

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. *Water Holding Capacity* (WHC)

Water Holding Capacity (WHC) menjadi faktor yang dapat mempengaruhi kestabilan produk selama penyimpanan. Pengukuran WHC pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kefir whey dalam menahan air setelah adanya penambahan pektin kulit jeruk dengan berbagai konsentrasi. Hasil pengujian *Water Holding Capacity* (WHC) kefir whey susu sapi dengan penambahan perbedaan konsentrasi pektin kulit jeruk disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian *Water Holding Capacity* (WHC)

Konsentrasi Pektin Kulit Jeruk	<i>Water Holding Capacity</i> (%)
0%	2,63 ± 0,19 ^a
0,02%	3,79 ± 0,63 ^b
0,04%	5,66 ± 0,61 ^c
0,06%	8,18 ± 0,98 ^d
0,08%	11,64 ± 0,49 ^e

Keterangan:

**Superscript* huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Water Holding Capacity pada produk kefir whey menjadi indikator kemampuan produk dalam menahan air dan menjaga kestabilan sistem. Berdasarkan Tabel 5. diperoleh hasil bahwa WHC pada kefir whey dengan penambahan perbedaan konsentrasi pektin kulit jeruk menghasilkan pengaruh yang signifikan ($< 0,05$). WHC yang dihasilkan mengalami kenaikan seiring dengan semakin besarnya persentase pektin kulit jeruk yang ditambahkan pada kefir whey. WHC terendah yaitu pada konsentrasi pektin sebesar 0% atau perlakuan kontrol,

dan WHC tertinggi pada konsentrasi pektin sebesar 0,08%. Perbedaan nilai WHC menunjukkan bahwa penambahan pektin kulit jeruk memberikan pengaruh terhadap kemampuan kefir whey dalam mempertahankan air.

Interaksi antar komponen protein whey dan pektin menjadi faktor dalam meningkatkan kemampuan daya ikat air. Polisakarida pektin bermuatan negatif pada sistem menempel pada muatan positif protein membentuk kompleks protein polisakarida (Yuliarti *et al.*, 2019). Penurunan pH sistem secara bertahap mendukung terjadinya interaksi protein dan polisakarida menjadi lebih kuat (Aziz *et al.*, 2025). Pektin bertindak menciptakan jaringan yang lebih rapat dan stabil sehingga mampu meningkatkan kemampuan larutan dalam menahan air. Struktur pektin yang tersusun dari rantai asam galakturonat dengan gugus karboksil dan hidroksil serta gugus metoksil mendukung terjadinya sistem yang stabil (Gawkowska *et al.*, 2018). Pektin dalam hal ini berfungsi dalam memperkuat interaksi dengan protein untuk menciptakan kestabilan dispersi sistem.

Mekanisme peningkatan WHC dari kinerja pektin terjadi karena terbentuknya jaringan gel tiga dimensi yang dapat menjaga air tetap dalam sistem. Pembentukan gel meningkat saat pH diturunkan, rantai pektin mengalami penurunan gaya tolak sehingga strukturnya menjadi lebih rapat karena adanya interaksi hidrofobik (Chen *et al.*, 2021). Molekul air diikat oleh gugus karboksil dan hidroksil yang terdapat pada rantai pektin melalui ikatan hidrogen sehingga air tidak bergerak keluar sistem (Einhorn-Stoll, 2018). Molekul air yang terikat dalam sistem menyebabkan peningkatan kemampuan menahan air sehingga sineresis pada sistem menurun serta menyebabkan air bebas sistem semakin berkurang dan kestabilan kefir whey

meningkat. Pembentukan struktur gel saat mencapai titik isoelektrik menjadi lebih kuat, sehingga protein whey mampu mengikat air dan bahan-bahan di sekitarnya akibat dari adanya penambahan pektin (Soewangsa dan Darmoatmodjo, 2024).

Kemampuan mengikat air pada pektin metoksil tinggi terbentuk dari jaringan berasal dari interaksi hidrogen yang dapat mengikat air sehingga WHC sistem meningkat. Pektin metoksil tinggi memiliki derajat esterifikasi >50% sehingga gugus karboksil sebagian besar teresterifikasi. Asam rendah dengan pH 3-3,5 akan menyebabkan penetralan muatan negatif pada gugus pektin. pH asam dan gula menjadi faktor pektin bermetoksil tinggi untuk membentuk jaringan yang menyebabkan pembentukan gel (Latupeirissa *et al.*, 2019). Kondisi titik isoelektrik membuat muatan negatif protein berkurang memungkinkan antara gugus pektin dan bagian protein membentuk ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik (Amalia *et al.*, 2019). Konsentrasi pektin yang semakin tinggi pada suasana asam akan membentuk jaringan gel yang luas sehingga dapat membentuk sistem penahan air yang lebih tinggi. Berdasarkan penelitian El Fihry *et al.* (2025), menyebutkan bahwa yogurt cair rendah lemak dengan penambahan pektin kulit jeruk menunjukkan rasio daya ikat air yang meningkat signifikan selama penyimpanan.

4.2. Viskositas

Nilai viskositas mengalami perubahan seiring penambahan pektin, pengukuran viskositas bertujuan untuk mengetahui kekentalan produk kefir whey yang ditambahkan pektin. Nilai viskositas kefir whey susu sapi pada variasi konsentrasi pektin kulit jeruk disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Viskositas

Konsentrasi Pektin Kulit Jeruk	Viskositas (cP)
0%	$0,95 \pm 0,10^a$
0,02%	$3,75 \pm 0,50^b$
0,04%	$5,00 \pm 0,16^c$
0,06%	$6,1 \pm 0,20^d$
0,08%	$8,7 \pm 0,53^e$

Keterangan:

**Superscript* huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Penambahan pektin menambah susunan komposisi produk yang dapat menentukan stabilitas kefir whey salah satunya pada indikator kekentalan produk atau viskositas. Berdasarkan tabel 6. diketahui bahwa perbedaan konsentrasi pektin pada kefir whey berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai viskositas. Hasil pengujian viskositas kefir whey dengan perbedaan konsentrasi pektin kulit jeruk terendah yaitu pada perlakuan kontrol 0% pektin kulit jeruk sebesar 0.95 dan viskositas tertinggi yaitu pada perlakuan penambahan 0,08% konsentrasi pektin kulit jeruk yaitu sebesar 8,7. Viskositas kefir whey meningkat dengan bertambahnya persentase pektin yang ditambahkan. Jumlah padatan terlarut yang meningkat karena adanya penambahan senyawa larut air menyebabkan peningkatan viskositas dalam suatu larutan (Tarihoran *et al.*, 2022). Pektin merupakan senyawa polimer larut air berjenis hidrokoloid yang dapat membentuk jaringan dalam air berperan untuk menahan pergerakan molekul air dan menghambat aliran cairan. Kinerja pektin dalam mengikat air menyebabkan molekul air terperangkap dalam matriks tiga dimensi, sehingga pergerakan air terbatas (Sharma *et al.*, 2025).

Larutan yang ditambahkan pektin akan mengalami peningkatan kekentalan, hal ini terjadi karena pektin memiliki sifat hidrokoloid yang mampu mengikat air. Peningkatan kekentalan atau viskositas disebabkan karena adanya pektin sebagai

polisakarida anionik yang mengikat air dan berinteraksi dengan protein, sehingga dapat terjadi perubahan pada sifat reologi sistem (Nabilah *et al.*, 2021). Ikatan antara protein, pektin akan terjadi kompleks protein-pektin yang memperkuat viskositas tinggi pada fase kontinu (Cao *et al.*, 2026). Peningkatan viskositas dari penambahan pektin dapat mencapai titik kritis yang dapat menyebabkan viskositas menurun karena pektin menstabilkan agregat protein secara berlebih dan menyebabkan ketidakstabilan, konsentrasi pektin $\geq 0,1\%$ memungkinkan terjadinya permasalahan signifikan pada viskositas (Wilbanks *et al.*, 2022).

Pektin metoksil tinggi berinteraksi dengan protein whey pada kondisi asam sehingga membentuk jaringan gel. Pektin tersusun oleh unit asam galakturonat yang terikat membentuk rantai panjang yang sebagian gugusnya mengalami esterifikasi. Struktur pektin tersebut mampu membentuk gel, meningkatkan kekentalan, dan stabilitas produk (Fauzan *et al.*, 2022). Interaksi rantai pektin metoksil tinggi dan protein yang ada pada kefir whey membentuk jaringan yang rapat sehingga meningkatkan densitas dan memperbesar hambatan aliran sehingga meningkatkan viskositas kefir whey. Ikatan hidrogen yang kuat antar molekul pektin menyebabkan matriks yang kuat untuk membentuk jaringan tiga dimensi sebagai dasar pembentukan gel, jaringan tersebut terbentuk dari gugus metil ester ($-\text{COOCH}_3$) dalam struktur pektin (Nurlaila, 2024). Jaringan tiga dimensi yang terbentuk menyebabkan hambatan pada aliran cairan karena jaringan tiga dimensi yang rapat dapat memerangkap molekul air yang menyebabkan fase cair larutan tidak mudah mengalami pergerakan. Struktur gel yang terbentuk dapat mempertahankan air dan partikel di dalamnya sehingga dapat mengurangi

sedimentasi dan terjadi peningkatan WHC produk. Berdasarkan penelitian Liu *et al.* (2020), peningkatan konsentrasi pektin pada minuman protein yang diasamkan menghasilkan viskositas yang lebih tinggi. Viskositas, sensorik, kehalusan, pelapisan, dan kelengketan meningkat seiring dengan peningkatan hidrokoloid.

4.3. Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut merefleksikan jumlah senyawa terlarut seperti gula, asam organik dan komponen hasil fermentasi dalam produk. Total padatan terlarut dalam kefir whey berpengaruh dalam pengujian seperti sifat fisikokimia untuk meningkatkan kualitas produk. Hasil pengujian total padatan terlarut kefir whey susu sapi dengan penambahan pektin kulit jeruk disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Total Padatan Terlarut

Konsentrasi Pektin Kulit Jeruk	Total Padatan Terlarut (°Brix)
0%	6,10 ± 0,14 ^a
0,02%	6,20 ± 0,08 ^a
0,04%	6,53 ± 0,17 ^{ab}
0,06%	6,70 ± 0,29 ^b
0,08%	6,90 ± 0,14 ^b

Keterangan:

**Superscript* huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Hasil analisis total padatan terlarut menunjukkan bahwa penambahan pektin kulit jeruk memberikan pengaruh pada total padatan terlarut. Berdasarkan tabel 7, perbedaan konsentrasi pektin kulit jeruk berpengaruh terhadap peningkatan total padatan terlarut kefir whey yang dihasilkan. Perbedaan nyata yang dihasilkan pada perlakuan konsentrasi pektin 0%-0,02% dengan 0,06%-0,08%, sedangkan pada konsentrasi 0,04% tidak berbeda nyata dengan 0% dan 0,2% serta 0,06% dan

0,08%. Rata-rata nilai total padatan terlarut whey kefir yaitu berkisar antara 6,10 hingga 6,90 °Brix. Kadar gula dan komponen seperti pektin pada suatu larutan dapat dinyatakan dengan satuan °Brix (Kartika *et al.*, 2025). Peningkatan nilai total padatan terlarut menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi pektin mempengaruhi total padatan terlarut, semakin tinggi konsentrasi pektin yang ditambahkan maka semakin tinggi total padatan terlarut yang dihasilkan. Peningkatan konsentrasi pektin pada larutan menghasilkan jumlah total padatan meningkat (Marcellino *et al.*, 2023). Kondisi tersebut menyebabkan peningkatan fraksi padatan dalam sistem, sehingga nilai °Brix yang terukur semakin tinggi (Septina *et al.*, 2020).

Peningkatan padatan terlarut menunjukkan adanya kontribusi pektin kulit jeruk dalam meningkatkan komponen terlarut. Total padatan terlarut kefir whey berturut-turut pada perlakuan 0%, 0,02%, 0,04%, 0,06%, dan 0,08% pektin kulit jeruk yaitu sebesar 6,10, 6,20, 6,53, 6,70, 6,90 °Brix. Total padatan terlarut terendah yaitu pada perlakuan 0% dan total padatan tertinggi yaitu pada perlakuan 0,08%. Perbedaan nilai disebabkan karena perbedaan komposisi penambahan konsentrasi pektin yang berbeda. Pektin kulit jeruk adalah pektin bermetoksil tinggi sehingga dapat mempengaruhi sifat fisikokimia kefir whey ketika berada pada suasana asam. Peningkatan total padatan terlarut disebabkan oleh adanya gugus karboksil dalam pektin kulit jeruk yang bersifat mudah larut dalam air (Aulia *et al.*, 2017). Interaksi antara gugus karboksil pektin dengan komponen terlarut kefir whey akan memperbesar fraksi padatan terlarut yang terikat dan terukur sebagai total padatan terlarut. Senyawa polisakarida seperti pektin merupakan senyawa yang larut dalam air yang termasuk bagian dari total padatan terlarut (Hadiwijaya *et al.*, 2020).

Interaksi antara pektin dan protein whey juga mempengaruhi peningkatan padatan terlarut, selain dari sifat kelarutan pektin. Kondisi asam kefir whey pada rentang pH 3,7–4,5 membuat protein whey mendekati titik isoelektrik, akibat penurunan tersebut muatan permukaan protein berkurang dan kecenderungan meningkatkan agregasi. Penambahan pektin akan mempertahankan komponen terlarut dari mekanisme pembungkusan agregat protein. Interaksi pektin mengubah struktur kimia pada permukaan protein, sifat agregasinya, dan sifat protein lain seperti stabilitas, emulsifikasi, dan lainnya (Zhang *et al.*, 2024). Agregat protein yang dilapisi oleh pektin menyebabkan kontak langsung antar partikel protein menjadi berkurang sehingga padatan seperti protein dalam larutan tetap terdispersi dalam sistem (Arapi *et al.*, 2025). Hal tersebut menyebabkan komponen padatan terukur sebagai total padatan terlarut dalam sistem. Penelitian oleh Latifasari *et al.* (2024), pada produk yogurt yang ditambahkan penstabil hidrokoloid menunjukkan tren yang sama, yaitu penggunaan hidrokoloid menunjukkan peningkatan total padatan dengan meningkatkan jumlah hidrokoloid yang ditambahkan.

4.4. Total Asam Titrasi

Parameter untuk menilai tingkat asam fermentasi yaitu total asam titrasi. Kandungan asam organik pada kefir whey berasal dari proses fermentasi bakteri asam laktat yang menghasilkan asam laktat. Namun, penambahan pektin sebagai penstabil diduga dapat mempengaruhi keasaman melalui interaksinya dengan komponen di dalamnya. Nilai total asam titrasi kefir whey susu sapi pada konsentrasi pektin kulit jeruk yang berbeda disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Total Asam Titrasi

Konsentrasi Pektin Kulit Jeruk	Total Asam Titrasi (%)
0%	$0,90 \pm 0,129^a$
0,02%	$0,93 \pm 0,125^b$
0,04%	$0,96 \pm 0,129^c$
0,06%	$0,99 \pm 0,26^d$
0,08%	$1,00 \pm 0,125^d$

Keterangan:

**Superscript* huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Nilai total asam titrasi pada kefir whey mengalami peningkatan seiring bertambahnya pektin kulit jeruk, hal ini berdasarkan tabel 8 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pektin kulit jeruk berpengaruh nyata terhadap total asam titrasi kefir whey susu sapi ($p < 0,05$). Rata-rata nilai total asam yang dihasilkan yaitu 0,9% hingga 1%. Perlakuan konsentrasi pektin terhadap kefir whey susu sapi memiliki hasil yang signifikan pada seluruh perlakuan, kecuali pada perlakuan 0,06% dengan 0,08%. Total asam terendah terdapat pada perlakuan 0% sebesar 0,9, sedangkan total asam titrasi tertinggi yaitu sebesar 1,00 pada perlakuan konsentrasi 0,08%. Suasana asam pada kefir whey berasal dari proses fermentasi awal menggunakan kefir grain. Mikroorganisme yang terkandung pada kefir grain seperti *Streptococcus* dan *Lactobacillus* akan menghidrolisis laktosa menjadi asam laktat. Jumlah asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi disebut sebagai kadar total asam titrasi (Prastujati *et al.*, 2018). Total asam titrasi meliputi pengukuran total asam yang terdisosiasi dan tidak terdisosiasi (Angelia, 2017).

Total asam titrasi tidak hanya menggambarkan jumlah asam bebas, tetapi keseluruhan potensi keasaman yang terdapat dalam produk. Berdasarkan tabel 4, semakin tinggi konsentrasi yang ditambahkan pada kefir whey susu sapi maka total asam titrasi akan semakin meningkat. Total asam titrasi semakin tinggi pada

saat konsentrasi pektin yang ditambahkan semakin banyak karena pektin bersifat asam dan pektin mampu menahan padatan terlarut seperti asam yang ada pada bahan dalam matriks gel (Miranti, 2021). Pektin kulit jeruk yang dilarutkan dalam air memiliki pH antara 1,5–3 sehingga penambahan pektin akan meningkatkan tingkat keasaman sistem (Singhal dan Hulle, 2022). Asam galakturonat merupakan polisakarida penyusun utama pektin yang berasal dari dinding sel tanaman. Asam galakturonat dapat melepaskan ion H^+ dari gugus karboksil ($-COOH$) yang dimiliki, akumulasi gugus karboksil dapat meningkatkan jumlah ion H^+ . Asam galakturonat termasuk dalam asam lemah, ketika dilarutkan dalam air, hanya sebagian dari ion H^+ dan anion, namun jika ion H^+ yang dilepaskan semakin banyak maka larutan menjadi asam dan total asam semakin naik (Widowati *et al.*, 2018). Penambahan komponen organik yang mengandung asam pada saat masa penyimpanan dapat meningkatkan total asam tertitrasi (Matela *et al.*, 2019).

Mekanisme peningkatan terlihat jelas pada setiap peningkatan konsentrasi pektin kulit jeruk. Keasaman titrasi tertinggi pada penambahan pektin dengan konsentrasi tertinggi yaitu 0,08%. Kandungan asam galakturonat pektin melepaskan ion H^+ saat terlarut, sehingga meningkatkan asam organik larutan (Zahro *et al.*, 2023). Ion hidroksil pada NaOH akan berinteraksi dengan ion hidrogen dari asam organik pada saat pengujian. Semakin tinggi konsentrasi pektin, maka jumlah ion hidrogen whey kefir meningkat, akibatnya basa kuat yang dibutuhkan semakin tinggi dan meningkatkan perhitungan total asam. Berdasarkan penelitian Arkan *et al.* (2021), menunjukkan bahwa penambahan pektin ke dalam sampel yogurt susu sapi dapat meningkatkan nilai total asam tertitrasi pada produk.

4.5. Total Bakteri Asam Laktat (BAL)

Total bakteri asam laktat merupakan jumlah mikroorganisme yang tumbuh dalam suatu proses fermentasi susu. Aktivitas bakteri asam laktat menjadi parameter penilaian mutu kefir whey sebagai potensi fungsional. Jumlah bakteri asam laktat pada kefir whey susu sapi yang ditambahkan pektin kulit jeruk dalam berbagai konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian Total Bakteri Asam Laktat

Konsentrasi Pektin Kulit Jeruk	Total Bakteri Asam Laktat (log CFU/mL)
0%	8,09 ± 0,129
0,02%	8,10 ± 0,125
0,04%	8,10 ± 0,129
0,06%	8,11 ± 0,126
0,08%	8,13 ± 0,125

Keterangan:

**Superscript* huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Bakteri asam laktat menjadi indikator tingkat nilai fungsional produk sehingga perlu memenuhi batas minimal yang telah ditetapkan oleh SNI. Berdasarkan tabel 9 diketahui bahwa peningkatan konsentrasi pektin kulit jeruk tidak berpengaruh terhadap total bakteri asam laktat kefir whey ($p > 0,05$). Total bakteri asam laktat kefir whey dengan penambahan pektin kulit jeruk 0%-0,08% berada pada rentang 8,09–8,13 log CFU/mL. Standar total BAL untuk produk fermentasi sesuai dengan SNI berada pada kisaran 10^7 CFU/mL atau 7 log CFU/mL. Seiring dengan penambahan konsentrasi pektin kulit jeruk pada kefir whey menunjukkan total BAL tersebut tidak secara signifikan mempengaruhi total bakteri asam laktat. Pektin berperan sebagai komponen pembentuk stabilitas dan pengental produk yang dapat meningkatkan kestabilan dan memperbaiki struktur

reologi. Pektin berfungsi membentuk matriks jaringan gel dari struktural kompleks pektin sehingga dapat memperbaiki struktur tekstur dan menjaga konsistensi stabilitas produk dalam masa penyimpanan (Honestin *et al.*, 2021).

Karakteristik struktur pektin yang kompleks menyebabkan pektin yang sulit dipecah, sehingga bukan menjadi sumber karbon utama bagi bakteri asam laktat (McKee *et al.*, 2021). Karakteristik pektin berbeda dengan senyawa gula sederhana seperti laktosa dan galaktosa. Laktosa dan galaktosa memiliki struktur molekul yang relatif sederhana sehingga lebih mudah terdegradasi oleh enzimatis bakteri asam laktat. Pektin memiliki struktur rantai polimer yang rumit yaitu berbentuk kaku dan memanjang sehingga enzim-enzim yang dihasilkan oleh BAL, sulit untuk memutus ikatan kompleks pektin (Said dan Lee, 2025). Bakteri asam laktat selektif dalam memilih substrat yang digunakan untuk melakukan metabolisme. Degradasi rantai pektin yang kompleks membutuhkan energi metabolic yang besar dari bakteri (Li *et al.*, 2024). Bakteri asam laktat memprioritaskan sumber karbon yang lebih sederhana sebagai sarana utama untuk melakukan metabolisme. Bakteri asam laktat memanfaatkan gula sederhana dalam media untuk melakukan proses metabolisme dan pembelahan sel secara cepat (Frilanda *et al.*, 2022). Pektin sebagai sumber yang memiliki struktur kompleks membuat pektin tidak mengalami perombakan atau masih dalam kondisi utuh sehingga tidak terpakai sebagai nutrisi pertumbuhan bakteri asam laktat. Penelitian yang dilakukan oleh Chatterjee *et al.* (2016), menunjukkan bahwa bakteri asam laktat dari produk susu fermentasi dengan penambahan pektin tidak mengalami pertumbuhan yang signifikan selama penyimpanan dalam waktu 60 jam.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Penambahan pektin kulit jeruk dalam produk kefir whey susu sapi berpengaruh terhadap sifat fisikokimia berupa *water holding capacity*, viskositas, total asam tertitrasi, dan total padatan terlarut. Semakin tinggi penambahan konsentrasi pektin kulit jeruk maka semakin tinggi *water holding capacity*, viskositas, total asam tertitrasi, dan total padatan terlarut. Total bakteri asam laktat (BAL) tidak terpengaruh oleh peningkatan konsentrasi pektin kulit jeruk yang ditambahkan, kondisi pertumbuhan cenderung konstan tidak mengalami peningkatan atau penurunan. Pektin kulit jeruk berpotensi meningkatkan stabilitas fisikokimia WHC, viskositas, total asam, dan padatan terlarut tanpa mengurangi sifat fungsional bakteri asam laktat di dalamnya.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian disarankan supaya penelitian selanjutnya dapat mengevaluasi stabilitas produk kefir whey dengan penambahan pektin kulit jeruk bermetoksil tinggi pada suhu dingin 0°C–5°C dan waktu penyimpanan yang lebih lama. Penelitian selanjutnya juga disarankan melakukan optimasi konsentrasi pektin kulit jeruk bermetoksil tinggi untuk memperoleh hasil WHC, viskositas, total padatan, total asam, dan total bakteri asam laktat yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, R., Wiraputra, D., Jyoti, M.D., Andaningrum, A.Z., Rachmawati, E., and Stj, R. 2020. Total bakteri asam laktat, total asam, nilai ph, sineresis, total padatan terlarut, dan sifat organoleptik yoghurt metode back slooping. *Jurnal Agritechno*, 13(2): 105–111. <https://doi.org/10.20956/at.v13i2.358>
- Al-Baarri, A.N., Mulyani, S., Abduh, S.B.M., Hadipernata, M., Kamil, R.Z., Dzakiyalizz, A.N., Ulayya, G., Shaliha, S.N., Yuliana, T., and Mawarid, A.A. 2023. Visual performance of fermented whey with the addition of pectin and chitosan during 24 hours storage at refrigerator temperature. *journal of applied food technology*, 10(2): 58–62.
- Amalia, F.D., Laeliocattleya, R.A., and Estiasih, T. 2019. Kajian karakteristik low methoxyl pectin teramidasi pada sampel bahan alam. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 3(2): 106–113. <https://doi.org/10.26877/jiphp.v3i2.4004>
- Andaru, D., Rizqiati, H., and Nurwantoro, N. 2019. Pengaruh lama fermentasi berbeda terhadap total bakteri asam laktat, total asam, kadar alkohol dan organoleptik kefir whey susu sapi. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2): 199–203.
- Angelia, I.O. 2017. Kandungan ph, total asam tertitrasi, padatan terlarut dan vitamin c pada beberapa komoditas hortikultura (ph content, total acidified acid, dissolved solids and vitamin c in some horticultural commodities). *Journal of Agritech Science (jasc)*, 1(2): 68–74.
- Ani, P.N., and Abel, H.C. 2018. Nutrient, phytochemical, and antinutrient composition of *Citrus maxima* fruit juice and peel extract. *Food Science and Nutrition*, 6(3): 653–658. <https://doi.org/10.1002/fsn3.604>
- Arapi, S., Pamase, A.T., De Meulenaer, B., and Van der Meeren, P. 2025. The effect of protein-pectin interactions on the functional properties of soy drinks in coffee applications. *Food Hydrocolloids*, 168: 111487. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2025.111487>
- Arkan, N.D., Setyawardani, T., and Astuti, T.Y. 2021. Pengaruh penggunaan pektin nabati dengan persentase yang berbeda terhadap nilai ph dan total asam tertitrasi yogurt susu sapi. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 2(1): 1–7. <https://doi.org/10.24198/jthp.v2i1.28302>
- Arumuganainar, D.G., Ramesh, D.L., Pandurangan, P., Sunkar, S., Abraham, S., Samrot, A. V, Sainandhini, R., Thirumurugan, A., and Moovendhan, M. 2025. Sustainable pectin extraction: Navigating industrial challenges and opportunities with fruit by-products—A review. *Process Biochemistry*, 154: 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2025.04.025>

- Astuti, S.I., Lestari, P., Aprianingsih, T., Sumardani, T.Z., Wicaksana, G.C., and Sholiah, A. 2022. Pengaruh suhu terhadap kelarutan dan viskositas pada gula pasir. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 11(1): 19–21. <https://doi.org/10.20961/inkuri.v11i1.52179>
- Aulia, H.R., Nurwantoro, A.M.L., and Legowo, A.M. 2017. The effect of orange peel pectin addition on overrun, melting time, total solids, total dissolved solids of sherbet. *Journal of Applied Food Technology*, 4(1): 8–11. <https://doi.org/10.17728/jaft.31>
- Aziz, F.N., Intan, S.N., and Purwitasari, L. 2025. Fermentasi susu dengan bakteri asam laktat untuk meningkatkan yield krim keju. *Jurnal Teknologi Pangan*, 9(2): 44–50. <https://doi.org/10.14710/jtp.2025.52822>
- Bayu, M.K., Rizqiati, H., and Nurwantoro, N. 2017. Analisis total padatan terlarut, keasaman, kadar lemak, dan tingkat viskositas pada kefir optima dengan lama fermentasi yang berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan*, 1(2). <https://doi.org/10.14710/jtp.2017.17468>
- Chan, S.Y., Choo, W.S., Young, D.J., and Loh, X.J. 2017. Pectin as a rheology modifier: Origin, structure, commercial production and rheology. *Carbohydrate polymers*, 161: 118–139. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.12.033>
- Chatterjee, E., Manuel, G.A.S., and Hassan, S. 2016. Effect of fruit pectin on growth of lactic acid bacteria. *Journal of Probiotics and Health*, 4(2): 1000147. <https://doi.org/10.4172/2329-8901.1000147>
- Chen, R., Ratcliffe, I., Williams, P.A., Luo, S., Chen, J., and Liu, C. 2021. The influence of ph and monovalent ions on the gelation of pectin from the fruit seeds of the creeping fig plant. *Food Hydrocolloids*, 111: 106219. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106219>
- Dahlan, A., Wijayanti, W., Rianse, M.I.K., and Naim, Y. 2024. Pengaruh jenis susu dan konsentrasi starter terhadap kadar asam, ph, dan total bakteri asam laktat yoghurt. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 6(1): 1–4.
- Dewi, A.P., Setyawardani, T., and Sumarmono, J. 2019. Pengaruh penambahan bunga telang (*Clitoria ternatea*) terhadap sineresis dan tingkat kesukaan yogurt susu kambing. *Journal of animal Science and Technology*, 1(2): 145–151. <https://doi.org/10.35308/jtpp.v6i1.9494>
- Einhorn-Stoll, U. 2018. Pectin-water interactions in foods from powder to gel. *Food hydrocolloids*, 78: 109–119.
- El Fihry, N., De Leersnyder, I., Vermeir, P., Laureys, D., De Clippeleer, J., Van Bockstaele, F., Ruysen, T., Eeckhout, M., El Mabrouk, K., and Hajjaj, H.

2026. Exploring the potential of citrus pectin as stabilizers for fat-free set yogurt: Accelerating fermentation, reducing syneresis, and improving texture. *Food Chemistry*, 498: 147169.
- El Fihry, N., De Leersnyder, I., Vermeir, P., Laureys, D., De Clippeleer, J., Van Bockstaele, F., Ruysen, T., Eeckhout, M., El Mabrouk, K., and Hajjaj, H. 2025. Exploring the potential of citrus pectin as stabilizers for fat-free set yogurt: Accelerating fermentation, reducing syneresis, and improving texture. *Food Chemistry*, 147169. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.147169>
- Fauzan, A., Risnandar, T.D., Anisa, V.R., and Sihombing, R.P. 2022. Karakteristik kadar metoksil dan kadar asam galakturonat pada ekstrak pektin dari kulit jeruk manis pacitan pada suhu 90°C, in: prosiding industrial research workshop and national seminar. Pp. 825–829.
- Feng, L., Jia, X., Yan, J., Yan, W., and Yin, L. 2021. Mechanical, thermal stability and microstructural properties of emulsion-filled gels: Effect of sugar beet pectin/soy protein isolate ratio. *Lwt*, 141: 110917. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110917>
- Firdaus, G.M., and Rizqiati, H. 2019. Pengaruh lama fermentasi terhadap rendemen, pH, total padatan terlarut dan mutu hedonik kefir whey. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1): 70–79. <https://doi.org/10.14710/jtp.2019.22284>
- Frilanda, A., Putranto, W.S., and Gumilar, J. 2022. Pengaruh berbagai konsentrasi pulp buah naga merah pada pembuatan set yoghurt terhadap total bakteri asam laktat, nilai pH, dan total asam. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 3(1): 32–41. <https://doi.org/10.24198/jthp.v3i1.39239>
- Gawkowska, D., Cybulska, J., and Zdunek, A. 2018. Structure-related gelling of pectins and linking with other natural compounds: A review. *Polymers*, 10(7): 762. <https://doi.org/10.3390/polym10070762>
- Ge, Z., Yin, D., Li, Z., Chen, X., and Dong, M. 2022a. Effects of commercial polysaccharides stabilizers with different charges on textural, rheological, and microstructural characteristics of set yoghurts. *Foods*, 11(12): 1764. <https://doi.org/10.3390/foods11121764>
- Ge, Z., Yin, D., Li, Z., Chen, X., and Dong, M. 2022b. Effects of commercial polysaccharides stabilizers with different charges on textural, rheological, and microstructural characteristics of set yoghurts. *Foods*, 11(12): 1764. <https://doi.org/10.3390/foods11121764>
- Goff, H.D., and Guo, Q. 2019. The role of hydrocolloids in the development of food structure. <https://doi.org/10.1039/9781788016155-00001>

- Hadiwijaya, Y., Kusumiyati, K., and Munawar, A.A. 2020. Prediksi total padatan terlarut buah melon golden (Cucumis melo L.) Menggunakan vis-swnirs dan analisis multivariat. *Jurnal Penelitian Saintek*, 25(2). <https://doi.org/10.21831/jps.v25i2.34487>
- Han, Y., Jin, X., Zhang, Z., and Sun, Q. 2025. Characterization of pectin with different structural features and its effects on Yogurt quality. *LWT*, 229: 118236. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.118236>
- Honestin, T., Ikarini, I., and Yunimar, Y. 2021. Pengaruh jenis dan konsentrasi penstabil terhadap karakteristik fisikokimia dan nilai kesukaan minuman yogurt jeruk. *Proceedings Series on Physical and Formal Sciences*, 2: 194–201.
- Hu, L., Jia, Y., Zhang, X., Zhang, Y., Dang, M., and Li, C. 2023. Application of persimmon pectin with promising emulsification properties as an acidified milk drinks stabilizer. *Foods*, 12(10): 2042. <https://doi.org/10.3390/foods12102042>
- Indonesia, S.N. 2011. Susu segar-bagian 1: sapi. SNI, 3141(2011): 2011.
- Ismawati, N., Nurwantoro, N., and Pramono, Y.B. 2016. Nilai ph, total padatan terlarut, dan sifat sensoris yoghurt dengan penambahan ekstrak bit (*Beta vulgaris* L.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(3): 89–93. <https://doi.org/10.17728/jatp.181>
- Jaya, F. 2019. Ilmu, Teknologi, dan Manfaat Kefir. Universitas Brawijaya Press.
- Kartika, D.A., Legowo, A.M., and Nurwantoro, N. 2025. Pengaruh penambahan kurma terhadap kadar air, derajat keasaman, total padatan terlarut, dan viskositas pada yogurt sari kacang hijau. *Jurnal Teknologi Pangan*, 9(2): 64–69.
- Kesuma, N.K.Y., Widarta, I.W.R., and Permana, I. 2018. Pengaruh jenis asam dan ph pelarut terhadap karakteristik pektin dari kulit lemon (*Citrus limon*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 7(4): 192–203. <https://doi.org/10.14710/jtp.2025.51501>
- Khan, M., Bibi, N., and Zeb, A. 2015. Optimization of process conditions for pectin extraction from citrus peel. *Science, Technology and Development*, 34(1): 9–15. <https://doi.org/10.3923/std.2015.9.15>
- Khirzin, M.H., Hilmi, M., Triasih, D., and Rofiqi, A.A. 2024. karakteristik fisikokimia dan organoleptik isolat protein whey keju dan tahu sebagai suplemen pangan. *ulil albab: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3(7): 117–124. <https://doi.org/10.56799/jim.v3i7.3781>

- Krisnaningsih, A.T.N., Rosyidi, D., and Radiati, L.E. 2018. Purwadi. 2018. Pengaruh penambahan stabilizer pati talas lokal (*Colocasia esculenta*) terhadap viskositas, sineresis dan keasaman yogurt pada inkubasi suhu ruang. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 5(3): 5–10. <https://doi.org/10.33772/jitro.v5i3.4706>
- Kurniawan, K., Milanda, T., and Kusuma, S.A.F. 2025. Kefir: Minuman Fermentasi dengan Manfaat Antibakteri. *Jurnal Ilmiah Global Farmasi (JIGF)*, 3(1): 28–35. <https://doi.org/10.21111/jigf.v3i1.97>
- Latifasari, N., Kurniawati, A.D., Naufalin, R., and Raharditya, C. 2024. Effect of adding hydrocolloid as a stabilizer on the rheological properties and total lactic acid bacteria of yogurt drinks during cold storage. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 34(3): 391–398. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2024.034.03.10>
- Latupeirissa, J., Fransina, E.G., and Tanasale, M.F. 2019. Ekstraksi dan karakterisasi pektin kulit jeruk manis kisar (*Citrus sp.*). *Indonesian Journal of Chemical Research*, 7(1): 61–68. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2020.7-egf>
- Leba, M.A.U., Kopon, A.M., Lawung, Y.D., Jenimat, A.D., Komisia, F., Tukan, M.B., Boelan, E.G., and Baunsele, A.B. 2022. Application of turmeric rhizome pigmen as acid-base titration indicator. *Sains Natural: Journal of Biology and Chemistry*, 12(4): 152. <https://doi.org/10.31938/jsn.v12i4.431>
- Li, J., Peng, C., Mao, A., Zhong, M., and Hu, Z. 2024. An overview of microbial enzymatic approaches for pectin degradation. *International journal of biological macromolecules*, 254: 127804. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127804>
- Liang, L.I., and Luo, Y. 2020. Casein and pectin: Structures, interactions, and applications. *Trends in Food Science and Technology*, 97: 391–403. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.027>
- Liu, J., Pedersen, H.L., Knarreborg, L., Ipsen, R., and Bredie, W.L.P. 2020. Stabilization of directly acidified protein drinks by single and mixed hydrocolloids—combining particle size, rheology, tribology, and sensory data. *Food Science and Nutrition*, 8(12): 6433–6444. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1933>
- Majdiyyah, M., and Farida, E. 2023. Pengaruh masa simpan terhadap karakteristik fisik dan mikrobiologi yoghurt sinbiotik ubi jalar kuning (*Ipomoea batatas* L). *Indonesian Journal of Public Health and Nutrition*, 3(1): 80–87.
- Marcellino, V., Kusuma, G., Wardana, A.A., and Setiarto, R.H.B. 2023. The evaluation of pectin concentration and heat treatment on physical properties of banana peel pectin edible coating, in: *E3S Web of Conferences*. EDP

- Sciences, p. 01007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342501007>
- Matela, K.S., Pillai, M.K., and Thamae, T. 2019. Evaluation of ph, titratable acidity, syneresis and sensory profiles of some yoghurt samples from the kingdom of Lesotho. *Food Research*, 3(6): 693–697. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.3\(6\).177](https://doi.org/10.26656/fr.2017.3(6).177)
- Mckee, L.S., La Rosa, S.L., Westereng, B., Eijsink, V.G., Pope, P.B., and Larsbrink, J. 2021. Polysaccharide degradation by the Bacteroidetes: mechanisms and nomenclature. *Environmental Microbiology Reports*, 13(5): 559–581. <https://doi.org/10.1111/1758-2229.12980>
- Megavitry, R., Laga, A., Syarifuddin, A., and Widodo, S. 2019. Pengaruh suhu gelatinisasi dan waktu sakarifikasi terhadap produksi sirup glukosa sagu, in: *Prosiding Seminar Nasional Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*. Pp. 125–128.
- Meilina, A., Nazarena, Y., and Hartati, Y. 2022. Pengaruh lama penyimpanan terhadap nilai ph dadih fortifikasi vitamin D3. *Jurnal Sehat Mandiri*, 17(1): 126–134. <https://doi.org/10.33761/jsm.v17i1.612>
- Miranti, M. 2021. Pengaruh varietas mangga dan jumlah pektin terhadap mutu selai mangga. *Wahana Inovasi: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UISU*, 10(1): 153–162.
- Mubin, M.F., and Zubaidah, E. 2016. Studi pembuatan kefir nira siwalan (*Borassus flabellifer* L.) (pengaruh pengenceran nira siwalan dan metode inkubasi)[in press januari 2016]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(1): 291–301.
- Nabilah, U.U., Sitanggang, A.B., and Purnomo, E.H. 2021. Rheological method for determination of critical concentration of pectin dispersion—A review. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI-Food Technology*, 45 (2): 180 –202.
- Nasir, M. 2020. Perbandingan kualitas minyak sawit bermerk dan minyak kelapa menggunakan parameter viskositas dan indeks bias. *Sainstek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 12(2): 36–43. <https://doi.org/10.31958/js.v12i2.2470>
- Nurlaila, R. 2024. Pektin dari kulit pisang kepok (*musa balbisiana*): studi pengaruh variabel ekstraksi pada hasil dan karakteristiknya. *Praxis: Jurnal Sains, Teknologi, Masyarakat dan Jejaring*, 7(1): 51–61. <https://dx.doi.org/10.24167/praxis.v7i1.12404>
- Pasarin, D., Ghizdareanu, A.-I., Teodorescu, F., Rovinaru, C., and Banu, A. 2023. Characterization of pectin oligosaccharides obtained from citrus peel pectin. *Fermentation*, 9(3): 312. <https://doi.org/10.3390/fermentation9030312>

- Prastujati, A.U., Hilmi, M., and Khirzin, M.H. 2018. Pengaruh konsentrasi starter terhadap kadar alkohol, ph, dan total asam tertitiasi (TAT) whey kefir. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 1(2):63–69. <https://doi.org/10.25047/jipt.v1i2.893>
- Prayitno, S.S., Sumarmono, J., Rahardjo, A.H.D., and Setyawardani, T. 2020. Modifikasi sifat fisik yogurt susu kambing dengan penambahan microbial transglutaminase dan sumber protein eksternal. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 9(2): 77–82. <https://doi.org/10.17728/jatp.6396>
- Purba, A.P., Dwiloka, B., and Rizqiati, H. 2018. Pengaruh lama fermentasi terhadap total bakteri asam laktat (BAL), viskositas, aktivitas antioksidan, dan organoleptik water kefir anggur merah (*Vitis vinifera* L.). *Jurnal Teknologi Pangan*, 2(1):
- Puspitasari, N.D. 2023. Formulasi elixir paracetamol dengan perbedaan jumlah co-solvent etanol 95%. *Herclips (Journal of Herbal, Clinical and Pharmaceutical Sciences)*, 4(2): 34–40. <https://doi.org/10.30587/herclips.v4i02.5351>
- Rahman, F.T. 2022. Total padatan terlarut dan transmitansi sari buah jeruk manis dengan penambahan gelatin tulang ikan bandeng. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 17(2): 10–16. <https://doi.org/10.26623/jtph.v17i2.4736>
- Ratnasari, D., and Kasasiah, A. 2018. Formulasi serta uji aktivitas antioksidan masker peel off ekstrak etanol daun sukun (*Artocarpus altilis* F) dengan metode DPPH. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 14(2): 94–105. <https://doi.org/10.20885/jif.vol14.iss2.art5>
- Regina, O., Sudrajad, H., and Syaflita, D. 2018. Measurement of viscosity uses an alternative viscometer. *Jurnal Geliga Sains*, 6(2): 127–132. <https://doi.org/10.31258/jgs.6.2.127-132>
- Rizqiati, H., Susanti, S., Nurwantoro, N., Albaari, A.N., and Slamet, Y.B. 2021. Pengaruh waktu fermentasi terhadap sifat fisiko kimia kefir whey dari susu kambing. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 38(1): 54–60. <https://doi.org/10.32765/wartaihp.v38i1.6404>
- Said, N.S., and Lee, W.Y. 2025. Pectin-based active and smart film packaging: a comprehensive review of recent advancements in antimicrobial, antioxidant, and smart colorimetric systems for enhanced food preservation. *Molecules*, 30(5): 1144. <https://doi.org/10.3390/molecules30051144>
- Saputra, M.R., and Irsyad, H. 2022. Klasifikasi tingkat kemanisan alpukat berdasarkan fitur hue saturation value (hsv) dengan menggunakan support vector machine (svm). *Jurnal Algoritme*, 2(2): 113–119. <https://doi.org/10.35957/algoritme.v2i2.2361>
- Savitry, N.I., Nurwantoro, N., and Setiani, B.E. 2018. Total bakteri asam laktat,

- total asam, nilai ph, viskositas, dan sifat organoleptik yoghurt dengan penambahan jus buah tomat. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(4): 184–187.
- Septina, A., Giyatmi, G., and Sabrina, N. 2020. Pengaruh bahan penstabil terhadap mutu bir pletok selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Kesehatan (The Journal of Food Technology and Health)*, 2(2): 123–134. <https://doi.org/10.36441/jtepakes.v2i2.524>
- Setiadi, O.Y., Sumarmono, J., and Setyawardani, T. 2023. Pengaruh penambahan whey protein concentrate terhadap viskositas, sineresis dan water holding capacity yogurt susu sapi rendah lemak. *Bulletin of Applied Animal Research*, 5(1): 6–18. <https://doi.org/10.36423/baar.v5i1.1153>
- Setyawardani, E., Rahardjo, A.H.D., and Setyawardani, T. 2021. Pengaruh jenis susu terhadap sineresis, water holding capacity, dan viskositas yogurt the effect of milk type on syneresis, water holding capacity, and yogurt viscosity. *Journal of Animal Science and Technology*, 3(3): 242–251.
- Sharma, S., Wani, K.M., Mujahid, S.M., Jayan, L.S., and Rajan, S.S. 2025. Review on pectin: sources, properties, health benefits and its applications in food industry. *Journal of Future Foods*, 6(2): 205-219. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2024.04.009>
- Singhal, S., and Hulle, N.R.S. 2022. Citrus pectins: Structural properties, extraction methods, modifications and applications in food systems—A review. *Applied food research*, 2(2): 100215. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100215>
- Sinthary, V., and Arief, M.J. 2023. Peptida bioaktif kasein susu kambing sebagai sumber antimikroba dan antioksidan: review: bioactive peptide from goat's milk casein as a source of antimicrobial and antioxidant. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 5(3): 444–457. <https://orcid.org/0000-0001-7109-4057>
- Sionek, B., Szydłowska, A., Küçükgoz, K., and Kołożyn-Krajewska, D. 2023. Traditional and new microorganisms in lactic acid fermentation of food. *Fermentation*, 9(12): 1019. <https://doi.org/10.3390/fermentation9121019>
- Soewangsa, Z., and Darmaatmodjo, L.M.Y.D. 2024. Peran penstabil pada plant-based yoghurt. *Zigma*, 39(1): 61–75.
- Song, Q.-Y., Liu, W.-B., Lei, N.-Y., Song, X.-X., He, W., and Yin, J.-Y. 2026. Unraveling stabilization mechanisms of acidified milk drinks by pectin: The synergistic effect of polysaccharide molecular weight, linearity and esterification. *Food Hydrocolloids*, 178: 112655. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2026.112655>

- Supriatna, D., Hasrini, R.F., Syah, D., and Karsono, Y. 2020. Pengaruh masa simpan whey dan suhu penggumpalan terhadap kadar protein dan parameter tekstur pada produk tahu. *Warta IHP (Warta Industri Hasil Pertanian)*, 37(2): 187–193. <https://doi.org/10.32765/wartaihp.v37i2.6386>
- Tarihoran, W.C., Hintono, A., and Rizqiati, H. 2022. Total bal, viskositas, ph dan padatan terlarut kefir susu kerbau dengan pemberian buah naga merah (*hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 10(4): 187–193. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2022.010.04.1>
- Uribe-Velázquez, T., Najar-Almanzor, C.E., Osuna-Orozco, F.R., Arto-Paz, F., Valdés, C., Garcia-Amezquita, L.E., Carrillo-Nieves, D., and García-Cayuela, T. 2026. Cheese whey valorization via microbial fermentation (lactic acid bacteria, yeasts/fungi, and microalgae), postbiotic production, and whey-based encapsulation strategies. *Fermentation*, 12(1): 42. <https://doi.org/10.3390/fermentation12010042>
- Utomo, B., Sugiarti, D.D., and Awaludin, A.N. 2017. Sistem informasi kefir susu untuk penyembuhan jerawat pada wajah. *Efektor*, 4(2): 22–25. <https://doi.org/10.29407/e.v4i2.966>
- Wang, L., Li, R., Yan, X., Liang, X., Sun, Y., and Xu, Y. 2020. Pivotal role for root cell wall polysaccharides in cultivar-dependent cadmium accumulation in *Brassica chinensis* L. *Ecotoxicology and environmental safety*, 194: 110369. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110369>
- Widowati, E., Sari, A.M., and Husnayaini, F. 2018. Kombinasi enzim poligalakturonase dan selulase pada klarifikasi sari buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*) dalam pembuatan sirup. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 11(2): 110-126. <https://doi.org/10.20961/jthp.v11i2.40949>
- Wilbanks, D.J., Yazdi, S.R., and Lucey, J.A. 2022. Effects of varying casein and pectin concentrations on the rheology of high-protein cultured milk beverages stored at ambient temperature. *Journal of Dairy Science*, 105(1): 72–82. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20597>
- Wood, B.J. 2012. *Microbiology of fermented foods*. Springer Science and Business Media.
- Yuliarti, O., Mei, K.H., Ting, Z.K.X., and Yi, K.Y. 2019a. Influence of combination carboxymethylcellulose and pectin on the stability of acidified milk drinks. *Food Hydrocolloids*, 89: 216–223. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.10.040>
- Yuliarti, O., Mei, K.H., Ting, Z.K.X., and Yi, K.Y. 2019b. Influence of combination carboxymethylcellulose and pectin on the stability of acidified

milk drinks. *Food Hydrocolloids*, 89: 216–223.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.10.040>

Yusrina, I.H., Purwasih, R., and Fathurohman, F. 2019. Pemanfaatan limbah keju mozzarella sebagai minuman fungsional dengan penambahan rasa nanas dan jeruk siam. *Bulletin of Applied Animal Research*, 1(1): 1–7.
<https://doi.org/10.36423/baar.v1i1.157>

Zahro, N.A., Warkoyo, W., and Wahyudi, V.A. 2023. Pengaruh konsentrasi asam klorida (Hcl) dan waktu ekstraksi pada karakterisasi pektin kulit jeruk bali (*Citrus maxima*). *Food Technology and Halal Science Journal*, 6(1): 58–72.
<https://doi.org/10.22219/fths.v6i1.28360>

Zhang, J., Liu, P., Wu, A., Song, Y., Li, Q., Liao, X., and Zhao, J. 2024. Towards understanding pectin-protein interaction and the role of pectin in plant-based meat analogs constructing. *Lwt*, 202: 116325.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116325>

Zhang, N., Zhou, Q., Fan, D., Xiao, J., Zhao, Y., Cheng, K.-W., and Wang, M. 2021. Novel roles of hydrocolloids in foods: Inhibition of toxic maillard reaction products formation and attenuation of their harmful effects. *Trends in Food Science and Technology*, 111: 706–715.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.020>