

## Pengaruh lama fermentasi dan penambahan asam asetat terhadap karakteristik nata de soya dari limbah tahu

*The effect of fermentation period and addition of acetic acid on the characteristics of nata de soya from tofu waste*

Mukhammad Nasor <sup>1)</sup>, Hapsari Titi Palupi <sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Yudharta Pasuruan

\* Email korespondensi: [hapsari@yudharta.ac.id](mailto:hapsari@yudharta.ac.id)

### Informasi artikel:

Dikirim: 10/03/2024; disetujui: 15/09/2024; diterbitkan: 30/09/2024

### ABSTRACT

*Liquid waste from tofu processing still contains nutritional components that can be utilized as nata de soya products using *Acetobacter xylinum* bacteria through simple fermentation. The processing of nata de soya is influenced by environmental conditions and the fermentation period. This study aimed to determine the effect of the fermentation period and the addition of acetic acid on the quality of nata de soya. The method used in this study was a randomized block design consisting of 2 factors, namely fermentation period (10 days; 13 days; 16 days) and acetic acid concentration (2%; 2.5%; 3%). The parameters observed included moisture content, ash content, protein content, pH, yield, thickness, and hardness. The results showed that the treatment of the fermentation period had a significant effect on moisture content, ash content, protein, pH, thickness, yield, and hardness, while the concentration of acetic acid had a significant effect on water content, ash content, pH, yield, and thickness. The treatment of fermentation period for 16 days and acetic acid concentration of 2% is the best treatment with characteristic values, namely moisture content of 88.93%, ash content of 94.77%, protein content of 2.99%, pH 3.97, yield of 18.88%, thickness of 19.90 mm, and hardness of 84.87 g/cm<sup>2</sup>.*

**Keywords:** *acetic acid, fermentation period, liquid waste, nata de soya*

### ABSTRAK

Limbah cair hasil pengolahan tahu masih mengandung komponen nutrisi yang dapat dimanfaatkan menjadi produk nata de soya menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum* melalui fermentasi sederhana. Dalam pembuatan nata de soya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan periode fermentasi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh lama fermentasi dan penambahan asam asetat terhadap kualitas nata de soya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak kelompok yang terdiri dari 2 faktor yaitu lama fermentasi (10 hari; 13 hari; 16 hari) dan konsentrasi asam asetat (2%; 2,5%; 3%). Parameter yang diamati meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, pH, rendemen, ketebalan, dan kekerasan. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, protein, pH, ketebalan, rendemen dan kekerasan, sedangkan konsentrasi asam asetat berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, pH, rendemen dan ketebalan. Perlakuan lama fermentasi selama 16 hari dan konsentrasi asam asetat 2% merupakan perlakuan terbaik dengan nilai karakteristik yaitu kadar air 88,93%, kadar abu 94,77%, kadar protein 2,99%, pH 3,97, rendemen 18,88%, ketebalan 19,90 mm, dan kekerasan 84,87 g/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** asam asetat, lama fermentasi, limbah cair, nata de soya

## PENDAHULUAN

Tahu merupakan salah satu bahan makanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia karena mengandung nilai gizi protein dan vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh, serta dimanfaatkan sebagai makanan ringan dan juga untuk lauk bersama makanan pokok (Faisal *et al.*, 2016). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021 menunjukkan bahwa rata-rata masyarakat Indonesia mengkonsumsi pangan olahan kedelai sebanyak 0,304 kg per minggunya (Sumatno *et al.*, 2023). Dilihat dari data tersebut menunjukkan banyak masyarakat yang mengkonsumsi makanan ini sehingga menyebabkan banyak tumbuhnya industri tahu. Di Indonesia jumlah pabrik tahu sangat banyak yaitu rata-rata 84.000 industri, mulai dari skala industri tahu rumah tangga hingga skala besar.

Banyaknya jumlah pabrik tahu berarti banyak pula limbah tahu yang dihasilkan. Menurut Sintawardani (2011), industri tahu pada umumnya memproduksi mulai dari 1.200 kg sampai 1.500.000 kg tahu per tahun dengan jumlah limbah cair yang dihasilkan mencapai 2 m<sup>3</sup> untuk setiap pengolahan 1 kuintal kedelai. Limbah cair merupakan limbah yang paling besar dihasilkan karena industri ini membutuhkan banyak air dalam proses pembuatan tahu. Oleh karena itu, perlu dilakukan langkah penanganan yang tepat agar lingkungan sekitar industri tahu tidak tercemar. Ratna *et al.* (2023) menjelaskan bahwa limbah dari hasil pengolahan pangan diketahui masih memiliki sejumlah besar zat polimer yang tidak terpakai dan berpotensi besar untuk diubah menjadi produk pangan, produk kimia, atau menjadi energi. Begitu juga dengan limbah pengolahan pangan yang tidak ter-manfaatkan dari industri tahu yang menggunakan bahan baku kacang kedelai yang merupakan sumber protein. Menurut Ratna *et al.* (2024) limbah cair tahu mengandung protein 0,13%, karbohidrat 0,002%, dan total padatan 42%. Sedangkan menurut Trismilah (2001) limbah cair tahu

memiliki kandungan air 90,74%, protein 1,8%, lemak 1,2%, dan serat kasar 7,36%.

Limbah cair tahu masih mengandung protein, karbohidrat dan lemak, sehingga apabila dilakukan pengolahan lebih lanjut akan mampu menambah nilai ekonomi. Proses pengolahan limbah cair menjadi produk yang bermanfaat dapat menurunkan pencemaran lingkungan akibat limbah. Salah satunya pemanfaatannya melalui proses fermentasi sederhana dengan menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum* yang mampu mengubah cairan dari limbah tahu yang bernutrisi menjadi bahan pangan yang mengandung serat tinggi, dikenal sebagai nata de soya (Marlinda dan Basuki, 2023). Menurut Nur *et al.* (2022) nata dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan fungsional untuk keperluan diet, serta memperbaiki proses pencernaan karena sebagai sumber serat pangan. Nata adalah bahan makanan yang dihasilkan oleh bakteri yang kaya akan selulosa, bersifat kenyal, transparan, dan memiliki rasa kolang-kaling, yang terbentuk sebagai hasil dari aktivitas bakteri membentuk slime yang pada akhirnya membuat bakteri terperangkap di dalam massa fibrilar selulosa

Pada proses pembuatannya, pertumbuhan nata dipengaruhi oleh aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum*, di mana pertumbuhan ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan antara lain pH, suhu, sumber nitrogen dan sumber karbon (Rizal *et al.*, 2013). Sedangkan Aulia *et al.* (2020) melaporkan bahwa periode fermentasi mempengaruhi pertumbuhan nata sari buah. Proses pengolahan limbah tahu menjadi produk nata de soya ini bertujuan untuk mengurangi efek buruk limbah cair tahu dan menggunakannya sebagai sumber bahan baku untuk menghasilkan produk pangan yang bergizi dan bernilai ekonomis. Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik memperoleh informasi terkait pengaruh lama fermentasi dan penambahan asam asetat terhadap kualitas nata de soya serta mendapatkan nata de soya dengan kualitas terbaik.

## METODE

### Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2023 sampai Mei 2024 di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian Universitas Yudharta Pasuruan.

### Bahan dan alat

Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan pembuatan nata de soya antara lain: limbah cair tahu yang baru dihasilkan di Industri Tahu UD Tahu Pelangi Kejapanan Gempol Pasuruan Jawa Timur, starter bakteri *Acetobacter xylinum*, ZA food grade, gula pasir, asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), plastik, dan aluminium foil. Peralatan untuk pembuatan nata de soya adalah panci stainless, pisau, timbangan digital (SF-400), kompor (Rinnai), termometer, nampan (steril), gelas ukur, dan saringan. Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu jangka sorong, bola hisap, termometer, penghalus, glassware (Iwaki), homogenizer, penetrometer, timbangan analitik (Ohaus), viskometer (NDJ-1), oven listrik (Mettler UNE 600), refraktometer (Atago N-IE), pH meter (Benchtop), penjepit gelas, desikator, muffle furnace (FB1310M), dan pendingin (Sharp).

### Rancangan penelitian

Rancangan penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok terdiri dari 2 faktor. Faktor 1 yaitu lama fermentasi yang terdiri dari 3 level yaitu 10 hari, 13 hari dan 16 hari. Faktor 2 yaitu penambahan asam asetat yang terdiri dari 3 level yaitu 2%, 2,5% dan 3%. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan, sehingga diperoleh 27 satuan percobaan.

Adapun pelaksanaan penelitian ini di antaranya:

1. Tahap persiapan, yaitu persiapan peralatan dan bahan penelitian dengan melakukan proses sterilisasi pada alat-alat yang digunakan untuk proses inkubasi pada pembuatan nata

2. Tahapan pembuatan media, diawali dengan 500 ml limbah cair tahu yang dilakukan penyaringan untuk menghilangkan kotoran dan dimasukkan dalam panci. Selanjutnya limbah cair tahu dididihkan di atas kompor pada suhu  $100\pm 10^\circ\text{C}$  selama 10 menit dan ditambahkan larutan gula. Setelah semua bahan larut ditambahkan ZA food grade dan dicampur secara merata. Kemudian didinginkan hingga suhu di bawah  $40^\circ\text{C}$  atau sampai hangat suam-suam kuku.
3. Tahapan inkubasi, larutan cairan tahu yang telah didinginkan selanjutnya dituang dalam nampan yang telah disterilkan dan ditambahkan asam asetat sesuai perlakuan (2%, 2,5%, 3%), dan diaduk secara rata. Starter bakteri *Acetobacter xylinum* diinokulasi sebanyak 10% ke dalam larutan tersebut dan ditutup kain steril dan diikat rapat. Nampan dijaga kestabilannya, tidak boleh bergerak atau tergoyang. Larutan ini diinkubasi pada suhu ruang yaitu  $29\pm 2^\circ\text{C}$  dan dilakukan fermentasi selama 10 hari, 13 hari dan 16 hari. Setelah inkubasi selanjutnya terbentuk lapisan putih dilakukan uji pengamatan fisik, kimia dan organoleptik.

### Pengumpulan dan analisis data

Data karakteristik fisik kimia nata de soya diamati dengan mengukur parameter kadar air, kadar abu, kadar protein, pH, rendemen, ketebalan, dan kekerasan. Perlakuan terbaik ditentukan menggunakan metode indeks efektivitas. Selanjutnya data dianalisis dengan menggunakan metode analisis ragam (*Analysis of Variance* atau ANOVA) yang dilanjutkan dengan uji Tukey selang kepercayaan 5% apabila terdapat perbedaan nyata menggunakan software Minitab.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar air

Kadar air pada nata de soya menunjukkan banyaknya air yang terkandung dalam jaringan lapisan nata yang

terbentuk (Marlinda dan Basuki 2023). Kadar air nata de soya dengan berbagai kombinasi perlakuan berkisar antara 88,93% sampai 96,17%. Nilai kadar air nata de soya pada penelitian ini lebih rendah daripada kadar air nata de soya yang dilaporkan oleh Putri dan Fatimah (2021) yaitu 94,68%

sampai 98,86%. Produk nata de soya ini memiliki kandungan air yang sangat besar, karena menurut Tamimi *et al.* (2015), nata ini dibuat dalam media cair. Perlakuan lama fermentasi dan penambahan kadar asam asetat berpengaruh nyata terhadap kadar air nata de soya dari limbah cair tahu.

Tabel 1. Kadar air, kadar abu, kadar kadar protein nata de soya akibat pengaruh perlakuan lama fermentasi dan konsentrasi asam asetat

Lama Fermentasi; penambahan asam asetat	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Kadar protein (%)	pH
10 hari, 2%	90,63 ± 0,70 <sup>d</sup>	2,21 ± 0,40 <sup>b</sup>	1,75 ± 0,08 <sup>b</sup>	4,17 ± 0,10 <sup>a</sup>
10 hari, 2,5%	93,83 ± 0,86 <sup>bc</sup>	2,08 ± 0,07 <sup>b</sup>	1,72 ± 0,09 <sup>b</sup>	3,73 ± 0,34 <sup>abc</sup>
10 hari, 3%	96,16 ± 0,20 <sup>a</sup>	1,46 ± 0,81 <sup>b</sup>	1,66 ± 0,11 <sup>b</sup>	3,37 ± 0,15 <sup>c</sup>
13 hari, 2%	90,36 ± 0,15 <sup>dc</sup>	3,91 ± 0,27 <sup>a</sup>	1,94 ± 0,02 <sup>b</sup>	4,10 ± 0,12 <sup>ab</sup>
13 hari, 2,5%	92,66 ± 0,70 <sup>c</sup>	2,13 ± 0,43 <sup>b</sup>	1,92 ± 0,02 <sup>b</sup>	3,70 ± 0,55 <sup>abc</sup>
13 hari, 3%	94,70 ± 0,45 <sup>ab</sup>	1,72 ± 0,23 <sup>b</sup>	1,92 ± 0,02 <sup>b</sup>	3,23 ± 0,55 <sup>abc</sup>
16 hari, 2%	88,93 ± 0,87 <sup>c</sup>	4,23 ± 0,56 <sup>a</sup>	2,99 ± 0,39 <sup>a</sup>	3,97 ± 0,06 <sup>abc</sup>
16 hari, 2,5%	92,56 ± 0,92 <sup>c</sup>	3,79 ± 0,46 <sup>a</sup>	2,93 ± 0,37 <sup>a</sup>	3,53 ± 0,25 <sup>abc</sup>
16 hari, 3%	95,26 ± 0,31 <sup>ab</sup>	1,77 ± 0,24 <sup>b</sup>	2,90 ± 0,35 <sup>a</sup>	3,17 ± 0,25 <sup>bc</sup>

Keterangan: Nilai rerata merupakan ulangan 3 kali Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi asam asetat, kadar air nata de soya semakin meningkat. Konsentrasi asam asetat 3% menghasilkan kadar air produk yang lebih tinggi daripada konsentrasi asam asetat 2 dan 2,5%. Penambahan asam asetat akan mempengaruhi kondisi pH media cair untuk pertumbuhan bakteri. Karena pH yang lebih asam menyebabkan tekanan osmosis semakin meningkat dan menyebabkan sel bakteri mudah mengalami lisis sehingga pembentukan selulosa tidak optimal dan lebih lambat. Selain itu, pH media cair yang kondisinya sangat asam selama proses fermentasi yang menyebabkan pembentukan ikatan selulosa yang kurang kuat dan air banyak yang terperangkap dalam selulosa. Hal ini sama seperti yang dilaporkan oleh Wijayanti dan Kumalaningsih (2012) serta Putri dan Fatimah (2021) bahwa kadar air yang lebih tinggi pada kondisi media yang lebih asam disebabkan oleh kenaikan yang tinggi tekanan osmosis sehingga mengakibatkan sel lisis dan terbentuknya selulosa tidak optimal.

Lama fermentasi mempengaruhi kadar nata de soya yang dihasilkan. Lama fermentasi 16 hari menghasilkan nata de soya dengan kadar air yang lebih tinggi. Kandungan air nata dipengaruhi oleh pembentukan dan ukuran nata. Nata yang memiliki ukuran tipis memiliki selulosa yang rapat dengan kandungan air lebih rendah dan sebaliknya nata dengan ukuran yang lebih besar memiliki kadar air yang lebih tinggi. Hal ini dilaporkan oleh Putri *et al.* (2021) pada penelitiannya.

#### Kadar abu

Kadar abu menunjukkan total mineral yang ada dalam bahan pangan Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar abu nata de soya dengan berbagai kombinasi perlakuan berkisar antara 1,46% sampai 4,23%. Nilai kadar abu nata de soya pada penelitian ini lebih tinggi daripada kadar abu nata de whey yang dilaporkan oleh Budiyo dan Usmiati (2022). Perlakuan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar abu serta penambahan asam asetat juga memberikan

pengaruh nyata terhadap kadar abu nata de soya dari limbah cair tahu.

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi maka kadar abu nata de soya semakin meningkat, namun semakin tinggi konsentrasi asam asetat menunjukkan semakin rendah kadar abu dari nata yang dihasilkan. Perubahan kadar abu dari nata diduga dipengaruhi oleh kadar air dari nata. Nata de soya yang mempunyai kadar air lebih tinggi, memiliki kandungan abu yang lebih rendah. Menurut Indhira (2017) perubahan parameter fisik dan kimia dari nata serta kandungan air yang berbeda pada setiap perlakuan mempengaruhi kandungan mineral. Nilai kadar abu dipengaruhi oleh kadar air produk di mana kadar air yang meningkat disertai dengan menurunnya kadar abu. Sedangkan menurut Suzanni *et al.* (2020), nilai kadar abu juga dipengaruhi oleh tingkat ketebalan nata yang terbentuk.

### Kadar protein

Kadar protein nata de soya adalah 1,66% sampai 2,99%, sedangkan kadar protein nata de whey yang dilaporkan oleh Khusna *et al.* (2020) adalah 2,26% sampai 2,70%. Perlakuan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar protein, sedangkan penambahan asam asetat dalam jumlah berbeda tidak menunjukkan pengaruh signifikan.

Diketahui bahwa limbah cair dari industri tahu mengandung komponen gizi di antaranya protein, karbohidrat dan lemak. Nata diproduksi oleh bakteri *A. xylinum* dengan cara mem-polimerkan glukosa menjadi lapisan selulosa. *A. xylinum* mampu tumbuh dan berkembang dalam medium yang mengandung air, karbohidrat, protein, lemak, dan mineral (Marlinda dan Basuki, 2023). Dari penelitian ini menunjukkan bahwa lama fermentasi 16 hari menghasilkan kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan lama fermentasi 10 dan 13 hari. Pada pengukuran kadar protein, jumlah protein secara kuantitatif adalah dengan menentukan kandungan N dalam bahan pangan seperti. Diduga meningkatnya kadar protein seiring

meningkatnya sel mikroorganisme yang tumbuh selama fermentasi berlangsung, sehingga mampu menambah kandungan N. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Khusna *et al.* (2020) dalam penelitiannya bahwa lama fermentasi 14 hari menghasilkan kadar protein lebih tinggi dibandingkan waktu fermentasi yang lebih pendek. Kandungan protein pada nata de whey dipengaruhi oleh jumlah senyawa organik sumber N dalam media pertumbuhan dan starter bakteri *Acetobacter xylinum*

### pH

Nilai pH nata de soya dengan karena perlakuan lama fermentasi dan penambahan asam asetat adalah 3,17 sampai 4,17. pH nata diukur setelah melewati lama fermentasi sesuai dengan perlakuan. Nilai pH nata de soya pada penelitian ini hampir sama dibandingkan pH nata de whey yaitu 2,58 sampai 3,87 (Tegarwati *et al.*, 2019). Perlakuan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap nilai pH nata de soya, begitu juga dengan penambahan konsentrasi asam asetat berpengaruh signifikan terhadap produk yang dihasilkan. Secara umum, nata diproduksi melalui fermentasi substrat pada pH 4-4,5 menggunakan bakteri *A. xylinum*

Semakin lama fermentasi maka semakin menurun pH nata, dan diperoleh pH terendah pada fermentasi 16 hari. Begitu juga dengan penambahan asam asetat, penambahan 3% menunjukkan pH nata yang semakin rendah dibandingkan dengan penambahan 2% dan 2,5%. Dalam pembuatan nata de soya, sebagian gula karbohidrat diubah menjadi nata dan sebagian lagi didegradasi menjadi asam asetat, sehingga menyebabkan pH menurun hingga mencapai pH optimum substrat untuk perkembangan *A. xylinum*. Penurunan pH disebabkan oleh pembentukan asam asetat oleh bakteri asam asetat selama fermentasi yang merombak tidak hanya membentuk selulosa tetapi juga asam asetat yang diproduksi oleh *A. xylinum* sehingga terjadi akumulasi asam asetat menurunkan pH medium. Menurut Tegarwati *et al.* (2019) penurunan pH disebabkan oleh pembentukan

asam asetat oleh bakteri asam asetat selama fermentasi. Pelepasan ion H<sup>+</sup> dari asam asetat dan asam organik lainnya berkontribusi terhadap penurunan nilai pH. Selama fermentasi, tidak hanya selulosa tetapi juga asam asetat diproduksi oleh *Acetobacter xylinum*. Akumulasi asam asetat menurunkan pH medium.

### Rendemen

Rendemen nata de soya dari beberapa perlakuan berbeda berkisar antara 4,27% sampai 18,80%. Nilai rendemen nata de soya pada penelitian ini berada dalam kisaran yang dilaporkan oleh Putri dan Fatimah

(2021), yaitu 3,98% sampai 7,40%. Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan lama fermentasi dan penambahan kadar asam asetat yang berbeda berpengaruh nyata terhadap rendemen nata de soya dari limbah cair tahu (whey).

Fermentasi yang lebih lama cenderung meningkatkan rendemen, karena bakteri *Acetobacter xylinum* memiliki lebih banyak waktu untuk mengubah substrat menjadi nata. Selain itu, penambahan asam asetat membantu menjaga pH media fermentasi pada tingkat yang optimal untuk pertumbuhan bakteri, sehingga meningkatkan efisiensi produksi nata.

Tabel 2. Karakteristik rendemen, ketebalan dan kekerasan dari nata de soya akibat pengaruh perlakuan lama fermentasi dan konsentrasi asam asetat

Lama Fermentasi ; penambahan asam asetat	Rendemen (%)	Ketebalan (mm)	Kekerasan g/cm <sup>2</sup>
10 hari , 2%	15,37 ± 0,70 <sup>b</sup>	18,33 ± 0,58 <sup>a</sup>	6,36 ± 0,12 <sup>d</sup>
10 hari, 2,5%	9,03 ± 0,86 <sup>d</sup>	13,17 ± 0,61 <sup>d</sup>	6,24 ± 0,08 <sup>d</sup>
10 hari, 3%	4,27 ± 0,23 <sup>f</sup>	6,87 ± 0,59 <sup>e</sup>	6,05 ± 0,02 <sup>d</sup>
13 hari, 2%	16,87 ± 0,15 <sup>b</sup>	19,10 ± 0,46 <sup>a</sup>	68,50 ± 0,85 <sup>c</sup>
13 hari, 2,5%	11,27 ± 0,70 <sup>c</sup>	14,20 ± 0,46 <sup>d</sup>	68,15 ± 0,73 <sup>c</sup>
13 hari, 3%	5,23 ± 0,45 <sup>e,f</sup>	7,67 ± 0,80 <sup>bc</sup>	67,24 ± 0,42 <sup>c</sup>
16 hari, 2%	18,80 ± 0,87 <sup>a</sup>	19,90 ± 0,17 <sup>a</sup>	84,87 ± 0,04 <sup>a</sup>
16 hari, 2,5%	12,27 ± 0,92 <sup>c</sup>	15,33 ± 0,81 <sup>ac</sup>	84,03 ± 0,32 <sup>ab</sup>
16 hari, 3%	6,77 ± 0,31 <sup>e</sup>	10,37 ± 0,40 <sup>d</sup>	83,09 ± 0,63 <sup>b</sup>

Keterangan: Nilai rerata merupakan ulangan 3 kali. Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan pada taraf 5%

Menurut Putri *et al.* (2021) rendemen merupakan jumlah produk nata yang dihasilkan dari fermentasi. Rendemen dipengaruhi oleh variasi substrat, komposisi bahan, kondisi lingkungan, dan kemampuan *A. xylinum* dalam menghasilkan selulosa. Pada penelitian ini, semakin lama fermentasi maka rendemen nata de soya semakin meningkat, namun konsentrasi asam asetat yang semakin besar menyebabkan nilai rendemen nata semakin menurun. Rendemen tertinggi diperoleh pada perlakuan lama fermentasi 16 hari dan penambahan asam asetat 2%. Semakin lama fermentasi nilai rendemen semakin meningkat diduga karena semakin banyak lapisan nata yang terbentuk. Sedangkan penambahan asam asetat 3% menurunkan rendemen yang dihasilkan,

karena konsentrasi asam pH yang lebih asam menyebabkan tekanan osmosis semakin meningkat dan menyebabkan sel bakteri mudah mengalami lisis sehingga pembentukan selulosa tidak optimal dan lebih lambat. Kemampuan *A. xylinum* dalam membentuk selulosa dan komposisi bahan medis serta kondisi lingkungan dapat mempengaruhi jumlah rendemen yang terbentuk. Kenaikan rendemen karena lama fermentasi yang semakin panjang dan penurunan nilai rendemen juga diikuti pada parameter ketebalan nata.

### Ketebalan

Ketebalan nata de soya dengan berbagai kombinasi perlakuan berkisar antara 6,87 mm sampai 19,90 mm. Perlakuan lama fermentasi dan penambahan kadar asam

asetat berbeda berpengaruh nyata terhadap rendemen nata de soya yang terbentuk. Semakin lama fermentasi ketebalan nata semakin meningkat, namun semakin tinggi konsentrasi asam asetat yang diberikan ketebalan nata semakin menurun.

Ketebalan tertinggi pada perlakuan lama fermentasi 16 hari dan terendah pada 10 hari. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Nurtjahtja (2020) bahwa semakin lama fermentasi meningkatkan ketebalan nata de pina. Hal ini ini diduga karena semakin lama fermentasi menyebabkan selulosa hasil sekresi *A. xylinum* akan berikatan kuat satu dengan yang lainnya membentuk lapisan-lapisan yang terus menebal. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Layuk *et al.* (2012) bahwa nata terbentuk dari aktivitas bakteri *A. xylinum* merubah glukosa menjadi asam asetat dan benang-benang selulosa yang bersama-sama dengan polisakarida berlendir membentuk jalinan yang terus menebal menjadi lapisan nata. Lama-kelamaan akan terbentuk suatu massa yang kokoh dan mencapai ketebalan beberapa sentimeter. Sedangkan penurunan ketebalan pada penambahan asam asetat 3% disebabkan oleh peningkatan tekanan osmosis akibat penurunan pH medium karena penambahan asam tinggi sehingga memungkinkan sel bakteri untuk lisis. Akibatnya pembentukan selulosa tidak berjalan dengan baik dan mempengaruhi ketebalannya. Kondisi ini sesuai dengan pernyataan Urbaninggar dan Fatimah (2021) dalam penelitiannya.

### **Kekerasan**

Nilai kekerasan nata de soya yaitu 6,05 g/cm<sup>2</sup> sampai 84,87 g/cm<sup>2</sup>. Perlakuan lama fermentasi nata de soya berpengaruh nyata terhadap kekerasan, sedangkan konsentrasi asam asetat tidak berpengaruh signifikan. Kekerasan tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 16 hari dengan nilai rata-rata yaitu 84 g/cm<sup>2</sup>. Kekerasan tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 16 hari karena pada perlakuan tersebut bakteri *A. xylinum* menghasilkan selulosa yang lebih banyak sehingga kerapatan selulosa lebih tinggi dan menghasilkan kekerasan nata yang lebih

kenyal. Dari Tabel 2 menunjukkan kekerasan nata soya sebanding dengan peningkatan ketebalan nata yang dihasilkan akibat perlakuan lama fermentasi. Menurut Layuk *et al.* (2012) nata memiliki nilai kekerasan lebih tinggi karena sel bakteri *A. xylinum* yang mencapai fase pertumbuhan tetap sehingga menyebabkan matriks nata lebih banyak diproduksi dan lapisan yang terbentuk akan lebih banyak dan padat.

### **Perlakuan terbaik**

Penentuan perlakuan terbaik nata de soya dilakukan dengan menggunakan metode indeks efektivitas de Garmo. Metode ini dilakukan pada parameter uji kimia dan fisika yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, pH, rendemen, ketebalan dan kekerasan. Hasil perhitungan indeks efektivitas menunjukkan hasil tertinggi terdapat pada perlakuan lama fermentasi 16 hari dan konsentrasi asam asetat 2% dengan nilai kadar air 88,93%, kadar abu 94,77%, kadar protein 2,99%, pH 3,97, rendemen 18,88%, ketebalan 19,90 mm, dan kekerasan 84,87 g/cm<sup>2</sup>.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap karakteristik nata de soya diperoleh bahwa perlakuan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, protein, pH, ketebalan, rendemen, kekerasan, sedangkan konsentrasi asam asetat berpengaruh nyata terhadap kadar air, kadar abu, pH, rendemen dan ketebalan. Perlakuan lama fermentasi selama 16 hari dan konsentrasi asam asetat 2% merupakan perlakuan terbaik dengan nilai karakteristik yaitu kadar air 88,93%, kadar abu 94,77%, kadar protein 2,99%, pH 3,97, rendemen 18,88%, ketebalan 19,90mm, dan kekerasan 84,87g/cm<sup>2</sup>.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Aulia, N., Nurwantoro, N., & Susanti, S. (2020). Pengaruh periode fermentasi terhadap karakteristik fisik, kimia, dan

- hedonik nata sari jambu biji merah. *Jurnal Teknologi Pangan*, 4(1), 36-41.
- Budiyanto, A., & Usmiati, S. (2022). The effect of carbon sources and whey storage on physicochemical and organoleptic properties of nata de whey. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1024(1), 012043. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1024/1/012043>
- Faisal, M., Gani, A., Mulana, F., & Daimon, H. (2016). Treatment and utilization of industrial tofu waste in Indonesia. *Asian Journal of Chemistry*, 28(3), 1229-1234.
- Indhira, S. (2017). Peningkatan protein dan vitamin B melalui pemberian whey dan lerry pada produk nata. *Jurnal Info Kesehatan*, 15(2), 495-506.
- Khusna, A., Prastujati, A., Setiadevi, S., & Hilmi, M. (2020). Effect of starter sources and old fermentation on making nata de whey towards chemical quality. In *E3S Web of Conferences*, 142, 04001. EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014204001>
- Layuk, P., Lintang, M., & Joseph, G. H. (2012). Pengaruh waktu fermentasi air kelapa terhadap produksi dan kualitas nata de coco. *Buletin Palma*, 13(1), 41-45.
- Majesty, J., Argo, B. D., & Nugroho, W. A. (2015). Pengaruh penambahan sukrosa dan lama fermentasi terhadap kadar serat nata dari sari nanas (nata de pina). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 3(1), 80-85.
- Marlinda, & Basuki, M. (2023). Processing of liquid waste in the tofu industry to become high-quality fibrous food. *International Journal of Engineering Inventions*, 12(4), 140-144.
- Nur, R., Devy, S., Syfa, A., Kurniawan, N., Hasanah, E., Salsabila, D., Ageung, A., Muhammad, F., Fadil, N., Arsi, G., & A. (2022). Potensi limbah cair tahu sebagai pupuk organik cair di RT. 31 Kelurahan Lempake Kota Samarinda. *ABDIKU: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Mulawarman*.
- Nurtjahtja, K. (2020). The effect of *Acetobacter xylinum* starter in waste liquid pineapple peel on the properties of nata de pina. *International Journal of Ecophysiology*, 2(2), 86-91.
- Putri, A. N., & Fatimah, S. (2021). Karakteristik nata de soya dari limbah cair tahu dengan pengaruh penambahan ekstrak jeruk nipis dan gula. *Indonesian Journal of Chemical Analysis*, 4(2), 47-57.
- Putri, S., Syaharani, W., Utami, C., Safitri, D., Arum, Z., Prihastari, Z., & Sari, A. (2021). The effect of microorganism, raw materials, and incubation time on the characteristic of nata: A review. *14*, 62-74.
- Ratna, R., Arahman, N., Munawar, A. A., & Aprilia, S. (2023). Extraction, isolation, and characterization of nanocrystalline cellulose from barangan banana (*Musa acuminata* L.) peduncles waste. *Indonesian Journal of Chemistry*, 23(1), 73-89.
- Ratna, R., Mutia, M., Darwin, D., Munawar, A. A., Fitriani, F., & Handayani, L. (2024). Utilization of tofu liquid waste for the manufacture of bioplastic food packaging. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 10, 100830. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100830>
- Rizal, H. M., Pandiangan, D. M., & Saleh, A. (2013). Pengaruh penambahan gula, asam asetat dan waktu fermentasi terhadap kualitas nata de corn. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(1), 25-32.
- Sintawardani, N. (2011). Socio-economic problem on reducing the waste water pollution from tofu processing in the Cibuntu area, Indonesia. *Research Center for Physics Indonesian Institute of Science*.
- Sumatno, A. Z., Azizah, A. N., Yuliana, D., Solekh, C. A., Algofiqi, A. I., & Mustofa, F. (2023). Processing tofu liquid waste into nata de soya and

- liquefied organic fertilizer at Cikembulan Village: Pengolahan limbah cair tahu menjadi nata de soya dan pupuk organik cair di Desa Cikembulan. In *Prosiding University Research Colloquium* (pp. 553-560).
- Suzanni, M. A., Munandar, A., & Saudah, S. (2020). Pengaruh konsentrasi ekstrak nanas (*Ananas comosus*) dan waktu fermentasi pada pembuatan nata de coco dari limbah air kelapa. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(2), 63-69.
- Tamimi, A., Sumardi, H. S., & Yusuf, H. (2015). Influence of sucrose and urea addition to nata de soya lime acid characteristics. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 3(1), 6-12.
- Tegarwati, F. A., Ana, F. F., & Dwi, P. (2019). Utilization of whey waste as a substrate for making nata de whey. *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering (AFSSAAE)*, 2(2), 73-79.
- Trismilah, T. (2001). Pemanfaatan limbah cair tahu sebagai medium dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan bakteri penghasil enzim protease. *Prosiding Seminar Keanekaragaman Hayati dan Aplikasi Bioteknologi Pertanian*. Jakarta: BPPT.
- Urbaninggar, A., & Fatimah, S. (2021). Pengaruh penambahan ekstrak kulit nanas dan gula pada karakteristik nata de soya dari limbah cair tahu. *Indonesian Journal of Chemical Analysis (IJCA)*, 4(2), 82-91.
- Wijayanti, F., & Kumalaningsih, S. (2012). Pengaruh penambahan sukrosa dan asam asetat glacial terhadap kualitas nata dari whey tahu dan substrat air kelapa. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 1(2), 86-93.