



# Eksplorasi potensi koagulan nabati lokal indigenus dalam pembuatan keju Sumbawa sebagai sumber probiotik

## *The exploration of indigenous plant-based coagulant for sumbawanesese cheese production as probiotic source*

Ariskanopitasari<sup>1</sup>, Lalu Heri Rizaldi<sup>1</sup>, Ratna Nurmaliita Sari<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Ilmu dan Teknologi Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Ilmu dan Teknologi Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia

\*corresponding author: [ratna.nurmaliita.sari@uts.ac.id](mailto:ratna.nurmaliita.sari@uts.ac.id)

Received: 09<sup>th</sup>October, 2023 | accepted: 07<sup>th</sup>November, 2023

### ABSTRAK

Pengolahan susu sapi Sumbawa masih terbatas meski memiliki potensi untuk dikembangkan. Maka dari itu diperlukan produk diversifikasi seperti keju yang juga dapat menjadi pangan sumber probiotik. Keju dibuat dari susu dengan penambahan rennet yang harganya mahal dan titik kritis kehalalannya tinggi. Oleh karena itu dibutuhkan alternatif koagulan yang lebih murah dengan titik kritis halal yang rendah seperti penggunaan enzim dari buah lokal. Penelitian ini membuat keju dari susu sapi Sumbawa yang dikoagulasi dengan ekstrak buah nanas (*Ananas comosus*) dan ceremai (*Phyllanthus acidus*), serta penambahan bakteri asam laktat jenis *Lactobacillus lactis*. Parameter yang diuji terdiri dari *clotting time*, rendemen, tingkat kekerasan, kadar protein, kadar lemak total, total bakteri asam laktat, dan kualitas sensori. Hasil percobaan menunjukkan bahwa keju yang dikoagulasi menggunakan nanas menghasilkan rendemen lebih banyak, namun keju yang dikagulasi dengan ceremai memiliki tekstur yang lebih keras (26714 N/m<sup>2</sup>). Sedangkan *clotting time*, kadar protein dan kadar lemak hampir sama pada kedua koagulan tersebut. Total bakteri asam laktat pada keju yang dikoagulasi menggunakan nanas ataupun ceremai tidak berbeda yaitu masing-masing 10.80 Log CFU/g dan 10.84 Log CFU/g. Hasil evaluasi sensori menggunakan analisis *quantitative descriptive analysis* menyatakan bahwa keju yang dikoagulasi menggunakan ekstrak nanas memiliki rasa pahit (*bitter*) dan *aftertaste*. Sedangkan keju yang dibuat dengan ekstrak ceremai memiliki cita rasa kering, *grainy*, berwarna kuning, dan tingkat penerimaan secara keseluruhannya lebih tinggi dari keju yang dibuat dengan ekstrak nanas.

**Kata kunci:** bakteri asam laktat; ceremai; koagulasi; nanas; sensori.

## ABSTRACT

Sumbawa cow's milk processing is still limited even though it has the potential to be developed. Therefore, a diversification product like cheese as a source of probiotic is required. Cheese derived from milk that is coagulated using rennet which is expensive and has high halal critical point. Thus, an alternative coagulant that is affordable with low halal critical point such as local plant-based material is needed. This study used Sumbawa local cow's milk to produce cheese which coagulated using pineapple and gooseberry and the addition of *Lactobacillus lactis* as the lactic acid bacteria. Observed parameters were clotting time, yield, hardness, protein, total fat, total lactic acid bacteria, and sensory quality. This experiment showed that the cheese yielded using pineapple was higher than that of gooseberry, while the cheese coagulated using gooseberry (26714 N/m<sup>2</sup>) was having firmer texture. Meanwhile, clotting time, protein content and total fat content of the cheese coagulated using both coagulants were the same. The total lactic acid bacteria of the cheese coagulated using pineapple and gooseberry was similar 10.80 Log CFU/mg and 10.84 Log CFU/mg, respectively. Sensory evaluation using quantitative descriptive analysis showed that the cheese coagulated using pineapple extract has higher aftertaste and bitter taste. Meanwhile, the cheese coagulated using gooseberry extract was dry, grainy, yellowish, and its overall acceptance was higher than that of pineapple.

**Keywords:** coagulation; gooseberry; lactic acid bacteria; pineapple; sensory

## PENDAHULUAN/INTRODUCTION

Potensi komoditas ternak sapi jenis *Bos sondaicus* di Kabupaten Sumbawa cukup tinggi yaitu mencapai 252.943 ekor dengan produksi susu 1.08 kg/ekor/hari (BPS, 2023) dan Nalley et al., 2021). Pengolahan susu sapi sumbawa masih terbatas pada produksi permen susu (Waqtarib et al., 2020). Namun, beberapa penelitian sudah dilakukan untuk mengolah susu Sumbawa menjadi es krim dan dangke yaitu sejenis keju lunak tanpa fermentasi (Fathiaturrahma et al., 2022). Susu sapi juga dapat diproses menjadi produk fungsional seperti keju (*hard cheese*) yang dibuat dengan penambahan koagulan dan bakteri asam laktat yang berfungsi sebagai probiotik (Oštarić et al., 2022).

Probiotik adalah mikroorganisme baik yang terdapat dalam jumlah yang cukup dan memberikan manfaat

kesehatan untuk manusia (Luminturahardjo, 2021). Probiotik dapat digunakan untuk mencegah dan mengobati beberapa penyakit dengan cara meningkatkan fungsi membran mukosa, melawan patogen-patogen, menghambat invasi bakteri pada epitel usus, dan meningkatkan sistem imun dan regulasi sistem saraf pusat (Stavropoulou & Bezirtzoglou, 2020). Enaud et al (2020) menduga bahwa mikrobiota di usus dapat memperkuat fungsi makrofag alveolar yaitu pertahanan melawan bakteri yang masuk ke dalam paru-paru. Albillos et al (2020) juga menambahkan bahwa mikrobiota usus memungkinkan pengangkutan metabolit mikrobiota langsung ke hati oleh vena dan membatasi diseminasi racun dan bakteri lainnya. Mikrobiota usus juga diduga dapat mempengaruhi fungsi otak dengan meregulasi produksi, metabolisme dan

transmisi neurotransmitter melalui metabolisme enzim triptofan oleh microbiota menjadi serotonin dan metabolit lainnya sehingga dapat mempengaruhi level serotonin di otak (Ghaisas et al., 2016). Probiotik juga dapat mensupresi produksi sitokin yang berperan dalam aktivitas antivirus dan antiinflamasi (Luminturahardjo, 2021).

Salah satu sumber probiotik adalah dari keju yang difermentasi menggunakan bakteri asam laktat. Pembuatan keju membutuhkan penggumpal berupa enzim rennin (rennet) yang diambil dari lambung mamalia sehingga memiliki titik kritis halal yang dapat mempengaruhi kehalalan keju yang dihasilkan (Jumiono et al., 2023). Selain itu rennet komersil harganya relatif mahal dan ketersediaannya terbatas (Nurgrahadi et al., 2020). Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif rennet berupa koagulan nabati yang dapat bersumber dari buah lokal. Koagulan nabati relatif lebih murah, berlimpah, dan titik kritisnya rendah (Mufidah et al., 2023).

Indonesia memiliki berbagai macam potensi nabati lokal yang memiliki kemampuan dalam menjadi koagulan karena adanya enzim renin maupun karena pH yang rendah sehingga memiliki kemampuan dalam menggumpalkan kasein susu. Penelitian ini menggunakan buah lokal nanas dan ceremai (*Phyllanthus acidus*) sebagai penggumpal keju yang diolah dari susu sapi Sumbawa.

Nanas mengandung enzim proteolitik dari jenis bromelin yang dapat menggumpalkan kasein pada susu

(Kartawiria et al., 2019). Bromelin dapat mengurangi pH susu untuk mencapai titik isoelektrik yang berperan dalam terbentuknya struktur padat dari keju (Aini et al., 2019). Selama perubahan enzimatis ini, kasein berubah menjadi parakasein yang kemudian diendapkan oleh kalsium yang terkandung dalam susu (Sukainah et al., 2021).

Ceremai mengandung asam askorbat yang dapat menyebabkan kagulasi pada koloid susu (Ardiana & Hernawati, 2019). Asam ini termasuk golongan asam karboksilat yang dapat terpecah menjadi ion  $H^+$  dan  $COO^-$ . Ion hydrogen akan berikatan dengan lemak susu (kasein) dan kemudian menggumpal (Mulyani et al., 2019). Asam jenis karboksil ini digunakan untuk menggumpalkan karet, sehingga informasi penggunaannya untuk pembuatan keju masih terbatas. Ardiana & Hernawati, (2019) melaporkan bahwa ekstrak ceremai dapat menggumpalkan kasein pada susu sapi perah jenis Fries Holland.

Pada penelitian ini keju juga difermentasi menggunakan bakteri asam laktat. Selain dapat menggumpalkan susu, bakteri ini juga berperan penting dalam proses pemasakan keju dengan cara memulai fermentasi dengan memproduksi asam hasil metabolismenya (Nurgrahadi et al., 2020). Bakteri asam laktat merombak laktosa keju menjadi asam laktat sehingga terjadi akumulasi total asam laktat dalam keju dan berkontribusi terhadap tekstur (produksi exopolisakarida) dan cita rasa keju (Akmal et al., 2022; Coelho et al., 2022)

Tujuan dari penelitian ini adalah mengeksplorasi koagulan keju dari susu sapi Sumbawa dengan memanfaatkan buah lokal Sumbawa. Penambahan bakteri asam laktat dalam pembuatan keju dapat menjadikan keju sebagai sumber probiotik sehingga pada akhirnya keju ini dapat menambah pilihan diversifikasi produk susu Sumbawa yang kaya akan probiotik.

## METODOLOGI/METHODOLOGY

### 1. Pembuatan keju

Keju dibuat berdasarkan modifikasi metode oleh (Komansilan et al., 2019). Masing-masing daging buah nanas dan ceremai ditimbang sebanyak 200 g dan dihaluskan dengan 500 ml air kemudian disaring dan disimpan pada suhu ruang. Susu sebanyak 2 L dipanaskan pada suhu 65°C selama 30 menit kemudian didinginkan hingga suhu 45-50°C. Sebanyak 500 ml starter *Lactobacillus lactis* ditambahkan kedalam susu kemudian diaduk hingga merata dan ditambahkan 500 ml ekstrak buah. Setelah padatan keju terpisah, susu disaring untuk mengekstrak padatan keju.

Sebanyak 2% garam ditambahkan ke dalam keju dan dicetak menggunakan cetakan kotak dengan volume  $\pm 8 \text{ cm}^3$ . Keju kemudian difermentasi pada suhu ruang selama 16 jam dan disimpan pada suhu 4-5°C untuk digunakan pada proses pengujian tekstur, kadar protein, kadar lemak total, Bakteri Asam Laktat, dan analisis sensorinya.

### 2. Clotting time keju

Pengujian penggumpalan susu dilakukan dengan menambahkan koagulan ke dalam susu yang sudah dipasteurisasi. *Clotting time* diukur dari lama waktu yang dibutuhkan oleh koagulan untuk menggumpalkan susu (*first clot*) dari masing-masing perlakuan.

### 3. Rendemen keju

Rendemen keju diukur berdasarkan pembentukan padatan keju dalam 1 kg susu (gram keju/kg susu). Formula yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{g keju}}{\text{g susu} + \text{koagulan} + \text{starter}} \times 100$$

### 4. Pengujian tekstur keju

Tekstur keju diukur menggunakan texture analyser (TexturePro CT V1.4 Build 17, Brookfield Engineering Labs. Inc.) yang menggunakan modifikasi metode dari (Guna et al., 2020). Probe diatur dengan kecepatan 0.5 mm/s. Parameter yang diukur adalah tingkat kekerasan (*hardness*).

### 5. Kadar protein keju

Kadar protein diukur menggunakan Metode Kjeldahl-AOAC 2001 (Daulima et al., 2021). Sampel keju sebanyak 1 gram dihaluskan dan dimasukkan ke dalam labu destruksi dan ditambahkan 7 gram  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , 0.8 gram  $\text{CuSO}_4$ , dan 15 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Proses destruksi dilakukan di dalam lemari asam hingga sampel berubah warna menjadi bening (hijau toska) kemudian didinginkan selama 20 menit untuk mendinginkan sampel. Sample yang diisi kedalam labu Kjeldahl

ditambahkan 25 ml air, 50 ml NaOH 40%, dan beberapa butir batu didih. Setelah itu, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 4% sebanyak 30 ml ditambahkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 3 tetes indikator BCG-MR untuk menangkap destilat yang kemudian dititrasasi menggunakan larutan standar HCl 0.1 N. Kadar protein dihitung menggunakan formula berikut:

$$\%N = \frac{ml\ HCl\ (Sampel - blanko)}{berat\ sampel\ (g) \times 1000} \times N\ HCl \times 14.008 \times 100\%$$

$$\% Protein = \% N \times Faktor\ konversi\ (6.25)$$

## 6. Kadar lemak total

Total lemak diukur menggunakan metode Soxhletasi-AOAC 1995 (Daulima et al., 2021). Labu dikeringkan selama 1 jam dalam oven bersuhu 105°C dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang (W2). Sampel keju sebanyak 5 gram dihaluskan kemudian ditimbang (W1) dan dibungkus menggunakan kertas saring dan dimasukkan ke dalam soxhlet dan ditambahkan heksan mencukupi 1,5 siklus. Ekstraksi kemudian dilakukan selama ± 6 jam hingga pelarut turun melalui sifon. Hasil ekstraksi dipisahkan dari heksan dan dipanaskan ke dalam oven selama 1 jam dengan suhu 105°C dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang (W3). Kadar lemak dihitung menggunakan formula berikut:

$$\% Lemak = \frac{W3 - W2}{W1} \times 100\%$$

## 7. Total bakteri asam laktat

Total bakteri asam laktat dihitung menggunakan metode Adriane (2021) dengan modifikasi. Sampel

keju sebanyak 1 gram diencerkan dengan NaCl 0.85% dan diencerkan bertingkat hingga 10%. Larutan kemudian diambil sebanyak 1 ml dan di-plating ke media MRS broth agar yang mengandung 1% CaCO<sub>3</sub>. Cawan kemudian diinkubasi terbalik selama 48 jam pada 37°C. Total bakteri asam laktat dinyatakan dalam log CFU/g.

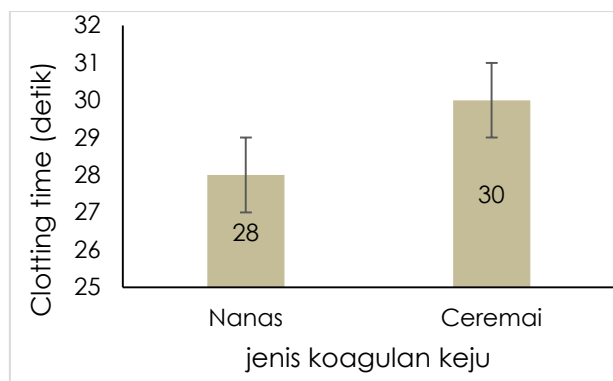
## 8. Quantitative Descriptive Analysis

Pengujian sensori menggunakan *Quantitative Descriptive Analysis* Hunaefi & Ulfah (2019) dengan modifikasi. Panelis terlatih sebanyak 10 orang diberikan pemahaman tentang atribut sensori keju. Panelis diperoleh dengan seleksi (Nurjanah & Sari, 2023). Panelis melakukan analisis sensori menggunakan lexicon skala 1-15 pada tiap atribut berdasarkan karakteristik sensori keju oleh panelis. Hasil analisis ini digambarkan dalam *spiderweb*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN/RESULTS AND DISCUSSION

### 1. Clotting time

**Gambar 1** menunjukkan bahwa nanas dan ceremai menggumpalkan susu dalam waktu yang relatif sama. Hal ini terjadi karena viskositas susu yang digunakan sama. Selain itu, agregasi koagulan nabati memang lebih lama dibanding koagulan hewani (Beltrán-Espinoza et al., 2021). Namun, Waktu penggumpalan pada penelitian ini lebih cepat dibanding pada penelitian oleh Beltrán-Espinoza et al., 2021) yaitu mencapai 53 detik.

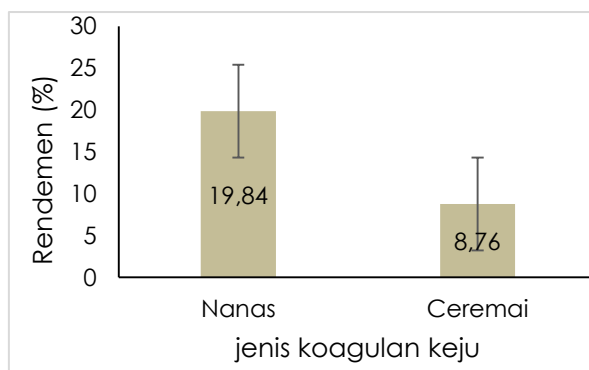


**Gambar 1.** Clotting time susu dengan jenis koagulan berbeda

## 2. Rendemen

Rendemen yang dihasilkan masing-masing koagulan dapat dilihat pada **Gambar 2**. Rendemen keju yang dihasilkan menggunakan ekstrak nanas lebih tinggi dibanding ekstrak ceremai. Keju yang dikoagulasi dengan ekstrak nanas

menunjukkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan ceremai karena aktivitas enzim bromelin yang tinggi mengakibatkan jumlah padatan yang terbentuk makin banyak (Silaban & Rahmanisa, 2016).



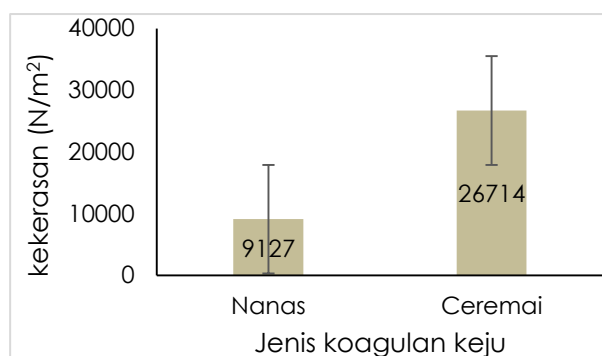
**Gambar 2.** Rendemen keju dengan jenis koagulan berbeda

## 3. Tekstur keju

Tekstur keju diketahui dengan mengukur tingkat kekerasan keju yang dihasilkan. **Gambar 3** menunjukkan bahwa keju yang dikoagulasi menggunakan ekstrak ceremai 65.83% lebih keras dibandingkan ekstrak nanas.

Namun, kedua keju sudah termasuk kedalam kategori *hard cheese* karena kadar airnya kurang dari 39% (Arifiansyah et al., 2014).

Tingkat kekerasan keju dapat dipengaruhi oleh kadar air dalam keju. Keju yang dikoagulasi dengan ceremai lebih keras karena rendemen keju rendah yang mengakibatkan kadar air keju segar juga rendah sehingga penambahan garam pada proses *salting* akan semakin mengikat jumlah kadar air bebas sehingga menyebabkan tekstur keju lebih keras (Nugroho et al., 2018).

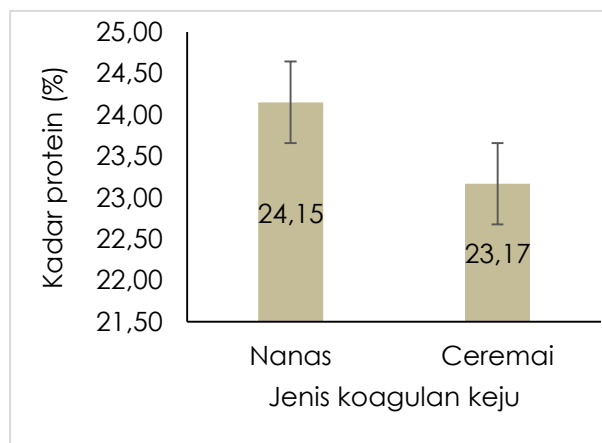


**Gambar 3.** Tingkat kekerasan keju dengan jenis koagulan berbeda

#### 4. Kadar protein

Kadar protein keju yang dihasilkan dapat dilihat pada **Gambar 4**. Kadar protein pada keju yang dikoagulasi dengan nanas dan ceremai tidak berbeda. Hal ini dapat disebabkan oleh waktu pemeraman keju yang sama sehingga enzim dan asam pada kedua koagulan memiliki peluang

yang sama untuk menghidrolisis protein keju (Suryani, 2023). Kadar protein keju pada penelitian ini lebih tinggi dari penelitian oleh (Komansilan et al., 2019) yaitu 12.64%. Berdasarkan SNI 01-2980-1992 tentang standar protein keju olahan sebesar minimal 19.5%, nilai protein pada penelitian ini sudah memenuhi standar tersebut.

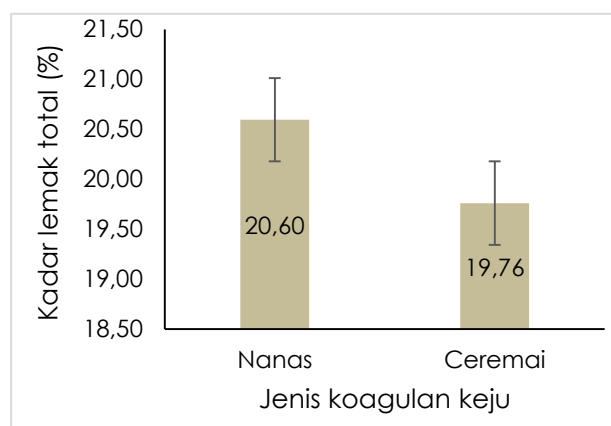


**Gambar 4.** Kadar protein keju dengan jenis koagulan berbeda

#### 5. Kadar lemak total

Kadar lemak total keju yang dihasilkan dapat dilihat pada **Gambar 5**. Kadar lemak total keju yang dikoagulasi dengan nanas ataupun ceremai tidak berbeda nyata. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kesamaan kondisi suhu, pH, jenis susu, dan waktu

pemeraman keju sehingga lipolisis lemak berpeluang sama. Kadar lemak ini lebih tinggi dari penelitian oleh (Komansilan et al., 2019) sekitar 2.13%. Berdasarkan SNI 01-2980-1992 tentang standar lemak keju olahan minimal 25%, nilai protein pada penelitian ini belum memenuhi standar tersebut.



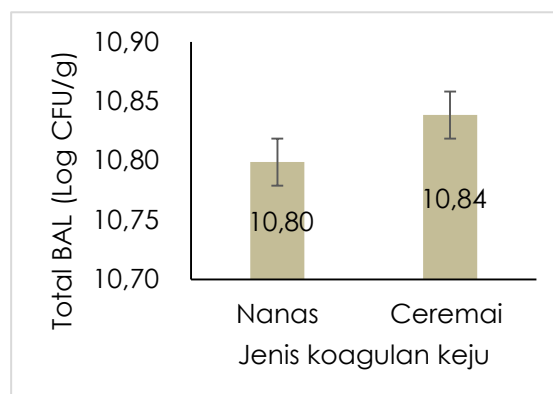
**Gambar 5.** Kadar lemak total keju dengan jenis koagulan berbeda

## 6. Total bakteri asam laktat (BAL)

Total bakteri asam laktat pada masing-masing-masing keju yang dihasilkan dapat dilihat pada **Gambar 6**. Total bakteri asam laktat yang terdapat pada keju yang dikoagulasi dengan nanas maupun ceremai hampir sama.

Total BAL yang hampir sama kemungkinan disebabkan karena pH ekstrak nanas (pH 3.49) dan

ekstrak ceremai (pH 3.4) hampir sama dan jenis susu yang digunakan juga sama sehingga tidak menimbulkan perbedaan yang signifikan terhadap pertumbuhan bakteri asam laktat. Batas minimal jumlah probiotik pada keju adalah 6 log CFU/mL (Syah et al., 2017), sehingga pada penelitian ini jumlah probiotik sudah memenuhi standar.



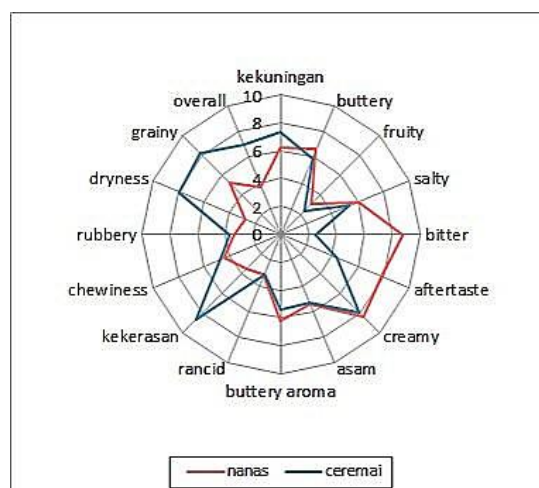
**Gambar 6.** Total bakteri asam laktat keju dengan jenis koagulan berbeda

## 7. Quantitative descriptive analysis (QDA)

Hasil evaluasi sensori dapat dilihat pada **Gambar 7**. keju yang dikoagulasi menggunakan ekstrak nanas memiliki rasa pahit (*bitter*)

dan *aftertaste*. Sedangkan keju yang dibuat dengan ekstrak ceremai memiliki cita rasa kering, *grainy*, berwarna kuning, dan tingkat penerimaan secara keseluruhannya lebih tinggi dari keju yang dibuat dengan ekstrak nanas.





**Gambar 7.** Kualitas sensori keju dengan

## SIMPULAN/CONCLUSION

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ceremai dan nanas dapat digunakan sebagai koagulan alami untuk membuat keju dari susu sapi Sumbawa karena keduanya dapat membentuk padatan keju. Kadar protein dan total lemak keju pada kedua koagulan tidak berbeda nyata, sedangkan keju dengan ekstrak ceremai lebih keras. Kandungan total bakteri asam laktat dari keju yang diekstrak dengan kedua buah tersebut hampir mirip. Secara keseluruhan penerimaan sensoris lebih tinggi pada keju yang dibuat dengan ekstrak ceremai.

## UCAPAN

## KASIH/ACKNOWLEDGEMENT

Penelitian ini didanai oleh Kemenristek dikti melalui hibah penelitian dosen pemula (PDP) SK No. 0557/E5.5/AL.04/2023

## DAFTAR PUSTAKA/REFERENCES

Al-Mhmdy, S. M., & Al-Dulaimy, S. E. H. (2018). Performance Evaluation Of

Drip Irrigation System According To The Suggested Standards. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 49(6), 1099–1109.

<https://doi.org/10.36103/ijas.v49i6.148>

Anderson, R., Bayer, P. E., & Edwards, D. (2020). Climate change and the need for agricultural adaptation. *Current Opinion in Plant Biology*, 56, 197–202.

<https://doi.org/10.1016/j.pbi.2019.12.006>

Apriyana, Y., & Kailaku, T. E. (2015). Variabilitas iklim dan dinamika waktu tanam padi di wilayah pola hujan monsunial dan equatorial. In *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* (Vol. 1, pp. 366–372).

<https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010233>

Delgado-Ramírez, G., Bolaños-González, M. A., Quevedo-Nolasco, A., López-Pérez, A., & Estrada-Ávalos, J. (2023). Estimation of Reference Evapotranspiration in a Semi-Arid Region of Mexico. *Sensors*, 23(15). <https://doi.org/10.3390/s23157007>

Doorenbos, J., & Pruitt, W. O. (1977). Guidelines for predicting crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper*, 24, 144.

Jaya, I. K. D., Sudika, I. W., Windarningsih, M., & Isnaini, M. (2021). Organic foliar fertilizer to improve yield of cayenne pepper (*Capsicum frutescens* L.) grown off-season. In *E3S Web of*

- Conferences (Vol. 306, p. 01016). EDP Sciences.  
<https://doi.org/10.1051/E3SCONF/202130601016>
- Kasmin, H., Abd Razak, K. A., Buzaimi, A. S., Mohd Azman, H. N., Muhammad Suhaimi, A. F., Wan Mohamed, W. A., ... Ahmad, N. A. (2022). Potential Alternative Evapotranspiration Estimation Methods for Batu Pahat Climatic Condition: A Quantitative Comparison. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1022(1), 1–9.  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1022/1/012078>
- Keller, J., & Karmeli, D. (1974). Trickle Irrigation Design Parameters. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 17(4), 678–684.  
<https://doi.org/10.13031/2013.36936>
- Kusmali, M., Munir, A., & Faridah, S. N. (2015). Aplikasi Irigasi Tetes Pada Tanaman Cabe Merah Di Kabupaten Enrekang. *Jurnal AgriTechno*, 8(2), 140–148.
- Martins, D. S., Paredes, P., Raziei, T., Pires, C., Cadima, J., & Pereira, L. S. (2017). Assessing reference evapotranspiration estimation from reanalysis weather products. An application to the Iberian Peninsula. *International Journal of Climatology*, 37(5), 2378–2397.  
<https://doi.org/10.1002/JOC.4852>
- Miranda, F. R., Gondim, R. S., & Costa, C. A. G. (2006). Evapotranspiration and crop coefficients for tabasco pepper (*Capsicum frutescens* L.). *Agricultural Water Management*, 82(1–2), 237–246.  
<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.024>
- Muanah, M., Karyanik, K., & Romansyah, E. (2020). RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA PENERAPAN TEKNIK IRIGASI TETES PADA LAHAN KERING. *Jurnal Agrotek Ummat*, 7(2), 103–109. Retrieved from <http://journal.ummat.ac.id/index.php/agrotek/article/view/3128>
- Muhammad, M. K. I., Nashwan, M. S., Shahid, S., Ismail, T. bin, Song, Y. H., & Chung, E. S. (2019). Evaluation of empirical reference evapotranspiration models using compromise programming: A case study of Peninsular Malaysia. *Sustainability (Switzerland)*, 11(16).  
<https://doi.org/10.3390/su11164267>
- Nadia Umi, H., Agung Tricahya, R., Muhammad Farid, A., Radi, & Murtiningrum. (2020). Performance analysis of drip and sprinkler irrigation on pineapple cultivation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 451(1).  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/451/1/012034>
- Ndiaye, P. M., Bodian, A., Diop, L., Deme, A., Dezetter, A., Djaman, K., & Ogilvie, A. (2020). Trend and sensitivity analysis of reference evapotranspiration in the Senegal River basin using NASA meteorological data. *Water (Switzerland)*, 12(7).  
<https://doi.org/10.3390/w12071957>
- Negm, A., Jabro, J., & Provenzano, G. (2017). Assessing the suitability of American National Aeronautics and Space Administration (NASA) agro-climatology archive to predict daily meteorological variables and reference evapotranspiration in Sicily, Italy. *Agricultural and Forest Meteorology*, 244–245(May), 111–121.  
<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.05.022>
- Nugroho, A. A. S., Bowo, C., & Sudibya, J. (2019). Indeks Kekeringan Spi (Standardized Precipitation Index) Dan Pengaruhnya Terhadap Produktivitas Hortikultura Tahunan Di Kabupaten Jember. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 2(4), 149.  
<https://doi.org/10.19184/bip.v2i4.16312>
- Pérez-Urrestarazu, L., Egea, G., Franco-Salas, A., & Fernández-Cañero, R. (2014). Irrigation Systems Evaluation for Living Walls. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering-Asce*, 140(4).  
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0000702](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000702)

- Priyonugroho, A. (2014). ANALISIS KEBUTUHAN AIR IRIGASI (STUDI KASUS PADA DAERAH IRIGASI SUNGAI AIR KEBAN DAERAH KABUPATEN EMPAT LAWANG). *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 457–470.
- Purnadurga, G., Kumar, T. V. L., Rao, K. K., Barbosa, H., & Mall, R. K. (2019). Evaluation of evapotranspiration estimates from observed and reanalysis data sets over Indian region. *International Journal of Climatology*, 39(15), 5791–5800. <https://doi.org/10.1002/JOC.6189>
- Ritung, S., Suryani, E., Subardja, D., Sukarman, Nugroho, K., Suparto, ... Supriatna, W. (2015). *Luas Penyebaran, dan Potensi Ketersediaan. Sumberdaya Lahan Pertanian Indonesia (2015th ed.)*. Jakarta: IAARD Press.
- Rizal, M., Munir, A., & Prawitosari, T. (2012). RANCANGBANGUN DAN UJI KINERJA SISTEM KONTROL IRIGASI TETES PADA TANAMAN STRAWBERRY (*Fragaria vesca* L.). *AgriTechno*, 6(2), 68. Retrieved from [https://scholar.google.co.id/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=id&user=kUQa1QwAAAAJ&citation\\_for\\_view=kUQa1QwAAAAJ:iWL\\_APfBKHwC](https://scholar.google.co.id/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=kUQa1QwAAAAJ&citation_for_view=kUQa1QwAAAAJ:iWL_APfBKHwC)
- Saidah, H., Yasan Wayan, H. E. (2014). Keseragaman Tetesan Pada Irigasi Tetes Siste M Gravitasi. *Spektrum Sipil*, Vol 1, No(2), 133–139.
- Srivastava, P. K., Singh, P., Mall, R. K., Pradhan, R. K., Bray, M., & Gupta, A. (2020). Performance assessment of evapotranspiration estimated from different data sources over agricultural landscape in Northern India. *Theoretical and Applied Climatology*, 140(1–2), 145–156. <https://doi.org/10.1007/s00704-019-03076-4>
- Sumarna, A. (1998). *Irigasi Tetes Pada Budidaya Cabai. Irigasi Tetes Pada Budidaya Cabai*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Supriadi, D., Susila, A., & Sulistyono, E. (2018). Crop Water Requirement Determination of Red Pepper (*Capsicum annum* L.) and Cayenne Pepper (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 9(1), 38–46.
- Surmaini, E., Runtunuwu, E., & Las, I. (2011). Agriculturals Effort to Anticipate Climate Change. *Jurnal Litbang Pertanian*, 30(1), 1–7. Retrieved from <http://www.ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jppp/article/view/2480>
- Taghvaeian, S. (2014). Drip Irrigation Systems. *Oklahoma Cooperative Extension Service*.
- Udiana, I. M., Bunganaen, Wi., & Padja, R. A. P. (2014). Perencanaan Sistem Irigasi Tetes (Drip Irrigation) Di Desa Besmarak Kabupaten Kupang. *Teknik Sipil*, III(1), 63–74.
- Adriane, F. Y., & Wikandari, P. R. (2021). Pengaruh Konsentrasi *Lactobacillus plantarum* B1765 terhadap Mutu Produk Keju Analog Kacang Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*). *Prosiding Seminar Nasional Kimia (SNK)*, 34–45.
- Aini, N., Sustrawan, B., Prihananto, V., & Heryanti, T. (2019). Characteristics of cheese analogue from corn extract added by papain and pineapple extract. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 255(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/255/1/012016>
- Akmal, H. M., Sumarmono, J., & Setyawardani, T. (2022). Pengaruh Penambahan Bubuk Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) dengan Persentase yang Berbeda terhadap Persentase Produk, Warna, dan Total Asam Laktat Keju Susu Rendah Lemak. *Bulletin of Applied Animal Research*, 4(2), 58–64. <https://doi.org/10.36423/baar.v4i2.1021>
- Albillos, A., de Gottardi, A., & Rescigno, M. (2020). The gut-liver axis in liver disease: Pathophysiological basis for therapy. *Journal of Hepatology*, 72(3), 558–577. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2019.10.003>
- Ardiana, C., & Hernawati, D. (2019). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Buah

- Ceremai (*Phyllanthus Acidus*) terhadap Penggumpalan Susu Sapi Jenis FH (FRIESH HOLLAND) dalam Pembuatan Keju. *Jurnal Life Science: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.31980/jls.v1i1.616>
- Arifiansyah, M., Wulandari, E., & Chairunnisa, H. (2014). Karakteristik kimia (Kadar air dan protein) dan nilai kesukaan keju segar dengan penggunaan koagulan jus jeruk nipis, jeruk lemon, dan asam sitrat. *Students E-Journal*, 4(1), 1–14. <http://jurnal.unpad.ac.id/ejournal/article/view/5816>
- Beltrán-Espinoza, J. A., Domínguez-Lujan, B., Gutiérrez-Méndez, N., Chávez-Garay, D. R., Nájera-Domínguez, C., & Leal-Ramos, M. Y. (2021). The impact of chymosin and plant-derived proteases on the acid-induced gelation of milk. *International Journal of Dairy Technology*, 74(2), 297–306. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12760>
- BPS. (2023). *sumbawa dalam angka 2023*.
- Coelho, M. C., Malcata, F. X., & Silva, C. C. G. (2022). Lactic Acid Bacteria in Raw-Milk Cheeses: From Starter Cultures to Probiotic Functions. In *Foods* (Vol. 11, Issue 15). <https://doi.org/10.3390/foods11152276>
- Daulima, D. T., Andriyani, A., Mustofa, P. N., & Liputo, S. A. (2021). Cheese Analog Basis Susu Jagung Manis dan Susu Kedelai Sebagai Keju Rendah Lemak. *Journal of Agritechology and Food Processing*, 1(2), 61. <https://doi.org/10.31764/jafp.v1i2.6684>
- Enaud, R., Prevel, R., Ciarlo, E., Beaufils, F., Wieërs, G., Guery, B., & Delhaes, L. (2020). The Gut-Lung Axis in Health and Respiratory Diseases: A Place for Inter-Organ and Inter-Kingdom Crosstalks. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10(February), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.00009>
- Fathiaturrahma, N., Kusdianawati, & Suharli, L. (2022). Dangka Hasil Olahan dari Susu Kuda Liar Sumbawa , Susu Sapi Sumbawa , dan Susu Kerbau Sumbawa. *ANOA: Journal of Animal Husbandry*, 1(2), 88–97.
- Ghaisas, S., Maher, J., & Kanthasamy, A. (2016). Gut microbiome in health and disease: Linking the microbiome-gut-brain axis and environmental factors in the pathogenesis of systemic and neurodegenerative diseases. In *Pharmacology and Therapeutics* (Vol. 158, pp. 52–62). <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2015.11.012>
- Guna, F. P. G., Bintoro, V. P., & Hintono, A. (2020). Pengaruh Penambahan Tepung Porang sebagai Penstabil terhadap Daya Oles, Kadar Air, Tekstur, dan Viskositas Cream Cheese. *Jurnal Teknologi Pangan*, 4(2), 88–92. [www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tekpangan](http://www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tekpangan).
- Hunaefi, D., & Ulfah, F. (2019). Pendugaan Umur Simpan Produk Pastry dengan Quantitative Descriptive Analysis (QDA) dan Metode Arrhenius. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality*, 6(2), 72–78. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2019.6.72>
- Jumiono, A., Mardiah, Amalia, L., & Puspasari, E. (2023). IDENTIFIKASI TITIK KRITIS KEHALALAN BAHAN NABATI DAN PRODUK TURUNAN BAHAN NABATI. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal Volume*, 5(April), 21–29.
- Kartawiria, I. S., Elvina, B., & Gunawan-Puteri, M. D. P. T. (2019). Milk curd properties attributed to the application of a pineapple juice as a coagulant in cheese production. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 54(4), 695–701.
- Komansilan, S., Rosyidi, D., Radiati, L. E., & Purwadi, P. (2019). Pengaruh variasi pH dengan penambahan enzim bromelin alami (*Anannas comucus*) terhadap sifat organoleptik keju cottage. *Jurnal Sains Peternakan*, 7(1), 54–61. <https://doi.org/10.21067/jsp.v7i1.3613>
- Luminturahardjo, W. (2021). Peranan

- Probiotik dalam Penanganan Infeksi COVID-19. *Cermin Dunia Kedokteran*, 48(5), 273. <https://doi.org/10.55175/cdk.v48i5.1371>
- Mufidah, I., Hidayat, K., & Maflahah, I. (2023). Analisis Titik Kritis Keharaman Proses Produksi Keju Mozzarella Di Cv Abc. *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains*, 5(2013), 69–74.
- Mulyani, L. S., Ardiana, C., Kurniasih, N., Hernawati, D., & Rohayat, A. (2019). The effect of concentration of Ceremai (*Phyllanthus Acidus*) Fruit extract on FH (Friesch Holland) cattle milk clumping in cheese making. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/5/055018>
- Nalley, W. M., Hine, T. M., & Kune, P. (2021). Penyuntikan Tiga Kali Ekstrak Pituitari Selama Induk Sapi Bali Bunting Meningkatkan Bobot Lahir dan Produksi Air Susu. *Jurnal Veteriner*, 22(2), 271–277. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2021.22.2.271>
- Nugroho, P., Dwiloka, B., & Rizqiaty, H. (2018). Rendemen, Nilai pH, Tekstur, dan Aktivitas Antioksidan Keju Segar dengan Bahan Pengasam Ekstrak Bunga Rosella Ungu (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(1), 33–39.
- Nurgrahadi, Puspawati, N. N., & Sugitha, I. M. (2020). Pengaruh Perlakuan 3 Jenis Bakteri Asam Laktat Dan Kombinasinya Terhadap Karakteristik Keju Kedelai. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 9(4), 412–425. <https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i04.p06>
- Nurjanah, S., & Sari, R. N. (2023). PERSIAPAN PANELIS TERLATIH UNTUK ANALISIS PROFIL SENSORI SUSU RUMINANSIA SUMBAWA. *UTS STUDENT CONFERENCE*, 185–194.
- Oštarić, F., Antunac, N., Cubric-curik, V., Curik, I., Jurić, S., Kazazić, S., Kiš, M., Vinceković, M., Zdolec, N., Špoljarić, J., & Mikulec, N. (2022). Challenging Sustainable and Innovative Technologies in Cheese Production: A Review. *Processes*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/pr10030529>
- Silaban, I., & Rahmanisa, S. (2016). Pengaruh Enzim Bromelin Buah Nanas (*Ananas comosus* L.) Terhadap Awal Kehamilan. *Majority*, 5(4), 80–85.
- Stavropoulou, E., & Bezirtzoglou, E. (2020). Probiotics in Medicine: A Long Debate. *Frontiers in Immunology*, 11(September), 1–20. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.02192>
- Sukainah, A., Fadilah, R., Putra, R. P., & Akifah. (2021). Analysis Quality of Soft Cheese Cottage with Additional of Pineapple Juice (*Ananas Comosus* (L.) Merr) and *Lactobacillus* *Fabifermentans*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 709(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/709/1/012021>
- SURYANI, N. A. (2023). *Kualitas Kimia Keju Susu Sapi Dengan Pemakaian Enzim Bromelin Dari Buah Nanas (Ananas comosus)*.
- Syah, S. P., Sumantri, C., Arief, I. I., & Taufik, E. (2017). Karakteristik Minuman Whey Yang Difermentasikan Dengan Bakteri Asam Laktat Indigenus Asal Dangke. In *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* (Vol. 28, Issue 2, pp. 129–138). <https://doi.org/10.6066/jtip.2017.28.2.129>
- Waqtarib, T. W., Sjah, T., & Sukardi, L. (2020). Analysis of the value added of milk candy agroindustry product in the northern moyo district sumbawa regency. *Agroteksos*, 30(2), 79–89.