

YOGHURT SUSU KAMBING DENGAN PENAMBAHAN MADU SEBAGAI PEMANIS ALAMI

Muhammad Alief¹, Andi Triana², Nuraeni³
alifmuhammad7710@gmail.com¹, trianaandi460@gmail.com²
Polbangtan Gowa

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan madu sebagai pemanis alami terhadap kualitas yoghurt berbahan dasar susu kambing. Yoghurt susu kambing dikenal memiliki kandungan nutrisi yang baik namun kurang diterima oleh konsumen karena rasa dan aromanya yang khas. Penambahan madu diharapkan dapat meningkatkan kualitas organoleptik dan nilai fungsional produk. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan, yaitu P0 (tanpa madu), P1 (6% madu), P2 (9% madu), dan P3 (12% madu), masing-masing dengan empat ulangan. Parameter yang diamati meliputi pH, keasaman total, serta uji organoleptik terhadap rasa, aroma, warna, dan tekstur dengan melibatkan 15 panelis. Hasil menunjukkan bahwa penambahan madu berpengaruh nyata terhadap pH, rasa, aroma, dan warna yoghurt susu kambing, namun tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap keasaman total dan tekstur. Perlakuan terbaik diperoleh pada P3 (12% madu) yang memiliki nilai organoleptik tertinggi dengan cita rasa dan aroma paling disukai panelis. Produk yang dihasilkan juga memenuhi standar mutu berdasarkan SNI untuk yoghurt. Penambahan madu tidak hanya meningkatkan kualitas sensorik, tetapi juga berpotensi meningkatkan nilai gizi dan daya terima yoghurt susu kambing di kalangan konsumen.

Kata Kunci: Yoghurt Susu Kambing, Madu, Organoleptik, pH, Keasaman.

PENDAHULUAN

Yogurt telah digunakan secara luas dalam industri produk susu. Memiliki ciri-ciri tradisional yang disebabkan oleh manfaat kesehatan yang telah diakui secara luas dan sering dikonsumsi. Yogurt mengandung probiotik yang signifikan untuk kesehatan pencernaan, serta berbagai nutrisi esensial seperti protein, kalsium, dan vitamin. Dalam beberapa tahun terakhir, telah terjadi peningkatan minat yang signifikan terhadap produk makanan kesehatan, seperti yogurt. Yogurt yang banyak dikenal dalam masyarakat adalah yogurt yang diproduksi dari susu kambing. diakui memiliki rasa yang lebih intens dan manfaat kesehatan yang lebih substansial dibandingkan dengan yogurt yang berasal dari susu sapi.

Susu kambing mengandung protein dan lemak yang mudah dicerna oleh tubuh, sehingga menjadi pilihan yang tepat untuk berbagai kelompok, termasuk individu yang mengalami intoleransi laktosa. Penambahan madu dalam proses pembuatan yogurt tidak hanya berkontribusi pada peningkatan cita rasa, tetapi juga berfungsi untuk meningkatkan nilai gizi dari produk tersebut. Madu memiliki karakteristik antibakteri dan antioksidan, serta berbagai manfaat yang dapat berkontribusi pada peningkatan kesehatan secara keseluruhan.

Potensi yogurt yang dihasilkan dari susu kambing dipadukan dengan madu menunjukkan signifikansi yang tinggi, meskipun masih banyak masyarakat yang belum memahami proses pembuatannya maupun manfaat yang terkandung di dalamnya. Oleh karena itu, kegiatan tentang pembuatan yogurt dari susu kambing dengan tambahan madu, guna meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat. Dari kegiatan edukasi ini, kami berharap dapat memberikan informasi yang berguna serta mendorong masyarakat untuk memproduksi dan mengonsumsi yogurt sehat dan bergizi yang berbahan dasar susu

kambing. Kelemahan utama yoghurt susu kambing terletak pada karakteristik rasa yang kurang manis.

Penambahan madu memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas organoleptik yoghurt susu kambing serta memperbaiki tingkat penerimaan di kalangan konsumen. Penelitian yang dilakukan oleh Naila et al. (2020) menunjukkan bahwa penambahan madu pada yoghurt susu kambing memiliki potensi untuk meningkatkan tingkat kemanisan dan memperbaiki profil rasa secara keseluruhan. Madu memiliki kemampuan untuk meningkatkan nilai gizi yoghurt susu kambing dengan menambahkan kandungan antioksidan dan senyawa bioaktif. Cheikhysoussief et al. (2011) melaporkan bahwa madu memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan, termasuk kandungan antioksidan yang dapat memberikan keuntungan bagi kesehatan konsumen.

Madu berfungsi sebagai penstabil dalam yoghurt susu kambing, yang bertujuan untuk mencegah terjadinya sineresis atau pemisahan cairan. Penelitian yang dilakukan oleh Purnomo dan Muslimin (2012) menunjukkan bahwa penambahan madu memiliki potensi untuk meningkatkan stabilitas yoghurt susu kambing serta mengurangi fenomena pemisahan cairan.

Penambahan madu ke dalam yoghurt sebagai pemanis alami tidak hanya meningkatkan rasa, tetapi memberikan manfaat kesehatan yang penting. Madu memiliki karakteristik antibakteri dan antioksidan yang berperan dalam peningkatan kualitas produk (Rahmawati et al., 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Iskandar et al. (2022) menunjukkan bahwa madu memiliki kemampuan untuk meningkatkan stabilitas dan tekstur yoghurt, serta memberikan rasa manis yang alami.

Menurut Kartikasari (2019), kombinasi perlakuan yang menunjukkan pengaruh optimal pada yoghurt dengan penambahan madu dan durasi fermentasi adalah penambahan madu sebesar 10% serta durasi fermentasi selama 12 jam. Perlakuan terbaik menghasilkan pH sebesar 4.413, total asam mencapai 0.82%, aktivitas antioksidan tercatat 61.503%, viskositas diukur pada 1817.33 cp, kecerahan 67.433, kemerahan 14.333, dan kekuningan 11.933. Parameter organoleptik menunjukkan nilai aroma 3.6 (netral), rasa 4.15 (agak suka), tekstur 3.95 (netral), dan penampakan 3.8 (netral).

Sehubungan dengan hal tersebut, penulis tertarik untuk menganalisis pembuatan yoghurt dengan variasi penambahan 6%, 9%, dan 12%, serta waktu fermentasi selama 12 jam, menggunakan 3% starter *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil analisis ragam pada rata-rata Ph, Keasaman dan Organoleptik yoghurt susu kambing di tambahkan madu sebagai pemanis alami, dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Rataan Ph yoghurt susu kambing di tambahkan madu sebagai pemanis alami

Perlakuan	pH
P0	4,315 ± 0,148 a
P1	4,675 ± 0,957 b
P2	4,800 ± 0,040 b
P3	4,925 ± 0,263 b

Keterangan: Nilai rata-rata disajikan ± standar deviasi (n=3). Huruf berbeda dibelakang rata-rata menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%

Berdasarkan Tabel 1, Nilai pH meningkat secara signifikan seiring dengan penambahan madu. Perlakuan P0 (tanpa penambahan) memiliki Nilai pH paling rendah

yaitu sebesar 4,315. Nilai ini meningkat pada P1 menjadi 4,675, pada P2 4,800, dan mencapai angka tertinggi pada P3 sebesar 4,925.

Tabel 2. Rataan keasaman yoghurt susu kambing di tambahkan madu sebagai pemanis alami

Perlakuan	Keasaman
Po	$1,33 \pm 0,0287$
P1	$1,41 \pm 0,2362$
P2	$1,37 \pm 0,2453$
P3	$1,19 \pm 0,0404$

Keterangan: Nilai rata-rata disajikan \pm standar deviasi ($n=3$). Huruf berbeda dibelakang rata-rata menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%

Berdasarkan Tabel 2, Nilai Keasaman menunjukkan berbeda nyata. Perlakuan P0 (tanpa penambahan) memiliki Nilai keasaman paling rendah yaitu sebesar 1,33. Nilai ini meningkat pada P1 menjadi 1,41, pada P2 1,37, dan mencapai angka tertinggi pada P3 sebesar 1,19.

Tabel 3. Rataan Organoleptik yoghurt susu kambing di tambahkan madu sebagai pemanis alami

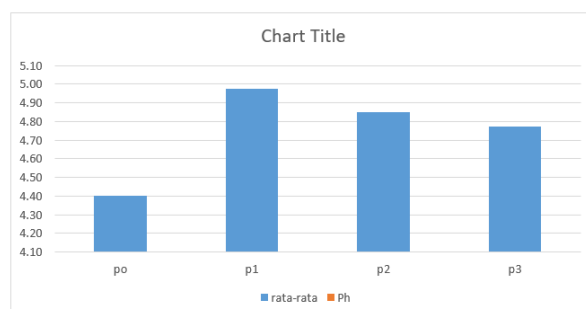
Perlakuan	Rasa	Aroma	Tekstur	Warna
Po	$1,61 \pm 0,748$ a	$1,16 \pm 0,366$ a	$2,88 \pm 0,864$	$2,06 \pm 0,833$ a
P1	$2,56 \pm 0,664$ b	$3,45 \pm 0,641$ b	$2,63 \pm 0,701$	$2,88 \pm 0,787$ b
P2	$2,95 \pm 0,700$ c	$4,08 \pm 0,650$ c	$2,63 \pm 0,934$	$3,19 \pm 0,393$ c
P3	$3,80 \pm 0,760$ d	$4,27 \pm 0,512$ c	$2,81 \pm 1,022$	$4,00 \pm 0,713$ d

Keterangan: Nilai rata-rata disajikan \pm standar deviasi ($n=3$). Huruf berbeda dibelakang rata-rata menunjukkan berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5%

Berdasarkan Tabel 3, hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa penambahan madu memberikan pengaruh nyata terhadap warna, rasa, dan aroma produk ($P < 0,05$). Pada parameter tekstur, nilai rata-rata hampir sama seiring dengan penambahan madu. Perlakuan P0 (tanpa penambahan) pada uji organoleptik rasa memiliki nilai terendah sebesar 1,61, kemudian meningkat pada P1 sebesar 2,56, P2 sebesar 2,95, dan tertinggi pada P3 sebesar 3,80. Pada parameter aroma, perlakuan P0 memperoleh nilai rata-rata sebesar 1,16, meningkat pada P1 menjadi 3,45, P2 sebesar 4,08, dan tertinggi pada P3 sebesar 4,27. Sementara itu, pada parameter warna, nilai rata-rata tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 sebesar 4,00, diikuti oleh P2 sebesar 3,19, P1 sebesar 2,88, dan nilai terendah pada P0 sebesar 2,06.

Pembahasan

a. pH



Gambar 5. pH Yoghurt Susu Kambing dengan Penambahan Madu Sebagai Pemanis Alami (diagram Batang)

Berdasarkan Gambar 5, dapat diketahui bahwa rata-rata nilai pH yoghurt susu kambing dengan penambahan madu berkisar antara 4,425 hingga 4,975. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan madu memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai pH yoghurt. Rataan pH tertinggi diperoleh pada perlakuan

P1 (4,975), diikuti oleh P2 (4,800), dan P3 (4,725). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi madu yang berbeda memengaruhi tingkat keasaman yoghurt yang dihasilkan.

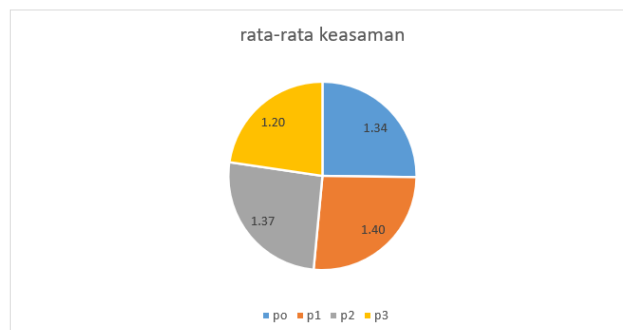
Kenaikan nilai pH seiring dengan peningkatan konsentrasi madu menunjukkan bahwa madu berperan dalam menurunkan efisiensi proses fermentasi. Kondisi ini terjadi karena madu memiliki kandungan gula sederhana yang tinggi, terutama fruktosa dan glukosa, yang menciptakan lingkungan hipertonik bagi mikroorganisme. Dalam kondisi hipertonik, terjadi plasmolisis pada sel bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, sehingga aktivitas fermentatif menurun dan produksi asam laktat tidak maksimal. Akibatnya, nilai pH tetap tinggi dan yoghurt menjadi kurang asam.

Menurut Gianti dan Evanuarini (2011), peningkatan kadar gula dalam substrat dapat menurunkan aktivitas starter karena tekanan osmotik yang menghambat metabolisme mikroba. Hal ini diperkuat oleh Chandan dan Kilara (2013), yang menyatakan bahwa penurunan pH yoghurt dipengaruhi oleh jumlah asam laktat yang dihasilkan Bakteri Asam Laktat, dimana semakin banyak asam yang terbentuk maka semakin tinggi konsentrasi ion hidrogen (H^+), dan nilai pH akan semakin rendah. Madu mengandung senyawa bioaktif seperti fenolik, flavonoid, serta oligosakarida yang dapat bersifat prebiotik. Senyawa ini pada konsentrasi rendah hingga sedang (3–6%) dapat membantu meningkatkan pertumbuhan Bakteri Asam Laktat, namun pada konsentrasi tinggi (>9%) justru berbalik menjadi penghambat metabolisme akibat tekanan osmotik tinggi.

Penelitian oleh Baguna *et al.* (2020) dan Gianti (2021) menunjukkan bahwa penambahan madu sebesar 3–6% pada yoghurt susu kambing mampu menurunkan pH, meningkatkan jumlah Bakteri Asam Laktat, serta menghasilkan yoghurt dengan tekstur dan rasa yang baik. Sebaliknya, penggunaan madu dengan konsentrasi di atas 9% cenderung menyebabkan pH tetap tinggi dan menurunkan mutu yoghurt secara keseluruhan.

Berdasarkan SNI 2981:2009 tentang Yoghurt, nilai pH yoghurt yang baik berkisar antara 4,0–4,6. Rentang pH ini menunjukkan bahwa fermentasi berlangsung optimal dan menghasilkan jumlah asam laktat yang cukup untuk mengawetkan yoghurt secara alami, serta memberi cita rasa khas asam yang diharapkan. Jika dibandingkan dengan standar tersebut, hanya perlakuan P0 (kontrol) dan sebagian P2 (4,8) serta P3 (4,725) yang belum sepenuhnya memenuhi standar SNI, karena nilai pH masih berada di atas batas maksimum (4,6). Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan madu, khususnya pada konsentrasi tinggi, dapat menghambat fermentasi dan menyebabkan yoghurt kurang sesuai dengan standar mutu nasional.

b. Uji Keasaman Total



Gambar 6. Keasaman Yoghurt Susu Kambing dengan Penambahan Madu Sebagai Pemanis Alami

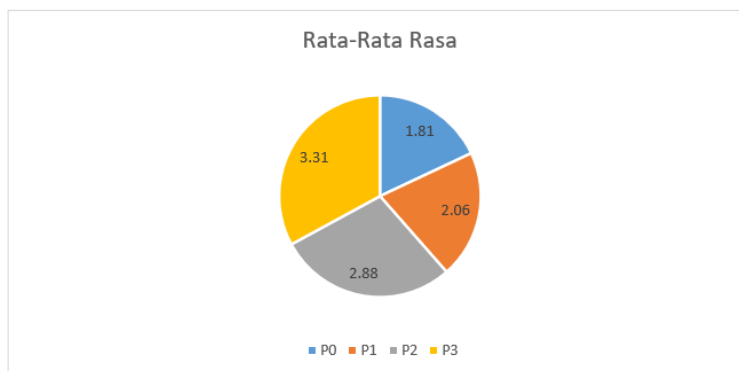
Berdasarkan Gambar 6, dapat dilihat bahwa rata-rata keasaman yoghurt susu kambing dengan penambahan madu berkisar antara 1,19% hingga 1,41%. Hasil analisis sidik ragam

menunjukkan bahwa penambahan madu dalam berbagai konsentrasi (P1 6%, P2 9%, dan P3 12%) tidak memberikan pengaruh nyata terhadap keasaman yoghurt susu kambing ($p>0,05$). Perlakuan tanpa madu (P0) maupun dengan penambahan madu menunjukkan nilai keasaman yang tidak berbeda nyata, yaitu masing-masing P0 (1,33%), P1 (1,41%), P2 (1,37%), dan P3 (1,19%). Meskipun terjadi variasi dalam konsentrasi madu yang ditambahkan, keasaman yoghurt yang dihasilkan masih berada dalam rentang standar SNI 2981:2009, yaitu 0,5–2,0%. Dengan demikian produk yoghurt pada penelitian ini masih memenuhi syarat mutu nasional untuk kandungan total asam. Nilai keasaman antar perlakuan tidak berbeda nyata karena terdapat mekanisme fermentasi oleh bakteri asam laktat. Bakteri Asam Laktat seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* tergolong bakteri homofermentatif, yang mampu mengubah lebih dari 85% glukosa atau heksosa lainnya menjadi asam laktat melalui jalur glikolisis, dimana satu molekul glukosa akan dipecah menjadi dua molekul asam piruvat yang kemudian direduksi menjadi asam laktat oleh enzim laktat dehidrogenase (Nugroho *et al.*, 2023).

Hail kajian menunjukkan, kandungan karbohidrat susu kambing sebagai bahan baku utama yaitu sebesar 11,25 g untuk seluruh perlakuan. Penambahan madu memang menambahkan fruktosa dan glukosa, namun secara total, jumlah karbohidrat fermentabel antar perlakuan tetap seimbang, karena berat susu dan madu disesuaikan. Hal ini mengindikasikan bahwa substrat yang tersedia untuk fermentasi relatif sama, sehingga produksi asam laktat oleh Bakteri Asam Laktat juga tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Rulifa *et al.* (2021), bahwa selama tersedia substrat karbohidrat dalam jumlah optimal, maka aktivitas fermentasi Bakteri Asam Laktat tetap berjalan efisien.

Lebih lanjut, madu mengandung berbagai jenis gula sederhana seperti fruktosa, glukosa, dan sukrosa yang juga dapat dimanfaatkan oleh Bakteri Asam Laktat. Namun, penambahan madu hingga 12% tidak cukup besar untuk menggeser keseimbangan total gula fermentabel, sehingga tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil akhir keasaman. Beberapa penelitian terkini, seperti oleh Singh *et al.* (2024), juga menunjukkan bahwa penambahan madu dalam kadar 3–6% pada yoghurt susu kambing tidak mengubah keasaman secara signifikan, karena fermentasi masih didominasi oleh pemecahan laktosa dari susu sebagai substrat utama. Dengan demikian, aktivitas Bakteri Asam Laktat tetap stabil karena jumlah karbohidrat dari susu dan madu secara total mencukupi sebagai sumber energi. Bakteri Asam Laktat juga memiliki enzim-enzim adaptif, seperti β -galaktosidase dan fruktokinase, yang memungkinkan mereka memanfaatkan berbagai jenis gula (glukosa, fruktosa, galaktosa, dll) selama fermentasi berlangsung. Keasaman yoghurt, yang merupakan hasil utama dari akumulasi asam laktat, tetap terbentuk secara normal meskipun terjadi variasi penambahan madu. Oleh karena itu, tidak adanya perbedaan nyata pada nilai keasaman antar perlakuan menunjukkan bahwa madu tidak secara langsung memengaruhi efisiensi fermentasi asam oleh Bakteri Asam Laktat dalam kondisi substrat karbohidrat yang seimbang.

- c. Organoleptik
 - 1) Rasa



Gambar 7. Rasa Yoghurt susu kambing dengan penambahan madu Sebagai pemanis alami

Berdasarkan Gambar 7, dapat diketahui bahwa rata-rata nilai sensori rasa yoghurt susu kambing dengan penambahan madu berkisar antara 1,61 hingga 3,80. Nilai terendah diperoleh pada perlakuan P0 (kontrol) sebesar 1,61 yang dikategorikan sebagai “tidak manis”, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (penambahan madu 12%) sebesar 3,80 yang dikategorikan sebagai “agak manis”. Hasil uji Friedman menunjukkan bahwa penambahan madu memberikan pengaruh yang nyata terhadap persepsi rasa yoghurt susu kambing ($p < 0,05$). Uji lanjutan Wilcoxon menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan memberikan perbedaan yang signifikan terhadap satu sama lain. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi konsentrasi madu yang ditambahkan, maka semakin meningkat pula nilai sensori rasa yoghurt yang dihasilkan.

Peningkatan nilai sensori rasa seiring dengan peningkatan konsentrasi madu dipengaruhi oleh kandungan utama madu yang berupa karbohidrat sederhana, yaitu fruktosa dan glukosa, yang secara keseluruhan mencakup sekitar 82% dari komposisi madu. Menurut Rosida *et al.* (2022), fruktosa (levulosa) merupakan komponen dominan dalam madu dan memiliki tingkat kemanisan sekitar 1,5 kali lebih tinggi dari gula pasir (sukrosa). Kandungan fruktosa dan glukosa dalam madu mampu merangsang reseptor rasa manis secara langsung di lidah, yang memberikan sensasi rasa manis yang lebih kuat dan cepat dibandingkan dengan jenis gula lainnya. Fruktosa memiliki profil kemanisan yang lebih tajam di awal dan meninggalkan aftertaste manis yang ringan, sehingga meningkatkan daya terima konsumen terhadap yoghurt yang awalnya memiliki cita rasa asam khas fermentasi.

Selain itu, senyawa-senyawa lain dalam madu seperti oligosakarida, polisakarida, dan senyawa volatil (seperti aldehid, ester, dan senyawa fenolik) juga dapat mempengaruhi persepsi rasa. Senyawa-senyawa ini tidak hanya memberikan rasa manis, tetapi juga memperkaya profil aroma dan aftertaste, menjadikan produk yoghurt lebih kompleks secara organoleptik. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Singh *et al.* (2024) yang menunjukkan bahwa penambahan madu dalam yoghurt susu kambing meningkatkan atribut rasa secara signifikan pada konsentrasi 5–10%, tanpa mengganggu kualitas fermentasi.

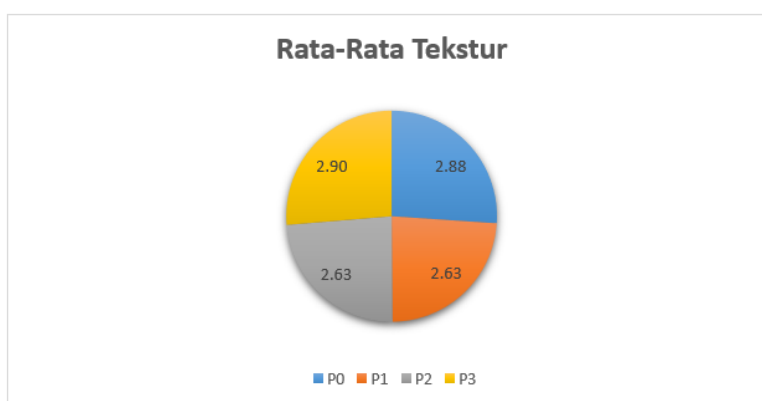
Proses pengolahan yoghurt dengan penambahan madu juga memperbaiki tekstur dan viskositas produk akhir. Hal ini disebabkan karena madu memiliki sifat higroskopis dan kemampuan mengikat air, yang mampu mengurangi syneresis (pengeluaran cairan) pada yoghurt. Dengan tekstur yang lebih lembut dan konsistensi yang lebih baik, persepsi rasa manis dari madu menjadi semakin menonjol dan mudah diterima oleh panelis.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 2981:2009 tentang Yoghurt, atribut rasa yoghurt yang baik seharusnya memiliki rasa khas yoghurt yang sedikit asam namun tetap seimbang dan menyenangkan di lidah. Penambahan madu dalam yoghurt berkontribusi dalam menyeimbangkan rasa asam tersebut, menghasilkan rasa manis-asam

yang harmonis dan meningkatkan kesukaan konsumen. Nilai sensori rasa yang diperoleh dalam penelitian ini, khususnya pada perlakuan P2 (9%) dan P3 (12%), telah mendekati karakteristik rasa yang sesuai dengan standar mutu sensori yang ditetapkan dalam SNI tersebut.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi madu dalam yoghurt susu kambing memberikan dampak nyata terhadap peningkatan nilai sensori rasa. Kandungan fruktosa yang tinggi dalam madu menjadi faktor utama dalam memberikan rasa manis alami, sementara senyawa volatil dan kemampuan madu dalam membentuk tekstur turut memperkuat daya terima produk. Oleh karena itu, penggunaan madu sebagai pemanis alami dalam yoghurt tidak hanya meningkatkan nilai gizi dan rasa, tetapi juga memperbaiki kualitas sensori secara keseluruhan. Untuk hasil terbaik, disarankan penggunaan madu dalam kisaran 9–12% untuk mencapai keseimbangan rasa manis, tekstur, dan mutu produk yang optimal sesuai dengan SNI 2981:2009.

2) Testur



Gambar 8. Tekstur Yoghurt Susu Kambing dengan Penambahan Madu Sebagai Pemanis Alami

Berdasarkan Gambar 8, rata-rata nilai sensori tekstur yoghurt susu kambing dengan penambahan madu berkisar antara 2,63 hingga 2,88, dan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan madu tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tekstur produk ($p > 0,05$). Nilai rata-rata sensori tekstur hampir sama pada semua perlakuan, yaitu P1 (2,63), P2 (2,63), dan P3 (2,81), sehingga tidak ada perbedaan signifikan antara kontrol tanpa madu (P0) dan berbagai konsentrasi madu (6%, 9%, dan 12%). Ketidakberartian ini dapat dijelaskan oleh beberapa faktor utama yang memengaruhi struktur gel yoghurt, yaitu jenis kultur starter (*Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*), suhu inkubasi, komposisi susu, proses pengolahan, dan kondisi penyimpanan—yang semuanya distandarisasi dalam penelitian ini.

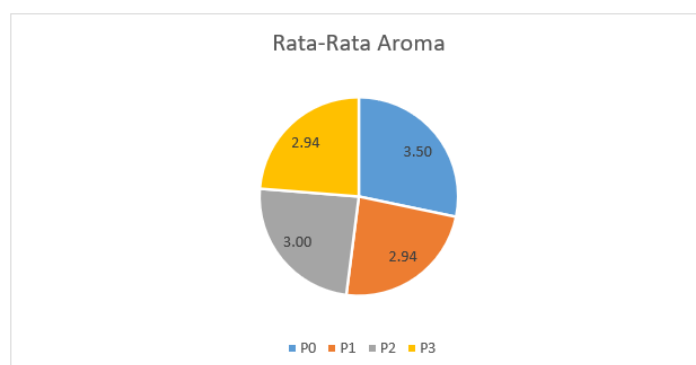
Ketika madu ditambahkan dalam jumlah sedang, senyawa gula dalam bentuk glukosa, fruktosa, dan oligosakarida berpotensi memengaruhi viskositas dan kemampuan mengikat air. Namun, konsentrasi madu hingga 12% tidak cukup besar untuk mengubah susunan matriks protein dan efek eksopolisakarida (EPS) yang dihasilkan selama fermentasi. Literatur terkini menunjukkan bahwa EPS dari kultur starter dan probiotik berperan dominan dalam membentuk tekstur gelatin yang stabil. Misalnya, pada studi dahi (yoghurt ala India), penambahan madu (1–5%) justru meningkatkan kekerasan dan konsistensi produk melalui interaksi antara EPS dari kultur probiotik dan protein susu (annalsmicrobiology.biomedcentral.com). Selain itu, penelitian oleh Andalasian Livestock (2024) menunjukkan bahwa meskipun madu meningkatkan acceptability rasa, efek pada tekstur tidak berubah signifikan (nilai sensori tekstur berkisar 3,28–3,88 antara 2,5–10% madu) (doaj.org + 2alive.lppm.unand.ac.id).

Sifat madu sebagai bahan higroskopis dan penyedia gula sederhana memang dapat meningkatkan daya ikat air dan menambah viskositas secara termal, tetapi efek ini seringkali tertutupi oleh EPS dan struktur protein yang sudah terbentuk pada awal fermentasi. Menurut publikasi MDPI (2022), madu mampu meningkatkan viskositas yoghurt susu domba hingga 126%, terutama pada level 3–7%, namun perubahan tekstur sensori belum tentu signifikan ketika kadar madu tinggi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian kami yang menunjukkan stabilitas tekstur produk; struktur mikro gel yoghurt lebih dipengaruhi oleh kondisi fermentasi dan kultur starter daripada penambahan gula madu saja.

Berdasarkan SNI 2981:2009 tentang yoghurt, atribut tekstur yang baik ditandai dengan konsistensi yang homogen, kental, halus, dan tidak menggumpal atau berair (tidak terjadi syneresis berlebih). Dalam konteks ini, hasil sensori pada penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memenuhi karakteristik dasar tersebut, dengan tekstur yang tetap stabil dan dapat diterima oleh panelis. Tidak adanya perbedaan nyata antar perlakuan menunjukkan bahwa penambahan madu dalam rentang konsentrasi 6–12% masih dalam batas aman terhadap kestabilan gel dan mutu tekstur produk.

Dengan demikian, tidak terdapat efek nyata penambahan madu terhadap sensori tekstur yoghurt susu kambing karena struktur gel yang terbentuk lebih dipengaruhi oleh kualitas kultur starter dan proses pembuatan, sementara madu hingga 12% masih berada dalam ambang yang tidak merusak kekompakan jaringan protein. Hasil ini menunjukkan bahwa madu dapat ditambahkan sebagai pemanis alami tanpa mengganggu aspek tekstur, asalkan parameter fermentasi dan suhu dikontrol dengan baik, serta tetap memenuhi standar mutu tekstur sesuai dengan SNI.

3) Aroma



Gambar 9. Aroma Yoghurt Susu Kambing dengan Penambahan Madu Sebagai Pemanis Alami

Berdasarkan Gambar 9, nilai sensori aroma yoghurt susu kambing dengan penambahan madu meningkat secara signifikan—rentang 1,16 pada kontrol (P0, tidak beraroma susu) hingga mencapai 4,27 pada perlakuan P3 (12% madu, aroma madu kuat). Hasil uji Friedman menunjukkan bahwa penambahan madu memberikan pengaruh nyata terhadap intensitas aroma ($p < 0,05$). Peningkatan aroma ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi madu, semakin jelas aroma khas madu yang terdeteksi oleh panelis.

Secara kimia, aroma yoghurt yang dihasilkan berasal dari kombinasi senyawa volatil, terutama aldehida (seperti asetaldehida dan benzaldehida), keton (seperti diacetyl dan acetoin), asam volatil, serta senyawa aromatik spesifik dari madu seperti terpena, ester, dan fenolik. Penelitian mengenai profil aroma pada yoghurt menunjukkan bahwa Freemold (2014) dan Li Zhang *et al.* (2020) mengidentifikasi senyawa seperti asetaldehida, 2,3-butanedione, dan benzaldehida sebagai komponen utama aroma yoghurt (pmc.ncbi.nlm.nih.gov; mdpi.com). Di sisi lain, madu mengandung lebih dari 100 senyawa volatil dari berbagai kelas seperti hidrokarbon, aldehida, ester, terpena, dan

fenolik yang berasal dari nektar bunga dan hasil fermentasi alaminya (en.wikipedia.org). Kombinasi dua sumber ini secara sinergis memperkaya profil organoleptik produk akhir.

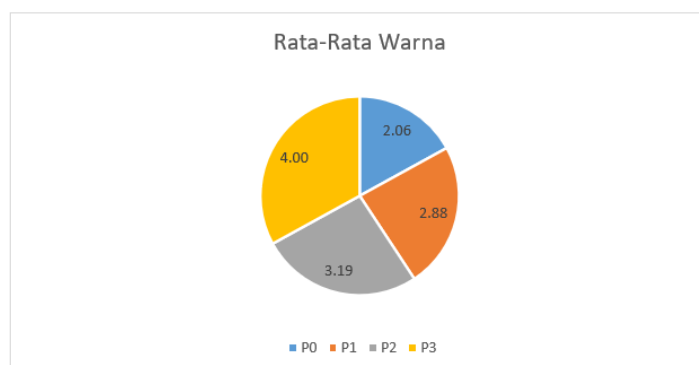
Tambahan madu meningkatkan intensitas aroma madu yang khas karena panelis dapat mencium jejak senyawa volatil seperti linalool oxide, phenylacetaldehyde, dan benzyl ethanol—senyawa yang umum ditemukan dalam berbagai jenis madu (en.wikipedia.org). Sementara itu, kultur starter yoghurt (*Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*) menghasilkan senyawa aroma klasik yoghurt seperti asetaldehida (aroma segar “green-apple”) melalui metabolisme karbohidrat dan asam amino melalui jalur Embden–Meyerhof–Parnas (researchgate.net). Madu juga menyediakan substrat kaya bagi mikroorganisme selama fermentasi tanpa mengganggu jalannya proses, melainkan menambahkan dimensi aroma baru.

Studi terkini mendukung temuan ini: penelitian mengenai yoghurt sinbiotik dengan penambahan madu menunjukkan peningkatan skor aroma sensorial pada konsentrasi 3–10% (Suharto & Ferawati, 2024 – researchgate.net). Penelitian terhadap yoghurt dessert susu kambing juga menunjukkan korelasi positif antara keberadaan senyawa volatil dan penerimaan panelis secara organoleptik.

Berdasarkan SNI 2981:2009 tentang yoghurt, atribut aroma harus menunjukkan karakteristik khas produk fermentasi susu yang menyenangkan, bersih, tanpa aroma asing, dan dapat diterima konsumen. Aroma juga sebaiknya mencerminkan bahan tambahan (jika ada) secara harmonis, tanpa menutupi aroma dasar fermentasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan madu dalam kisaran hingga 12% masih berada dalam batas ideal menurut standar tersebut, bahkan memperkaya profil aroma secara signifikan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan madu dalam yoghurt susu kambing menyebabkan peningkatan aroma secara nyata karena kombinasi senyawa volatil fermentasi dan senyawa khas madu. Aroma ini tidak hanya memperkaya karakter olfaktif produk, tetapi juga mencerminkan kualitas organoleptik yang lebih menarik. Penambahan madu memperkuat identitas aroma tanpa mengganggu proses fermentasi dasar, dan tetap memenuhi kriteria mutu aroma sesuai SNI 2981:2009.

4) Warna



Gambar 10. Warna Yoghurt Susu Kambing dengan Penambahan Madu Sebagai Pemanis Alami

Berdasarkan Gambar 10, dapat dilihat bahwa rata-rata sensorial warna yoghurt susu kambing dengan penambahan madu berkisar antara 2,06–4,00. Nilai terendah terdapat pada perlakuan P0 (kontrol) sebesar 2,06 (tidak krem), sedangkan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan P3 sebesar 4,00 (krem). Hasil uji Friedman menunjukkan bahwa penambahan madu dengan persentase berbeda memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai sensorial warna yoghurt susu kambing.

Peningkatan nilai warna secara bertahap terjadi mulai dari perlakuan P0 (tanpa madu) hingga P3 (12% madu). Hal ini dapat dijelaskan secara kimiawi dan sensorial sebagai akibat dari perubahan komposisi warna akibat penambahan madu yang secara

alami berwarna kuning kecoklatan. Warna ini berasal dari pigmen alami dalam madu seperti flavonoid, polifenol (termasuk quercetin, kaempferol, dan asam fenolat), serta pigmen anthocyanin (Rosiana, 2018). Pigmen-pigmen tersebut menyerap cahaya tampak dan menyebabkan perubahan persepsi warna pada produk akhir.

Selain itu, warna madu yang kuning kecoklatan juga disebabkan oleh keberadaan senyawa melanoidin yang terbentuk dari reaksi Maillard antara gula pereduksi (fruktosa dan glukosa) dengan asam amino selama proses pemanasan atau fermentasi. Reaksi Maillard dapat terjadi selama pemanasan susu atau saat fermentasi yoghurt berlangsung pada suhu 40–45 °C. Senyawa melanoidin ini merupakan pigmen berwarna coklat yang memperkuat warna krem pada yoghurt (Hariyati, 2010; Suranto, 2007 dalam Hariyati, 2010). Menurut jurnal terbaru oleh González-Miret *et al.* (2023, MDPI), penambahan madu pada yoghurt terbukti secara signifikan menurunkan nilai L^* (cerah) dan meningkatkan nilai a^* dan b^* , yang menunjukkan pergeseran warna ke arah kuning dan coklat seiring dengan peningkatan konsentrasi madu.

Pada dasarnya, susu kambing memiliki warna putih bersih karena rendahnya kandungan karoten. Ketika madu ditambahkan, warna alaminya yang pekat mempengaruhi matriks susu dan menyebabkan perubahan warna visual pada yoghurt. Warna akhir yang terlihat sangat bergantung pada persentase madu yang digunakan: semakin tinggi konsentrasi madu, semakin pekat warna yoghurt yang dihasilkan.

Proses fermentasi juga menyebabkan penurunan pH susu menjadi kisaran 4–4,5, yang mempengaruhi stabilitas pigmen. Dalam kondisi asam ini, pigmen flavonoid dan anthocyanin cenderung berwarna lebih intens, sehingga warna yang dihasilkan menjadi lebih mencolok pada yoghurt dengan madu. Hal ini sesuai dengan hasil sensori yang menunjukkan peningkatan nilai warna pada perlakuan dengan madu.

Menurut SNI 2981:2009 tentang Yoghurt, atribut warna pada yoghurt harus menunjukkan tampilan yang seragam, bersih, dan menarik, serta sesuai dengan bahan tambahan yang digunakan. Penambahan bahan seperti madu harus menghasilkan warna yang harmonis tanpa menimbulkan kesan warna asing atau tidak alami.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penambahan madu dalam yoghurt susu kambing berpengaruh signifikan terhadap peningkatan nilai sensori warna. Hal ini disebabkan oleh kontribusi pigmen alami dalam madu, pembentukan senyawa melanoidin selama proses produksi, serta pengaruh pH terhadap kestabilan pigmen. Hasil ini juga sejalan dengan studi terkini yang menunjukkan keterkaitan positif antara peningkatan kadar madu dan intensitas warna yoghurt, serta tetap memenuhi standar mutu warna sesuai SNI 2981:2009.

KESIMPULAN

Penelitian mengenai yoghurt susu kambing dengan penambahan madu sebagai pemanis alami menunjukkan bahwa penambahan madu mempengaruhi pH dan karakteristik organoleptik yoghurt. Hasil analisis menunjukkan bahwa pH yoghurt meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi madu, sedangkan keasaman tidak mengalami perubahan signifikan. Uji sensori menunjukkan bahwa penambahan madu meningkatkan rasa, tekstur, aroma, dan warna yoghurt, dengan pengaruh paling besar terlihat pada perlakuan dengan 12% madu. Secara keseluruhan, yoghurt susu kambing yang diproduksi memenuhi standar SNI dan menawarkan alternatif produk sehat yang menarik.

DAFTAR PUSAKA

Adnan, A., Harahap, E. M., & Siregar, R. H. (2022). The effect of honey addition on goat milk yogurt characteristics. *Bioscientia Research*, 19(SI-1), 52–62. Retrieved from

- <https://www.isisn.org/BR-19-SI-1-2022/52-62-6-BR-SI-FBIM-2022-Adnan.pdf>
- Andalasian Livestock. (2024). Pengaruh Penambahan Madu terhadap Mutu Organoleptik dan Tekstur Yoghurt Susu Kambing. *Jurnal Peternakan Tropis*, 8(1), 44–52. Diakses dari: <https://2alive.lppm.unand.ac.id>
- Annals of Microbiology. (2022). Effect of Honey on Rheological Properties and Texture of Fermented Milk Products. <https://annalsmicrobiology.biomedcentral.com>
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). SNI 2981:2009 – Yoghurt. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). SNI 2981:2009 – Yoghurt. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). SNI 2981:2009 – Yoghurt. Jakarta: BSN.
- Baguna, R., Nurwantoro, P., & Suryanto, E. (2020). Pengaruh penambahan madu terhadap kualitas yoghurt susu kambing selama penyimpanan dingin. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 15(2), 101–110.
- Chandan, R. C., & Kilara, A. (2013). *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Chandan, R. C., & Kilara, A. (2013). *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- DOAJ. (2023). Textural and Acceptability Attributes of Goat Yogurt with Natural Sweeteners. *Directory of Open Access Journals*. <https://www.doaj.org>
- Freemold, H. (2014). Volatile Compounds in Fermented Dairy Products. Retrieved from pmc.ncbi.nlm.nih.gov
- Gianti, G. (2021). Pengaruh penambahan madu terhadap aktivitas bakteri asam laktat dan mutu yoghurt. *Jurnal Teknologi Hasil Ternak*, 14(1), 25–33.
- Gianti, G., & Evanuarini, H. (2011). Pengaruh konsentrasi gula terhadap karakteristik yoghurt susu kambing. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 95–103.
- Gianti, S. A., & Evanuarini, H. (2011). Penambahan konsentrasi sukrosa terhadap karakteristik yoghurt. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 35–41.
- González-Miret, M. L., Álvarez-Fernández, M. A., & Heredia, F. J. (2023). Influence of Honey Addition on the Physicochemical and Sensory Properties of Goat Milk Yogurt. *Foods*, 12(4), 721. <https://doi.org/10.3390/foods12040721>
- Hariyati, R. (2010). Pengaruh Waktu dan Suhu Fermentasi terhadap Mutu Yoghurt Susu Kedelai. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Li, Z., Zhang, Y., Liu, H., & Wang, X. (2020). Analysis of volatile flavor compounds in yogurt by GC-MS and electronic nose. *Foods*, 9(6), 1–14. Retrieved from mdpi.com
- MDPI. (2022). Influence of Honey Addition on Viscosity and Sensory Properties of Sheep Milk Yogurt. *Foods*, 11(6), 890. <https://www.mdpi.com>
- Nugroho, A. S., Mulyawanti, I., & Prakoso, Y. D. (2023). Pengaruh konsentrasi starter terhadap kualitas yoghurt susu kambing. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 7(1), 15–22.
- ResearchGate. (2023). Metabolic Pathways in Lactic Acid Bacteria. Retrieved from researchgate.net
- Rosiana, A. (2018). Kajian Warna dan Kandungan Antioksidan Madu Sebagai Pewarna Alami. *Jurnal Ilmu Pangan*, 12(2), 88–95.
- Rosida, N., Pratama, M. D., & Hidayat, T. (2022). Kajian Komposisi Kimia dan Kemanisan Madu Lokal Indonesia. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 21(2), 113–120.
- Rulifa, H. A., Yuliani, S., & Hidayati, R. (2021). Pengaruh penambahan konsentrasi gula terhadap karakteristik yoghurt probiotik berbasis susu kambing. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 16(2), 83–91.
- Singh, A., Srivastava, R., & Kaushik, S. (2024). Optimization of synbiotic goat milk yogurt with marjoram honey using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*, 61(3), 1122–1130. <https://doi.org/10.1007/s13197-024-05932-2>
- Singh, R., Kaur, H., & Mehta, N. (2024). Effect of Honey Addition on Sensory and Textural Properties of Goat Milk Yogurt. *International Journal of Dairy Science and Technology*, 39(1), 55–62.
- SNI 2981:2009. (2009). Yoghurt – Standar Nasional Indonesia. Badan Standardisasi Nasional

- (BSN). Jakarta.
- SNI. (2009). Susu fermentasi – Syarat mutu dan cara uji. SNI 2981:2009. Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- Suharto, S., & Ferawati, F. (2024). Pengaruh Penambahan Madu terhadap Karakteristik Yoghurt Sinbiotik. Retrieved from researchgate.net
- Suranto. (2007). Ilmu Pangan: Dasar dan Aplikasinya. Yogyakarta: Andi.
- Wikipedia. (2024). Honey – Chemical Composition. Retrieved from en.wikipedia.org
- Wikipedia. (2024). Melanoidin – Chemical Properties and Food Role. Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/Melanoidin>.