampel sebanyak 500 ml untuk analisa warna, kadar air, viskositas dan total padatan terlarut. Pemasakan berlanjut dan mengulangi prosedur pengambilan sampel sebanyak 500 ml setiap 15 menit setelah mendidih sampai dengan terbentuk sirup aren serta diikuti penimbangan berat nira saat sebelum pengambilan sampel untuk penghitungan energi panas pemasakan. Sampel nira yang diambil setiap 15 menit setelah mendidih dilakukan analisa warna, kadar air, viskositas dan total padatan terlarut tetap dilakukan. Prosedur penelitian pembuatan sirup nira aren ini diulang sebanyak 3 kali.

Prosedur Analisa

Warna

Perubahan warna nira aren selama pemasakan sampai menjadi sirup dianalisa menggunakan *hunter color reader-10* (Konica Minolta Optics Inc, Jepang). Nira aren hasil pemasakan dimasukkan ke dalam botol terbuka dengan alas berwarna putih. Selanjutnya, menembak warna nira aren dari bagian atas untuk mengukur nilai kecerahan (L^*), kemerahan (a^*) dan kekuningan (b^*). Indeks nilai L^* antara 0-100 (hitam ke putih), hijau ($-a^*$), merah (a^*), $-b^*$ (biru) dan b^* (kuning). Selanjutnya, nilai chroma juga dapat dihitung berdasarkan hasil pengukuran nilai a^* dan b^* dimana chroma menunjukkan nilai kuantitatif intensitas persepsi penerimaan sampel oleh manusia (Pathare et al., 2013). Nilai chroma dapat diperoleh dari persamaan 1. Perubahan warna kecoklatan juga dapat dihitung dari nilai indeks kecoklatan atau "browning indeks" yang diperoleh dengan perhitungan menggunakan data nilai L^* , a^* dan b^* pada persamaan 2 (Asghar et al., 2020).

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

$$BI = \frac{100(x - 0,31)}{0,17} \quad (2)$$

$$x = \frac{a^* + 1,75 L}{5,645 L^* + a - 3,012 b^*} \quad (3)$$

Laju Penguapan dan Energi

Laju penguapan nira selama pemasakan dinyatakan dengan persamaan berikut ini:

$$W = mw/t \quad (4)$$

Dimana:

mw = massa air yang diuapkan (kg)
t = waktu (menit)

Sedangkan energi kalor yang digunakan selama pemasakan dinyatakan dengan persamaan:

$$Q_{\text{sensibel}} = m \times C_p \times \Delta T \quad (5)$$

$$Q_{\text{laten}} = m \times L \quad (6)$$

Dimana:

Q = energi (kJ)
C_p = panas jenis nira (kJ/kg°C)
T = suhu (°C)
L = panas laten penguapan (kJ/kg)

Total Padatan terlarut

Pengukuran Total Padatan Terlarut (TPT) nira aren menggunakan Refraktometer (Model Atago PAL 3860) (Pontoh *et al.*, 2011). Sampel nira diteteskan ke permukaan refraktometer, kemudian refraktometer akan menunjukkan nilai dalam satuan °brix.

Viskositas

Pengukuran viskositas nira aren menggunakan "Brookfield Viscometer (Model DV2T, Brookfield Engineering laboratories, MA, USA)" pada suhu ruang (Apriyanti & Fithriyah, 2013). Sebanyak 500 ml nira aren dimasukkan ke dalam cup viscometer. Selanjutnya, *spindle* dicelupkan ke dalam nira aren dan alat pengukur viskositas dihidupkan. Pengukuran viskositas dynamic selesai sampai nilai perputaran *spindle* stabil yang menunjukkan nilai actual viskositas sampel.

Kadar air

Analisa kadar dilakukan dengan menggunakan oven. Besarnya kadar air dinyatakan dengan persamaan :

$$\% \text{ kadar air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\% \quad (7)$$

Dimana:

A = Berat cawan kosong (gram)
B = berat cawan + sampel awal (gram)
C = berat cawan + sampel kering (gram)

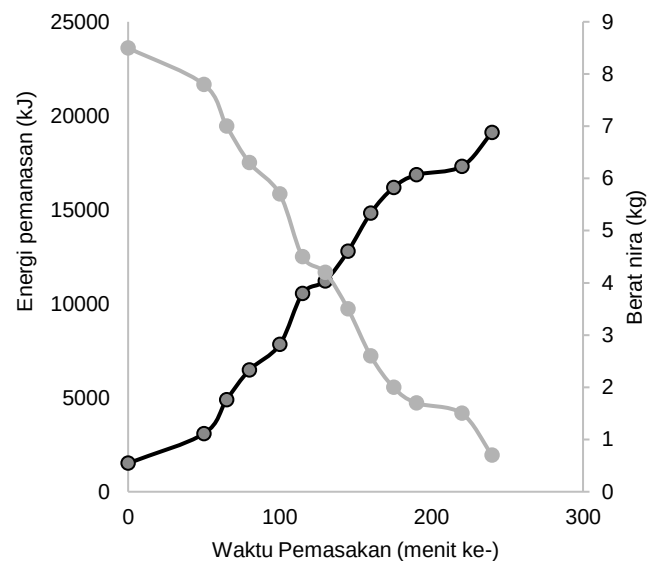
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemasakan nira menggunakan metode tradisional dengan pemanasan konduksi dari panci pemasakan yang mendapatkan sumber energi pemanas dari kompor gas LPG. Termokopel tercelup di dalam panci pemasakan yang berisi nira aren untuk mengukur perubahan suhu selama pemasakan nira aren menjadi sirup. Suplai energi panas selama pemasakan sebagai faktor utama terhadap perubahan ragam atribut fisik yang diamati dalam penelitian ini seperti laju penguapan nira, dekomposisi gula melalui reaksi *browning* yang membentuk warna coklat sirup, kenaikan nilai padatan terlarut dan perubahan reologis yang didefinisikan dengan viskositas dinamik. Berdasarkan hasil pengukuran dari termokopel dan tampak di layar thermostat, suhu awal nira adalah 28°C dan mendidih pada suhu 99°C. Pemasakan lanjut dalam kondisi mendidih tidak merubah

suhu pembacaan termokopel namun sedikit naik sampai 102°C pada saat akhir pemasakan atau nira mengental menjadi sirup. Hasil pengukuran volume, nira aren sebanyak 8,5 liter akan menjadi sirup sebanyak 1050 ml dengan nilai padatan terlarut sebesar 70-71 °Brix. Warna nira aren segar yang digunakan dalam penelitian ini putih sedikit keruh dan tetap memiliki warna sama sampai periode pemasakan tertentu setelah fase mendidih.

Kalkulasi energi dan laju penguapan

Pembuatan sirup aren melalui pemasakan terjadi melibatkan perubahan panas secara sensibel maupun laten. Periode awal pemasakan terjadi peningkatan suhu nira aren sampai kondisi mendidih. Energi pemasakan nira aren dihitung berdasarkan persamaan 5 dan persamaan 6. Nilai konsumsi energi selama pemasakan nira dari kondisi segar (14 °Brix) sampai terbentuk sirup (70 °Brix) diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Panas pemasakan pembuatan sirup aren sebagai fungsi waktu.

Penelitian ini menghasilkan rekaman data fase pemasakan nira dari kondisi segar menuju mendidih dengan berat nira 8,5 kg tercapai setelah 35 menit. Konsumsi gas LPG untuk mendidihkan nira aren sebesar 0.07 kg sehingga nilai energi panas yang disuplai oleh LPG untuk fase pemasakan nira sampai mendidih sebesar 3850 kJ. Hasil perhitungan energi pemasakan diperoleh energi untuk mendidihkan nira aren dengan berat 8,5 kg sebesar 2.290 kJ.

Efisiensi energi yang terhitung dalam tahapan pendidihan nira aren sebesar 59% atau sekitar 41% panas terbuang ke lingkungan. Membandingkan dengan efisiensi rata-rata pemasakan terbuka menggunakan kompor gas dimana riset praktek aktivitas rumah tangga menggunakan kompor LPG di India memiliki nilai efisiensi energi sebesar 33% (Kaushik & Tyagi, 2022) bahkan efisiensi pemasakan nira lontar lebih rendah lagi sebesar 20% pada pemasakan terbuka menggunakan bahan bakar ampas tebu (PC *et al.*, 2017).

Efisiensi yang cukup tinggi di dalam penelitian pemasakan nira ini dimungkinkan karena kontak antara nyala api dengan panci sangat dekat dan lidah api sehingga

terdistribusi merata di penampang panci yang digunakan dalam pemasakan. Selain itu, pemasakan di dalam gedung dengan aliran udara bebas yang sangat rendah sehingga potensi panas yang hilang akibat aliran udara bebas (angin) lebih rendah.

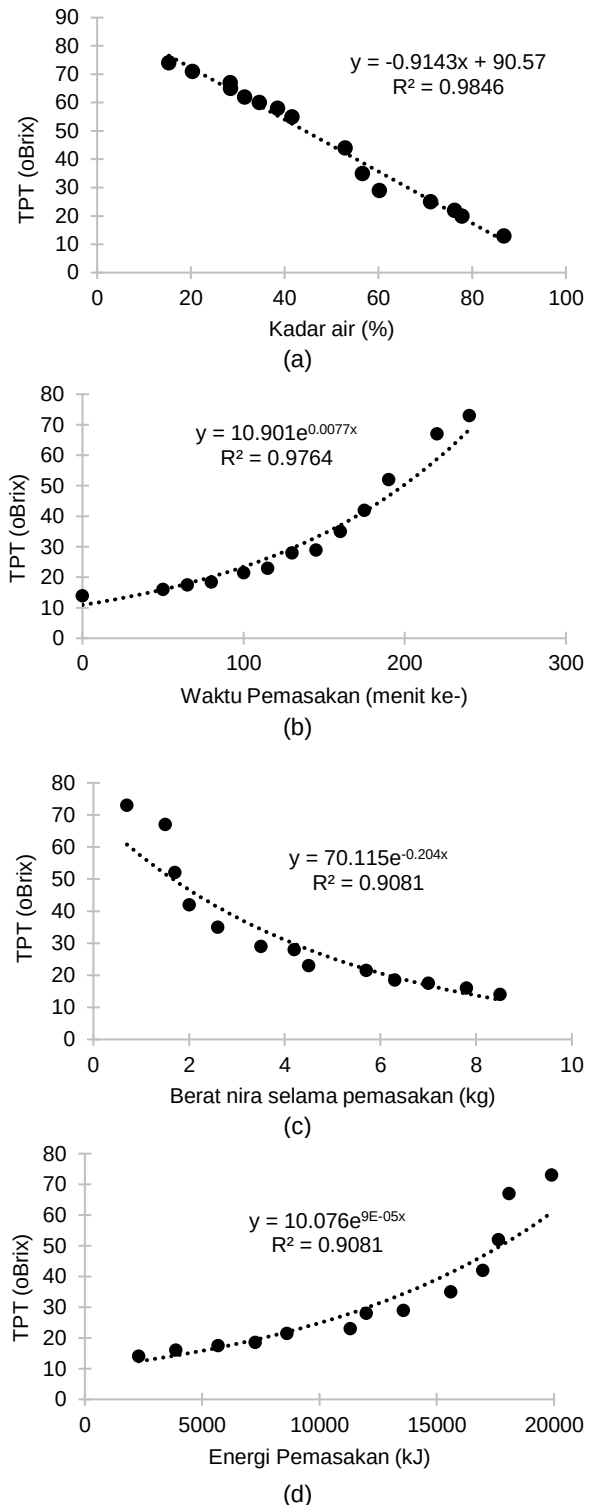
Periode pemasakan nira menuju proses menjadi sirup melibatkan panas laten penguapan karena hasil rekaman suhu tidak menunjukkan adanya perubahan suhu pada periode tersebut. Kenaikan suhu terjadi mencapai 102 °C saat periode zona 3 ketika nira mulai kental atau menuju kristalisasi dengan nilai padatan terlarut berkisar 70 °Brix. Tren energi panas yang digunakan untuk penguapan nira aren linier dengan rerata konsumsi energi panas sebesar 83-94 kJ per menit. Hasil perhitungan energi panas total fase pengentalan nira menuju sirup sebesar 17.600 kJ sedangkan energi yang dikeluarkan oleh bahan bakar LPG sebesar 44.000 kJ atau efisiensi panas terukur sebesar 40%. Rerata nilai efisiensi pembakaran dengan LPG dalam pemasakan air dengan menggunakan LPG dilaporkan sebesar 43% (Widodo *et al.*, 2018).

Energi panas yang disuplai selama pemasakan nira aren diawali untuk menaikkan suhu sampai ke tahap perubahan fase membentuk uap air dan akan dilanjutkan untuk fase pendidihan (*boiling*). Berdasarkan analisa awal, nira segar memiliki komponen utama berupa air dengan fraksi sebesar 86,79% dan akan mulai teruapkan setelah suhu pemanasan mencapai 99°C (zona pemasakan 1). Jumlah massa air nira aren teruapkan sebesar 3,41% dan proses perpindahan panas melibatkan perhitungan panas sensibel. Fase berikutnya adalah energi penguapan nira aren dalam bentuk panas laten yang akan menguapkan air nira aren secara kontinyu sampai terbentuknya sirup (zona pemasakan 2).

Penghitungan laju penguapan nira aren selama periode panas laten direkam berdasarkan perubahan massa nira aren tertinggal di dalam wadah panci pemasakan (Gambar 1). Hasil perhitungan massa air yang teruapkan sampai tahap membentuk sirup (70 °Brix) dan lama waktu proses diperoleh nilai laju penguapan nira aren 0,37 kg/menit dengan suhu pemasakan stabil di angka 99-100°C. Kenaikan laju penguapan air selama periode pemasakan untuk menjadi sirup nira aren meningkat menjadi 0,04 kg/menit di fase pembentukan akhir sirup yang diikuti kenaikan suhu pemasakan menjadi 102°C. Parameter utama dalam standar sirup aren adalah nilai padatan terlarut sebesar 70 °Brix (Naknean *et al.*, 2013), menggunakan standar tersebut maka massa air yang diuapkan dalam pembuatan sirup aren dalam penelitian ini sebesar 81% dari massa air di nira segar.

Total Padatan Terlarut dan Viskositas

Sirup gula bersumber dari aren memiliki standar nilai padatan terlarut sebesar 70 °Brix sedangkan untuk maple memiliki standar padatan terlarut 67 °Brix. Nilai padatan terlarut yang terlalu tinggi akan berdampak kepada munculnya kristal yang tidak boleh terjadi pada produk sirup aren. Penelitian ini mengungkap perubahan padatan terlarut nira aren sebagai fungsi energi, kadar air dan waktu yang ditunjukkan pada Gambar 2.



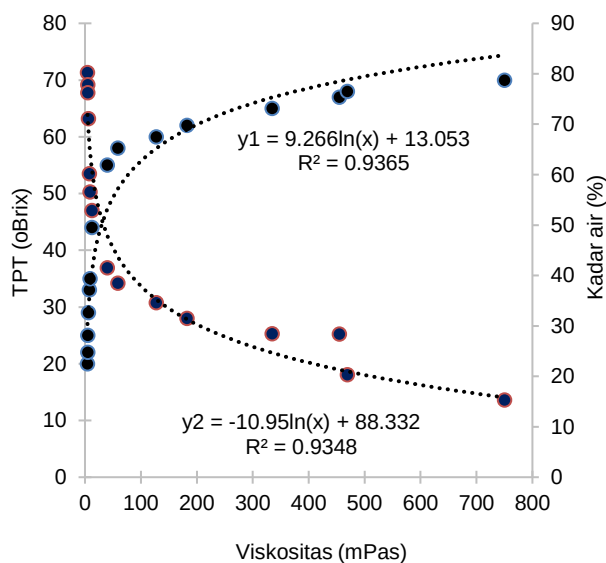
Gambar 2. Total padatan terlarut sebagai fungsi dari variabel kadar air (a), waktu pemasakan (b), berat nira (c) dan energi pemasakan (d).

Total padatan terlarut (TPT) nira segar dalam penelitian ini memiliki rerata 14% dan meningkat menjadi 15,5% ketika mendidih. Periode pemasakan nira air akan meningkatkan fraksi padat akibat dari kehilangan air yang terbuang dalam bentuk uap ke lingkungan. Hubungan antara kadar air dengan TPT nira sangat tinggi sebesar 0,98 dan persamaan empiris yang dihasilkan $y = -0,9143x + 90,57$. Mencapai nilai standar TPT 70 °Brix pada nilai kadar air sebesar 20%.

Peneliti lain melaporkan nira air dengan TPT 70% memiliki kadar air sebesar 25% (Naknean & Meenune, 2015). Namun, berdasarkan SNI 01-3533-1994 yang tertera sebagai salah satu syarat sirup adalah nilai TPT minimal 65%.

Selanjutnya, pemasakan akan terjadi transfer energi dari sumber pemanas (LPG) ke panci dan mekanisme konveksi di dalam nira aren. Waktu pemasakan secara kontinyu akan memberikan suplai energi untuk penguapan. Berdasarkan plot antara TPT dengan waktu pemasakan dan energi pemasakan diperoleh tren perubahan TPT berbentuk eksponensial atau ordo 1. Perubahan nilai TPT nira aren meningkat secara ekstrim (eksponensial) setelah mencapai 40 °Brix untuk mencapai target TPT sirup aren 70 °Brix. Kenaikan TPT yang tajam pada periode tersebut juga dialami oleh peneliti lain dalam pembuatan sirup bersumber dari nira tebu, siwalan dan kurma sebagai akibat oleh volume nira yang semakin sedikit dan ada kenaikan suhu di dalam nira. Lebih lanjut, periode tersebut disebut periode zona 3 dalam pemasakan nira untuk pembuatan sirup aren dengan ditandai dengan kenaikan TPT, perubahan warna dan kekentalan yang cukup mencolok (Jagannadha Rao *et al.*, 2009).

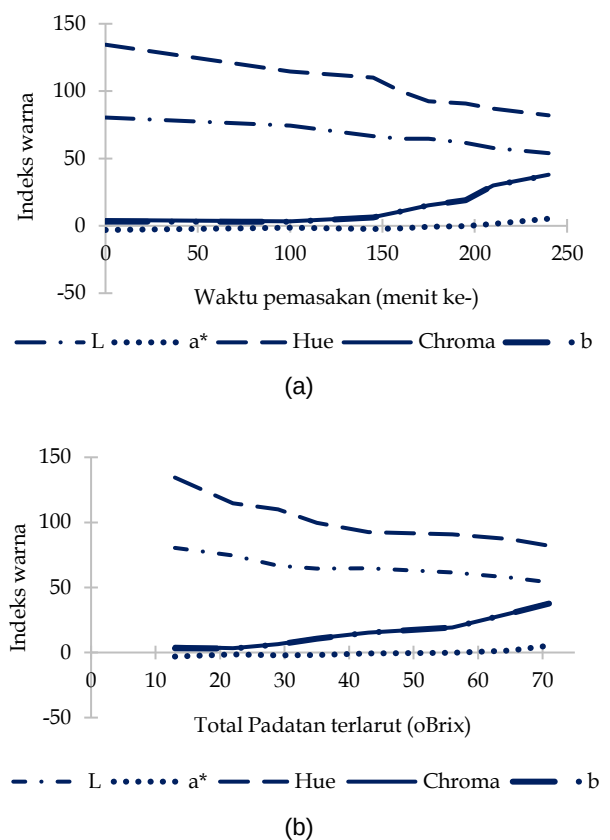
Viskositas dan TPT memiliki korelasi positif yaitu kenaikan viskositas akan sebanding dengan kenaikan nilai TPT (Gambar 3). Kesamaan hasil penelitian hubungan TPT dengan viskositas pada sirup aren ini juga dilaporkan pengamatan pembuatan sirup kurma (Gabsi *et al.*, 2013) dan sirup gula tebu (Alarcón *et al.*, 2020). Selama proses pemasakan akan terjadi kehilangan air diikuti meningkatnya padatan terlarut. Gula sebagai penyusun utama dari aren dapat berinteraksi secara molekuler membentuk larutan gula. Semakin rendah air yang tersedia akan berakibat pergerakan molekuler menjadi lebih lambat dan ditandai dengan kenaikan nilai kekentalan sirup aren. Hasil riset menunjukkan peningkatan viskositas dengan kadar air yang semakin rendah pada berbagai sirup dan juga nilai TPT yang semakin tinggi (Ben Thabet *et al.*, 2009).



Gambar 3. Nilai viskositas terhadap TPT dan kadar air nira aren selama pemasakan.

Warna Nira Aren Selama Pemasakan

Warna adalah salah satu atribut mutu yang juga berperan sebagai indikator terjadinya reaksi kimia, fisik dan biologis. Nira aren segar tidak memiliki warna spesifik namun akan menunjukkan perubahan warna setelah panen atau sebelum dilakukan proses pengolahan karena adanya aktivitas biologi dan kemungkinan terjadinya browning enzimatis. Penelitian ini menangkap warna nira aren segar yang didefinisikan dalam nilai L^* , a^* dan b^* berturut-turut sebesar 80,4; -3,08 dan 3,14. Berdasarkan nilai pengukuran awal, nira aren segar yang digunakan memiliki indeks kecerahan tinggi, terdapat unsur warna hijau dan kuning meskipun intensitasnya rendah. Proses pembuatan sirup terjadi pada suhu didih air dimana perubahan warna nira akan terjadi sebagai fungsi waktu atau energi panas. Perubahan warna selama proses pembuatan sirup nira aren ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Indeks warna nira aren terhadap waktu pemasakan (a) dan total padatan terlarut (b)

Pemasakan nira aren akan banyak merubah semua indikator nilai warna yang terwakili dalam parameter kecerahan (L^*), kemerahan (a^*) dan kekuningan (b^*). Kecerahan warna nira aren turun secara linier dari angka 80,4 dalam kondisi nira segar dan menjadi 53,95 setelah berbentuk sirup aren atau masuk ke dalam indeks kecerahan berwarna abu-abu. Nilai a^* pada nira segar tidak menunjukkan warna merah dan akan mulai terjadi transisi kemunculan warna kemerahan setelah periode pemasakan menit ke-200. Selanjutnya, indeks warna b^* bernilai positif baik dalam bentuk nira segar maupun sirup nira aren yang menunjukkan indeks warna kekuningan tidak hilang. Hasil

perhitungan nilai ΔE nira aren selama periode pemasakan sampai menjadi sirup aren bernilai lebih dari 3. Nilai tersebut diklasifikasikan sebagai perbedaan warna yang sangat berbeda terhadap nilai warna sebelumnya (Adekunte *et al.*, 2010). Terkait dengan penelitian ini, nira aren yang dimasak akan menghasilkan warna yang berbeda setiap 15-20 menit. Hasil pengukuran chroma nira aren meningkat mengikuti periode pemasakan dimana peningkatan nilai chroma yang paling tampak setelah periode pemasakan 150 menit. Nilai chroma ini kaitannya dengan intensitas dari warna yang ditangkap oleh manusia dimana dengan intensitas yang semakin tinggi akan menunjuk kepada kepekatan warna yang semakin besar dan hue menunjukkan adanya pergeseran warna terhadap indeks warna abu dimana nilai hue terbalik terhadap nilai indeks kekuningan (Pathare *et al.*, 2013). Hasil pengukuran nilai hue nira aren selama pemasakan menunjukkan tren yang terbalik terhadap nilai b^* .

Tabel 1. Nilai *browning index* (BI) terhadap waktu dan nilai TPT nira aren

Waktu pemasakan menit	Kadar air (%)	TPT °Brix	viskos mPas	Indeks warna			BI
				L	a	b	
0	86.79	13	4.5	80.4	-3.08	3.14	0.32
100	76.25	22	4.9	74.46	-1.39	3.03	0.33
145	60.18	29	6	66.59	-2.24	6.15	0.33
160	56.59	35	9	64.6	-1.83	10.67	0.35
175	52.89	43	12.5	64.75	-0.68	15.31	0.37
195	40.52	56	45	61.53	-0.3	19.13	0.39
210	28.44	65	334.5	57.66	1.53	30.01	0.45
220	20.00	70	750	53.95	5.27	37.59	0.53

Nilai indeks kecoklatan dapat diperoleh dari persamaan 2 yang menghubungkan antara variabel L^* , a^* dan b^* . Hasil perhitungan nilai indeks kecoklatan meningkat tajam pada periode pemasakan antara menit ke-195 yang ditandai dengan nilai TPT melewati 56 °Brix dan kadar air sebesar 40,52%. Meruntut terhadap parameter lainnya, pada periode yang dimaksud memiliki nilai kadar air yang cukup rendah untuk terjadinya reaksi pencoklatan (Maillard). Membandingkan nilai indeks kecoklatan terhadap parameter lainnya, periode tersebut tampak kecerahan nilai memiliki nilai pada wilayah abu, transisi menuju warna merah dan warna kuning semakin tinggi.

Kombinasi perubahan warna tersebut menunjukkan adanya transisi intensitas chroma yang semakin tinggi atau dapat disebutkan warna nira aren periode pemasakan tersebut sudah memiliki mulai berwarna kuning kemerahan dan fase mengental menuju pembentukan sirup. Berdasarkan penjelasan peneliti lain menyebutkan bahwa reaksi Maillard terjadi lebih lambat terjadi apabila masih tersedia air dalam jumlah banyak dan reaksi Maillard sangat berhubungan erat dengan energi panas yang terbentuk dari periode pemasakan (Ho *et al.*, 2008).

SIMPULAN

Hubungan antara indeks warna dengan total padatan terlarut juga diilustrasikan pada Gambar 4. Tren perubahan indeks warna untuk parameter L^* , a^* , b^* , hue dan chroma identik dengan grafik yang menghubungkan antara indeks warna dan periode pemasakan. Warna khas dari sirup aren adalah adanya kombinasi kecoklatan baik dengan intensitas ringan sedang sampai dengan pekat yang merupakan kombinasi dari parameter indeks warna. Berdasarkan hasil penelitian ini, indeks warna a^* muncul setelah melewati nilai TPT 60 °Brix dan akan semakin meningkat dengan kenaikan nilai TPT. Lebih lanjut, pola perubahan nilai b^* dan chroma juga mengikuti dengan perubahan indeks a^* dimana pada nilai TPT 60 °Brix menjadi titik pembeda dalam periode pemasakan nira aren. Proses pemasakan nira akan menunjukkan perubahan nilai L^* , a^* , b^* mulai tercapai pada nilai TPT sebesar 33,5 °Brix (Victor & Orsat, 2018).

Pemasakan terbuka nira aren menjadi sirup menggunakan nira segar massa 8,5 kg. Karakteristik fisik awal nira aren memiliki indeks warna L^* , a^* dan b^* berturut-turut sebesar 80,4; -3,08; 3,14 dan konsentrasi TPT 14 °Brix. Fase pemasakan terbagi atas zona pendidihan selama 35 menit mencapai suhu 99°C membutuhkan energi sebesar 3850 kJ dengan peningkatan nilai TPT menjadi 15,5 °Brix. Periode pemasakan zona 2 sampai menit ke-200 suhu mencapai 100°C dimana penguapan air sebesar 80% mencapai konsentrasi 60 °Brix dan total energi 87% dari panas yang disuplai. Reaksi Maillard mulai terjadi di pemasakan zona 2 yang ditandai dengan nilai TPT lewat 30°Brix dan indeks perubahan indeks warna nira dari biru ke merah, kenaikan viskositas tajam secara eksponensial. Pemasakan zona 3 terjadi tempo singkat dengan konsumsi energi sebesar 13% dari total energi pemasakan nira aren. Perubahan fisik zona 3 adalah zona kritis untuk pembuatan sirup aren karena akan terjadi perubahan atribut fisik yang sangat berbeda dengan kedua zona sebelumnya meliputi atribut indeks kecoklatan, nilai warna, kekentalan, kadar air dan TPT. Zona ini menghasilkan sirup nira aren dengan nilai TPT antara 68-70 °Brix dan kada air antara 20-25%. Parameter fisik nira aren saling berhubungan sehingga kontroling pemasakan zona 3 perlu mendapatkan perhatian khusus dalam memenuhi standar mutu atribut fisik sirup aren.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana dengan dukungan dana dari Universitas Mataram melalui program Penelitian Penuugasan DIPA BLU (PNBP) Nomor kontrak 2610/UN18.L1/PP/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbès, F., Kchaou, W., Blecker, C., Ongena, M., Lognay, G., Attia, H., & Besbes, S. (2013). Effect of processing conditions on phenolic compounds and antioxidant properties of date syrup. *Industrial Crops and Products*, 44, 634–642. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.09.008>
- Adekunte, A. O., Tiwari, B. K., Cullen, P. J., Scannell, A. G. M., & O'Donnell, C. P. (2010). Effect of sonication on colour, ascorbic acid and yeast inactivation in tomato juice. *Food Chemistry*, 122(3), 500–507. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.026>
- Alarcón, Á. L., Orjuela, A., Narváez, P. C., & Camacho, E. C. (2020). Thermal and Rheological Properties of Juices and Syrups during Non-centrifugal Sugar Cane (Jaggery) Production. *Food and Bioproducts Processing*, 121, 76–90. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.01.016>
- Apriyanti, D., & Fithriyah, N. H. (2013). Pengaruh Suhu Aplikasi Terhadap Viskositas Lem Rokok Dari Tepung Kentang. *Konversi*, 2(2), 23–34.
- Asghar, M. T., Yusof, Y. A., Noriznan, M., & Yaacob, M. E. (2020). Original article Effect of processing method on vitamin profile , antioxidant properties and total phenolic content of coconut (*Cocos nucifera* L .) sugar syrup. 2762–2770. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14529>
- Ben Thabet, I., Besbes, S., Masmoudi, M., Attia, H., Deroanne, C., & Blecker, C. (2009). Compositional, physical, antioxidant and sensory characteristics of novel syrup from date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Science and Technology International*, 15(6), 583–590. <https://doi.org/10.1177/1082013209353079>
- Gabsi, K., Trigui, M., Barrington, S., Helal, A. N., & Taherian, A. R. (2013). Evaluation of rheological properties of date syrup. *Journal of Food Engineering*, 117(1), 165–172. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.02.017>
- Ho, C. W., Aida, W. M. W., Maskat, M. Y., & Osman, H. (2007). Changes in volatile compounds of palm sap (*Arenga pinnata*) during the heating process for production of palm sugar. *Food Chemistry*, 102(4), 1156–1162. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.07.004>
- Ho, C. W., Wan Aida, W. M., Maskat, M. Y., & Osman, H. (2008). Effect Of Thermal Processing Of Palm Sap. In *Pakistan Journal of Biological Sciences: Vol. 11(7)* (pp. 989–995).
- Jagannadha Rao, P. V. K., Das, M., & Das, S. K. (2009). Changes in physical and thermo-physical properties of sugarcane, palmyra-palm and date-palm juices at different concentration of sugar. *Journal of Food Engineering*, 90(4), 559–566. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.07.024>
- Kaushik, S. K. S. S. C., & Tyagi, V. V. T. S. K. (2022). Experimental and computational investigation of waste heat recovery from combustion device for household purposes. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 13(1), 353–364. <https://doi.org/10.1007/s40095-021-00430-z>
- Kurniawan, T., Jayanudin, J., Kustiningsih, I., & Adha Firdaus, M. (2018). Palm Sap Sources, Characteristics, and Utilization in Indonesia. *Journal of Food and Nutrition Research*, 6(9), 590–596. <https://doi.org/10.12691/jfnr-6-9-8>
- Le, D. H. T., Chiu, C. S., Chan, Y. J., Wang, C. C. R., Liang, Z. C., Hsieh, C. W., Lu, W. C., Mulio, A. T., Wang, Y. J., & Li, P. H. (2021). Bioactive and physicochemical characteristics of natural food: Palmyra palm (*borassus flabellifer* linn.) syrup. *Biology*, 10(10), 1–15. <https://doi.org/10.3390/biology10101028>
- Mellado-Mojica, E., Seeram, N. P., & López, M. G. (2016). Comparative analysis of maple syrups and natural sweeteners: Carbohydrates composition and classification (differentiation) by HPAEC-PAD and FTIR spectroscopy-chemometrics. *Journal of Food Composition and Analysis*, 52, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.07.001>
- Naknean, P., & Meenune, M. (2015). Impact of Clarification of Palm Sap and Processing Method on the Quality of Palm Sugar Syrup (*Borassus Flabellifer* Linn.). *Sugar Tech*, 17(2), 195–203. <https://doi.org/10.1007/s12355-014-0308-3>
- Naknean, P., Meenune, M., & Roudaut, G. (2013). Changes in properties of palm sugar syrup produced by an open pan and a vacuum evaporator during storage. *International Food Research Journal*, 20(5), 2323–2334.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. J. (2013). Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), 36–60. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>
- PC, V., GN, M., M, S., & HP, M. (2017). Vale Added Food Products from Palmyrah Palm (*Borassus Flabellifer* L.). *Journal of Nutrition and Health Sciences*, 4(1), 1–3. <https://doi.org/10.15744/2393-9060.4.105>
- Perkins, T. D., & van den Berg, A. K. (2009). Chapter 4 Maple Syrup-Production, Composition, Chemistry, and Sensory Characteristics. In *Advances in Food and Nutrition Research* (1st ed., Vol. 56, Issue 08). Elsevier Inc. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(08\)00604-9](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(08)00604-9)
- Phetrit, R., Chaijan, M., Sorapukdee, S., & Panpipat, W. (2020). Characterization of Nipa Palm's (*Nypa fruticans* Wurmb.) Sap and Syrup as Functional Food Ingredients. *Sugar Tech*, 22(1), 191–201. <https://doi.org/10.1007/s12355-019-00756-3>
- Pontoh, J., Gunawan, I., & Fatimah, F. (2011). Analisa Kandungan Protein Dalam Nira Aren. *Chemistry Progress*, 4(2), 75–79.

- Saengkrajang, W., Chaijan, M., & Panpipat, W. (2021). Physicochemical properties and nutritional compositions of nipa palm (*Nypa fruticans* Wurmb) syrup. *NFS Journal*, 23(April), 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2021.04.004>
- Saputro, A. D., Van de Walle, D., & Dewettinck, K. (2019). Palm Sap Sugar: A Review. *Sugar Tech*, 21(6), 862–867. <https://doi.org/10.1007/s12355-019-00743-8>
- 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>
- Upadhyaya, A., & Sonawane, S. K. (2023). Palmyrah palm and its products (Neera, Jaggery and Candy)—A Review on chemistry and technology. *Applied Food Research*, 3(1), 100256. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100256>
- Victor, I., & Orsat, V. (2018). Colour changes during the processing of *Arenga pinnata* (palm) sap into sugar. *Journal of Food Science and Technology*, 55(9), 3845–3849. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3314-8>
- Widodo, A. S., Gayuh, F., Dewi, U., Teknik, J., & Universitas, M. (2018). Efisiensi Sistem Pemanasan Air Dengan Penerapan Selubung Bertingkat Pada Perforated Burner. *Rekayasa Mesin*, 9(1), 23–27.
- Xia, Q., Li, R., Zhao, S., Chen, W., Chen, H., Xin, B., Huang, Y., & Tang, M. (2011). Chemical composition changes of post-harvest coconut inflorescence sap during natural fermentation. *African Journal of Biotechnology*, 10(66), 14999–15005. <https://doi.org/10.5897/AJB10.2602>