Penambahan CMC (Carboxymethyl Cellulose) dan Puree Buah Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) terhadap Sifat Yoghurt Susu Kambing

Diterima:

10 Januari 2025

Revisi:

19 Januari 2025

Terbit:

20 Januari 2025

¹Nia Agustina

¹Universitas Doktor Nugroho Magetan

¹Magetan, Indonesia

E-mail: niaagustina@udn.ac.id

Abstract— Air susu yang berasal dari kambing mempunyai kandungan gizi dan kemudahan dalam pencernaan yang lebih baik bila disandingkan dengan susu sapi. Akan tetapi, susu kambing mempunyai kekurangan berupa rasa khas kambing (goaty flavour), yang dapat diatasi dengan mengolahnya sehingga menghasilkan yoghurt. Minimnya kandungan as₁ kasein dan karena diameter struktur misel yang lebih mini, yoghurt berbahan dasar susu murni dari hewan kambing menunjukkan stabilitas tekstur yang lebih cair. Oleh karena itu, diperlukan penambahan bahan tambahan untuk memperbaiki teksturnya, seperti carboxymethyl cellulose (CMC) dan puree buah nangka. Penelitian ini menggunakan metode Metode yang diterapkan adalah RAKF (Rancangan Faktorial Dengan Pengelompokan Acak) dengan melibatkan dua elemen, yakni variasi stabilitas tekstur CMC (dengan proporsi 1%, 1,5%, hingga 2%) dan tingkat penambahan olahan buah nangka halus (5% maupun 10%). Bukti empiris yang diperoleh analisis dilakukan dengan metode ANOVA pada taraf kepercayaan sebesar 95%, diikuti dengan uji lanjut menggunakan prosedur Tukey. Data penelitian mengindikasikan bahwa adanya penyertaan CMC serta ekstrak buah nangka menimbulkan efek terhadap signifikan kadar asam total, nilai pH larutan, tingkat kekentalan, serta derajat sineresis, meskipun tidak ditemukan keterkaitan antara kedua pendekatan tersebut. Perlakuan terbaik ditemukan pada penambahan CMC 1% dan puree buah nangka 10%, dengan pengukuran laboratorium memperlihatkan hasil berupa kadar total asam tercatat sebesar 2,10%, dengan nilai pH 4,52; viskositas diukur mencapai 7701,67 cP, tingkat sineresis sebesar 15,88%, serta populasi bakteri produk fermentasi laktat diamati pada jumlah tertentu sebanyak $4,3 \times 10^7$ CFU/mL. Sementara itu, analisis SEM menunjukkan bahwa penambahan CMC berkontribusi terhadap pembentukan struktur yoghurt yang lebih baik.

Kata Kunci— Buah Nangka; CMC; Yoghurt Susu Kambing

I. PENDAHULUAN

Mengacu pada informasi dari FAO STAT di periode 2020, pembentukan susu kambing di Indonesia tercatat menembus 370.708 ton. Disandingkan dengan susu sapi, ukuran globula lemak dalam susu kambing relatif lebih kecil dibandingkan dengan jenis susu lainnya, kandungan asam lemak dengan rantai karbon pendek yang lebih tinggi, serta struktur protein dengan struktur yang lebih sederhana, membuat proses pencernaannya menjadi lebih efisien (Pratama et al., 2022). Selain itu, kandungan laktosa dalam susu kambing yang lebih rendah, yaitu 4,1 g/100 mL (Prosser, 2021), menjadikannya pilihan yang aman bagi penderita intoleransi laktosa jika dikonsumsi (Fauza et al., 2017). Namun, susu kambing memiliki rasa khas (goaty flavour) yang disebabkan oleh keberadaan asam volatil seperti asam kaproat, kaprilat, kaprat, serta asam lemak rantai cabang seperti asam 4-etiloktanoat dan asam 4-metiloktanoat (Chen et al., 2021), yang berkontribusi pada rasa dan bau khas susu kambing

(Afrizal, 2019). Salah satu cara untuk mengurangi goaty flavour dan memperpanjang umur simpan susu kambing adalah dengan mengolahnya menjadi yoghurt sebagai alternatif produk pangan.

Rendahnya kadar protein α_1 -kasein dan misel berukuran lebih kecil membuat produk yoghurt yang berbahan dasar susu kambing menunjukkan tekstur yang lebih cair dibandingkan dengan yoghurt susu sapi (Nguyen et al., 2018). Untuk itu, diperlukan penambahan bahan pengental seperti hidrokoloid guna memperbaiki tekstur yoghurt susu kambing. CMC (Carboxymethyl Cellulose) adalah jenis pengental yang stabil dalam rentang pH 3 hingga 10 dan tidak bereaksi dengan senyawa organik (Desnilasari et al., 2018). Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa CMC dapat meningkatkan kekentalan yoghurt, mencegah pemisahan fase, serta mengurangi sineresis (Eze et al., 2021; Bhattarai et al., 2016). Namun, sebagian besar penelitian ini diterapkan pada yoghurt susu sapi, sementara penggunaan CMC pada yoghurt susu kambing masih terbatas.

Fermentasi dengan penambahan CMC belum sepenuhnya menghilangkan goaty flavour pada yoghurt susu kambing, oleh karena itu, dilakukan perbaikan sensoris dengan menambahkan buah. Buah nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dipilih karena memiliki aroma harum yang kuat dan rasa manis (Anggriana et al., 2017), yang diharapkan dapat mengurangi goaty flavour pada yoghurt susu kambing. Menurut penelitian Begum et al. (2014), per 50 gram buah nangka mengandung 1,14-1,60% kalsium pektat, yang merupakan komponen utama penyusun pektin, yang dapat membantu memperbaiki tekstur yoghurt. Berdasarkan rasional penelitian, inovasi transformasi susu kambing melalui fermentasi menjadi produk yoghurt dengan penambahan CMC dan puree buah nangka diharapkan dapat menjadi solusi alternatif untuk mengatasi kekurangan pada yoghurt susu kambing.

II. METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan puree nangka dan yoghurt susu kambing antara lain autoklaf, inkubator, kulkas, kompor listrik, hand blender (LocknLock), hand mixer, termometer, panci, dan pengukus. Alat-alat yang digunakan untuk analisis yoghurt susu kambing meliputi fasilitas FESEM, deep freezer, mesin pengeringan dengan metode pembekuan (Christ Alpha 102 LDplus), kabinet aliran udara laminar, sputter coating, viskometer, pH meter (Hanna Instruments), colony counter (Stuart), vortex (Heidolph), mikropipet, dan timbangan analitik.

Bahan utama yang dimanfaatkan dalam riset ini meliputi cairan laktasi kambing masih murni yang diperoleh dari peternakan yang terletak di Plaosa, kultur yoghurt komersial (Biokul Plain Set) yang mengandung mikroorganisme *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus*, dan *Bifidobacterium*, gula pasir (merk Rose Brand), hidrokoloid komersial jenis CMC (merk

Wealthy), serta buah nangka matang varietas nangka madu yang memiliki daging buah berwarna kuning dan tekstur yang lembut. Akuades menjadi salah satu komponen bahan yang dimanfaatkan dalam analisis, kertas saring (Whatman No. 1), NaOH 0,1 M, indikator PP (phenolphthalein), media MRSA (De Man Rogosa Sharp Agar) dan pepton. Tahap penelitian awal pembuatan puree buah nangka, pembuatan starter yoghurt, serta pembuatan sampel yoghurt susu kambing yang ditambahkan dengan kombinasi CMC bersama dengan puree nangka. Selanjutnya, dilakukan analisis pada parameter tingkat total keasaman, nilai pH, serta kekentalan (viskositas), sineresis, serta jumlah bakteri asam laktat. Hasil perlakuan terbaik menurut metode De Garmo akan dianalisis menggunakan metode SEM.

Pembuatan Puree Nangka

Proses pembuatan puree nangka dimulai dengan mencuci nangka hingga bersih, menghilangkan bijinya, dan kemudian melakukan blanching dengan pengukus pada suhu sekitar 100°C selama 5 menit. Setelah itu, nangka dihancurkan menggunakan hand blender hingga halus dan kemudian disaring menggunakan kain saring.

Pembuatan Starter Yoghurt Susu Kambing

Starter yoghurt dibuat dengan melakukan pasteurisasi pada 150 mL susu kambing pada suhu sekitar 90°C selama 10 menit. Setelah pasteurisasi, susu didiamkan selama 10 menit untuk menurunkan suhu hingga mencapai 70°C. Kemudian, ditambahkan gula sebanyak 6% dan dihomogenisasi menggunakan hand mixer selama 30 detik. Setelah proses homogenisasi, susu didinginkan hingga mencapai suhu 37°C, kemudian diinokulasi dengan 5% starter yoghurt komersial, diaduk menggunakan spatula besi hingga rata, selanjutnya sampel ditempatkan dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam. Selanjutnya, sampel ditempatkan untuk penyimpanan dalam kulkas pada rentang temperatur 3–5°C dalam jangka waktu 24 jam.

Proses Produksi Yoghurt Berbahan Dasar Susu Kambing

Proses produksi yoghurt dimulai dengan pasteurisasi 150 mL susu kambing yang diperlakukan pada suhu sekitar 90°C rentang waktu 10 menit. Setelah dipasteurisasi, susu didiamkan selama 10 menit agar suhunya turun. Kemudian, ditambahkan gula sebanyak 6% dan hidrokoloid CMC sesuai dengan perlakuan (1%, 1,5%, dan 2%), lalu dihomogenisasi dengan hand mixer selama 30 detik. Setelah itu, ditambahkan puree nangka sesuai perlakuan (5% dan 10%) dan dihomogenisasi lagi selama 30 detik. Setelah homogenisasi, susu didinginkan hingga mencapai suhu 37°C, kemudian diinokulasi dengan 5% starter yoghurt, diaduk dengan spatula besi hingga merata, kemudian dilakukan inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C dalam inkubator. Sampel selanjutnya dimasukkan ke dalam kulkas pada derajat 3-5°C selama 24 jam untuk menghentikan proses fermentasi.

Metode Penelitian

Desain penelitian yang diterapkan adalah desain eksperimen acak kelompok dengan rancangan faktorial atau disingkat RAKF. Variabel dalam dua faktor perlakuan digunakan sebagai dasar penelitian ini, yakni faktor pertama berupa konsentrasi penambahan CMC dan faktor kedua berupa Tingkat kepadatan penambahan puree buah nangka. Faktor penambahan CMC terdiri dari tiga tingkat konsentrasi, yaitu 1 persen, 1,5 persen, dan 2 persen. Sedangkan faktor penggunaan puree dari buah nangka terdiri dari dua tingkat konsentrasi, yaitu 5% dan 10%. Berdasarkan kombinasi dari kedua faktor tersebut, diperoleh enam variasi perlakuan yang akan diuji dengan empat kali pengulangan.

Prosedur Analisis

Total Asam

Sampel yoghurt diambil sebanyak 1 gram lalu ditambahkan 9 mL akuades dan diaduk hingga homogen. Kemudian sampel dicampurkan menggunakan dua tetes indikator PP. Pengisian buret dilakukan menggunakan NaOH 0,1 M hingga batas yang ditentukan. Saat pengujian, keran buret diputar perlahan untuk mengalirkan larutan NaOH secara perlahan sambil mengaduk sampel. Lalu diperhatikan perubahan warna sampai menjadi merah muda yang bertahan selama 30 detik.

pH (AOAC, 2005)

Sebanyak 50 mL sampel yoghurt dipindahkan ke dalam botol ovalet dan dibiarkan selama 1 jam pada suhu ruang. Selanjutnya, pH meter digital dinyalakan dan dilakukan kalibrasi menggunakan larutan buffer dengan pada suhu 25°C, pH adalah 4,01 dan 9,18. Elektroda kemudian dibersihkan dengan air distilasi lalu dikeringkan menggunakan kain bersih, sebelum dicelupkan ke dalam sampel yoghurt. Pengukuran dilakukan hingga pembacaan pH stabil atau tanda bintang pada alat hilang. Setelah pengukuran, elektroda dibilas kembali dengan air distilasi.

Viskositas (Modifikasi Fetahagić et al., 2004)

Sebanyak 50 mL sampel yoghurt dipindahkan ke dalam botol ovalet dan dibiarkan hingga mencapai suhu ruang. Kemudian, viskometer diaktifkan dengan kecepatan 20 rpm pada suhu sekitar 27°C dan dioperasikan selama 1,5 menit untuk mengukur viskositas sampel. Pengukuran dilakukan setiap 30 detik, dan hasilnya dihitung sebagai rata-rata dalam satuan centipoise second (cP.s).

Total Bakteri Asam Laktat

Pembuatan media pepton dimulai dengan melarutkan 0,6 gram pepton dalam 600 mL akuades, kemudian 9 mL larutan pepton kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditutup rapat dengan kapas. Untuk pembuatan media MRSA, 20,46 gram MRSA dilarutkan

dalam 300 mL akuades dan dipanaskan hingga mendidih. Sampel yoghurt sebanyak 1 gram ditambahkan dengan 9 mL larutan pepton steril ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya, sampel tersebut divortex hingga rata sebagai pengurangan konsentrasi 10^{-1} . Dari tabung pengurangan konsentrasi 10^{-1} , diambil sebanyak 1 mL sampel dan dimasukkan ke dalam tabung pengenceran 10^{-2} yang mengandung 9 mL larutan pepton. Pengurangan konsentrasi dilaksanakan hingga 7 tingkat, dan 1 mL dari tiga pengenceran terakhir diambil untuk diinokulasi ke dalam cawan petri. Media MRSA cair dihidangkan ke dalam setiap tabung dangkal untuk kultur menggunakan metode *pour plate*. Penghomogenan antara media dan sampel dalam cawan petri dilakukan dengan gerakan angka '8'. Setelah media mengeras, cawan petri dibungkus dengan kertas payung lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama dua hari. Setelah itu, jumlah koloni pada setiap cawan petri dicatat menggunakan colony counter.

Mikrostruktur Metode Scanning Electron Microscopy (Modifikasi Vital et al., 2015)

Sebanyak 25 gram sampel yoghurt ditaruh ke dalam botol vial dan dibekukan pada derajat -80°C kurun waktu 1 hari. Selanjutnya sampel dikeringkan menggunakan freeze dryer selama 24 jam. Setelah dikeringkan, sampel dihancurkan menjadi bubuk, dan 1-2 cuplikan spatula diambil untuk dicoating dengan lapisan emas. Proses coating bertujuan untuk meningkatkan kualitas gambar yang diambil selama analisis. Sampel yang telah dicoating kemudian diletakkan dalam wadah analisis pada alat SEM (Quanta FEG 650) untuk dilakukan pengamatan terhadap struktur mikronya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Asam

Konsentrasi total asam yang dititrasi mengacu pada persentase keseluruhan asam 2-hidroksipropanoat yang dihasilkan oleh mikroorganisme penghasil asam laktat sepanjang fermentasi berlangsung (Sadler dan Murphy, 2010). Capaian riset (Tabel 1) mengindikasikan bahwa nilai total asam mengacu pada standar SNI 2981 (2009), di mana kriteria uji keasaman yoghurt berada pada rentang 0,5 hingga 2,0%. Penambahan CMC dapat menurunkan nilai total asam karena CMC membentuk gel laktat yang bersifat kental, yang menghambat difusi dan mobilitas reaktan. Hal ini mengakibatkan terhambatnya aktivitas metabolik bakteri penghasil asam laktat, sehingga mengurangi jumlah asam laktat yang diperoleh selama fermentasi (Ergun dan Guler, 2016).

Tabel 1. Total asam yoghurt susu kambing sebagai pengaruh penambahan CMC dan puree buah nangka

Sampel	Total Asam (%)
Kontrol Sapi Komersial	0,95
CMC 1%	2,00 ± 0,13a
CMC 1.5%	1,62 ± 0,13b
CMC 2%	1,24 ± 0,13c
Puree Buah Nangka 5%	1,53 ± 0,38a
Puree Buah Nangka 10%	1,72 ± 0,38b

Keterangan: 1) Data disajikan sebagai rata-rata dari 4 ulangan percobaan; 2) Simbol ± menunjukkan nilai deviasi standar; 3) Angka yang diberi notasi berbeda mengindikasikan adanya perbedaan jelas ($\alpha = 0,05$) pada uji lanjut *Tukey*

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai efek penambahan CMC dan puree nangka pada yoghurt, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan CMC (1%) serta ekstrak buah nangka (10%) menyajikan efek signifikan kepada jumlah asam keseluruhan, tingkat keasaman (pH), kekentalan (viskositas), serta sineresis yoghurt, meskipun tidak terdapat keterkaitan signifikan antara kedua intervensi. Kombinasi ini menghasilkan yoghurt dengan kadar asam total 2,10%, nilai pH 4,52, kekentalan 7701,67 cP, dan pemisahan serum (sineresis) 15,88%, serta populasi koloni mikroorganisme asam laktat sebesar $4,3 \times 10^7$ unit pembentuk koloni per mL (CFU/mL).
2. Pengamatan melalui SEM membuktikan efek penambahan CMC memperbaiki konfigurasi yoghurt, menghasilkan tekstur yang lebih padat serta kompleks dengan rongga lebih kecil dibandingkan yoghurt kontrol. Hal ini menunjukkan peningkatan kualitas tekstur akibat perlakuan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Afrizal, -A., 2019. Pengaruh pemberian susu bubuk skim terhadap kualitas dadih susu kambing. *Jurnal Ilmiah Filla Cendekia*. 4(2),88-94. <https://doi.org/10.32503/fillia.v4i2.657>

Aini, J, -N., Sumarmono, -J., Rahardjo, A, H, - D., 2022. Pengaruh penambahan pektin terhadap ph, total asam tertitrasi dan sineresis yoghurt susu sapi low fat. *Prosiding Seminar Teknologi dan Agribisnis Peternakan IX: Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*, pp. 585-591. <https://jnp.fapet.unsoed.ac.id/index.php/psv/article/view/1653>

- Al-Baarri, A, -N., 2013. Total bakteri asam laktat, ph, keasaman, citarasa dan kesukaan yogurt drink dengan penambahan ekstrak buah belimbing. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 3(1), 1–11. <https://jatp.ift.or.id/index.php/jatp/article/view/36>
- BSN. 2009. *SNI 2981 : 2009 Yoghurt*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta
- Cahyanti, A, -N., Sampurno, -A., Nofiyanto - E., Iswoyo, -I., 2021. Pertumbuhan starter dengan memanfaatkan nangka dan cempedak sebagai aditif gula pada yogurt susu kambing. *Prosiding Seminar Teknologi dan Agribisnis Peternakan VIII- Webinar: Peluang dan Tantangan Pengembangan Peternakan Terkini Untuk Mewujudkan Kedaulatan Pangan*, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, pp. 482-489. <https://www.jnp.fapet.unsoed.ac.id/index.php/psv/article/view/1196>
- Chen, -X., Wang, -J., Stevenson, R, -J., Ang, -X., Peng, -Y., Quek, S, -Y., 2021. Lipase-catalyzed modification of milk fat: A promising way to alter flavor notes of goat milk products. *LWT - Food Science Technology*. 145, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111286>
- De Garmo, EP, Sullivan, WG, Candra, CR. 1984. *Engineering Economy 7th edition*. New York: Mc Millan Publ. Co.
- Desnilasari, -D., Rahmadiana, -S., Kumalasari, -R., 2018. Efek penambahan jus mangga dan carboxymethyl cellulose pada minuman fermentasi berbasis whey keju susu kambing. *Biopropal Industri*. 9(1), 25-35. <https://media.neliti.com/media/publications/237794-efek-penambahan-jus-mangga-dan-carboxyme-274e4945.pdf>
- Eze, C, -M., Aremu, K, -O., Alamu, E, -O., Okonkwo, T, -M., 2021. Impact of type and level of stabilizers and fermentation period on the nutritional, microbiological, and sensory properties of short-set yogurt. *Food Science Nutrition*. 9(10), 5477–5492. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2507>
- Fauza, -L., Ahdi, -S., Syafwan., 2017. Perancangan infografis iklan layanan masyarakat tentang manfaat susu kambing melalui media booklet. *Jurnal Desain Komunikasi Visul*. 5(2), 1-27. <https://doi.org/10.24036/dekave.v5i2.8298>
- Food and Drug Administration. 2023. FDA Amends Standard of Identity For Yogurt. Dilihat 20 Desember 2022 <<https://www.fda.gov/food/cfsan-constituent-updates/fda-amends-standard-identity-yogurt>>.
- Hastuti, -E., 2020. Pengaruh Penambahan TiO₂ Terhadap Perlindungan Sinar Ultra Violet Pada Smart Packaging dengan Bahan Pati Biji Durian. Thesis. UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang
- Karlin, -R., Rahayuni, -A., 2014. Potensi yogurt tanpa lemak dengan penambahan tepung pisang dan tepung gembili sebagai alternatif menurunkan kolesterol. *Journal of Nutrition College*. 3(2), 16–25. <https://doi.org/10.14710/jnc.v3i2.5436>

- Masanahayati, -D., Setyawardani, -T., Rahardjo, A, H, -D., 2022. Pengaruh penambahan sumber protein yang berbeda terhadap viskositas, sineresis, dan whc yogurt susu kambing. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Agribisnis Peternakan (Stap)*, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, pp. 366-373.
- Pratama, -A., Wulandari, -E., Putranto, W, - S., 2022. Sifat kimia dan total bakteri asam laktat pada es krim probiotik susu kambing yang diberi susu kedelai bubuk. *Prosiding Seminar Teknologi dan Agribisnis Peternakan (STAP) IX*. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, pp. 790-796.
- Wang, -R., Hartel, R, -W., 2022. Confectionery gels: gelling behavior and gel properties of gelatin in concentrated sugar solutions. *Food Hydrocolloids*. 124, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107132>
- Yunita, -M., Hendrawan, -Y, Yulianingsih, - R., 2015. Analisis kuantitatif mikrobiologi pada makanan penerbangan (aerofood acs) garuda indonesia berdasarkan tpc (total plate count) dengan metode pour plate. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. 3(3), 237-248. <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/289/251>
- Zhang, -C., He, -Y., Zheng, -Y., Ai, -C., Cao, -H., Xiao, -J., El-Seedi, -H, Chen, -L., Teng, -H., 2023. Effect of carboxymethyl cellulose (CMC) on some physico-chemical and mechanical properties of unrinsed surimi gels. *LWT*. 180, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114653>