

## KOMPOSISI AIR LIMBAH TAHU DAN AIR KELAPA DENGAN SUPLEMEN EKSTRAK BUNGA TELANG (*Clitoria ternatea*) TERHADAP PROFIL NATA DE BUTTERFLY PEA FLOWER

**Mega Mawarni Eva Ningtyas, Siti Harnina Bintari\***

<sup>1</sup> Prodi Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

Jl. Raya Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

\*Email: harnina@mail.unnes.ac.id

### Abstrak

Tahu merupakan produk makanan berwarna putih, lembut dan kaya protein, dalam pembuatannya dihasilkan limbah cair hasil samping proses koagulasi yang disebut *whey*. Air limbah tahu memiliki pH rendah dan kaya senyawa organik yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan nata dengan bantuan bakteri *Acetobacter xylinum*. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan air limbah tahu bersama air kelapa dengan suplementasi ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea*) sebagai substrat pada fermentasi nata *de butterfly pea flower*. Penelitian eksperimental dilakukan dengan lima kelompok menggunakan kombinasi air limbah tahu dan air kelapa dengan suplementasi ekstrak bunga telang 5% serta lama fermentasi 7 hari, (K0 = Kelompok kontrol, air limbah tahu 100% + ekstrak bunga telang 5%, K1 = Kelompok kontrol, air kelapa 100% + ekstrak bunga telang 5%, P1 = Kelompok dengan perlakuan 80% air limbah tahu + 20% air kelapa + ekstrak bunga telang 5%, P2 = Kelompok dengan perlakuan 70% air limbah tahu + 30% air kelapa + ekstrak bunga telang 5%, P3 = Kelompok dengan perlakuan 60% air limbah tahu + 40% air kelapa + ekstrak bunga telang 5%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi air limbah tahu dan air kelapa dengan perbandingan 70:30 dengan suplementasi ekstrak bunga telang 5% menghasilkan warna dan tingkat kekenyalan nata yang baik. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi air limbah tahu dan air kelapa pada konsentrasi air limbah tahu sebesar 70% dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku nata dengan profil yang layak konsumsi dan berpotensi untuk usaha bisnis minuman sehat kaya serat.

**Kata kunci:** Air limbah tahu, air kelapa, *Acetobacter xylinum*, ekstrak bunga telang, nata

### Abstract

Tofu is a white, soft and protein-rich food product, in its manufacture liquid waste is produced as a by-product of the coagulation process called *whey*. Tofu wastewater has a low pH and is rich in organic compounds that can be utilized as raw material for making nata with the help of *Acetobacter xylinum* bacteria. This study aims to utilize tofu wastewater along with coconut water with supplementation of telang flower (*Clitoria ternatea*) extract as a substrate in nata *de butterfly pea flower* fermentation. Experimental research was conducted with five groups using a combination of tofu wastewater and coconut water with 5% telang flower extract supplementation and a fermentation time of 7 days, (K0 = Control group, 100% tofu wastewater + 5% telang flower extract, K1 = Control group, 100% coconut water + 5% telang flower extract, P1 = Group treated with 80% tofu wastewater + 20% coconut water + 5% bayang flower extract, P2 = Group treated with 70% tofu wastewater + 30% coconut water + 5% telang flower extract, P3 = Group treated with 60% tofu wastewater + 40% coconut water + 5% telang flower extract). The results showed that the combination of tofu wastewater and coconut water in a ratio of 70:30 with 5% telang flower extract supplementation produced good nata color and chewiness. These results indicate that the combination of tofu wastewater and coconut water at a tofu wastewater concentration of 70% can be used as raw material for nata with a profile that is suitable for consumption and has the potential for a healthy fiber-rich beverage business venture.

**Keywords:** Tofu wastewater, coconut water, *Acetobacter xylinum*, telang flower extract, nata

## PENDAHULUAN

Tahu merupakan makanan yang terbuat dari olahan kedelai, berwarna putih, kaya akan protein dan digemari banyak orang. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) rata-rata masyarakat mengonsumsi tahu per kapita per tahun di Indonesia pada tahun 2023 adalah sebesar 7,7 kg (BPS,

2023). Limbah tahu dihasilkan oleh industri kedelai baik dalam bentuk cair maupun padat pada setiap tahap produksi. Limbah cair setelah produksi oleh produsen dilepaskan ke aliran Sungai. Limbah padat berupa ampas tahu dimanfaatkan untuk membuat pakan ternak, tempe gembus, dan kerupuk ampas tahu (Hikmah *et al.*, 2019). Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995 menetapkan berbagai parameter dan baku mutu limbah cair yang dilepaskan ke lingkungan. Limbah cair dari produksi tahu memiliki karakteristik tertentu yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Limbah cair tahu memiliki pH yang rendah, berkisar antara 4-5. Ini menunjukkan sifat asam dari limbah tersebut, yang dapat merusak ekosistem air jika dilepaskan tanpa pengolahan. Limbah ini kaya akan protein, lipid, dan karbohidrat. Bila limbah cair tahu dimanfaatkan, limbah ini dapat membantu menurunkan tingkat pencemaran lingkungan. Pemanfaatan limbah cair tahu yang bisa dilakukan adalah dengan menjadikannya produk olahan pangan menjadi nata. Pencemaran limbah cair tahu membuat lingkungan perairan menjadi bau dan kotor, sehingga perlu mengolahnya dengan cara yang ramah lingkungan.

Menurut Widiyanti *et al.* (2018), nata merupakan produk fermentasi dari larutan gula tinggi menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*. Bakteri yang menghasilkan enzim untuk mengubah gula menjadi selulosa dalam media fermentasi adalah genus *Acetobacter*, salah satu spesiesnya *Acetobacter xylinum*. Bakteri ini memproduksi selulosa mikroba, yang dikenal sebagai nata. Sekelompok sel bakteri yang membentuk kapsul bergabung untuk menghasilkan nata, lapisan polisakarida ekstraseluler (selulosa). Lapisan ini mengapung di permukaan cairan, berwarna putih, dan memiliki tekstur kenyal seperti gel (nata tidak akan berkembang di dalam cairan). Menurut Gayathry (2015) dalam Elfiana *et al.* (2018) menyatakan bahwa bakteri *Acetobacter xylinum* menghasilkan jutaan biomassa yang tumbuh dengan memunculkan padatan putih menjadi transparan dalam jumlah massa sekitar 250 g/L berat basah selulosa. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 1996, karakteristik nata yang harus diperhatikan adalah aroma, rasa, warna, dan tekstur.

Bunga telang (*Clitoria ternatea*) merupakan salah satu bunga yang hanya satu warna pada kelopakinya (Budiasih, 2017). Dalam bahasa Inggris, bunga telang dikenal sebagai *butterfly pea*. Nama ini menggambarkan bentuk bunga yang menyerupai sayap kupu-kupu (Angriani, 2019). Bunga telang memiliki sifat antioksidan yang kuat, membantu melawan radikal bebas dan memberikan perlindungan tambahan pada sel-sel tubuh. Salah satu bagian bunga telang yaitu kuntum bunga, yang bisa diolah untuk dikonsumsi (Pham *et al.*, 2019). Penelitian Andriani *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa ekstrak bunga telang memiliki aktivitas antioksidan sebesar 41,36 g/mL. Bunga telang aman dikonsumsi serta mudah tumbuh di Indonesia. Warna biru yang dihasilkan oleh antosianin pada bunga telang merupakan salah satu pigmen alami yang berpotensi untuk digunakan sebagai pewarna alami. Pemanfaatan bunga telang menjadi bahan pangan dilakukan dalam produksi yoghurt susu kambing (Dewi *et al.*, 2019), pewarna minuman ringan alami (Unawahi *et al.*, 2022), pewarna es lilin ((Hartono *et al.*, 2013), dan pewarna minuman serbuk (Marpaung & Kartawiria 2020). Berdasarkan penelitian Adrikayana *et al.* (2018) penambahan ekstrak bunga telang 20% pada pudding memiliki karakteristik tekstur 18,22 gf, intensitas warna merah (a) 12,57, kadar air 33,56%, kadar antosianin 2,31 ppm, aktivitas antioksidan (% RSA DPPH) 39,41%, serta skor organolepti warna 3,75 (suka), tekstur (3,60/suka), dan rasa (3,70/suka).

## METODOLOGI

Tempat penelitian adalah Laboratorium Bioteknologi Filnata, Mapagan, Lerep, Kecamatan Ungaran Barat, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah dan Laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL), dengan lima kelompok perlakuan.

K0 = Kelompok kontrol, yaitu air limbah tahu 100% + ekstrak bunga telang 5%,

K1 = Kelompok kontrol, yaitu air kelapa 100% + ekstrak bunga telang 5%,

P1 = Kelompok dengan perlakuan 80% air limbah tahu + 20% air kelapa + ekstrak bunga telang 5%,

P2 = Kelompok dengan perlakuan 70% air limbah tahu + 30% air kelapa + ekstrak bunga telang 5%,

P3 = Kelompok dengan perlakuan 60% air limbah tahu + 40% air kelapa + ekstrak bunga telang 5%.

Setiap perlakuan ada pengulangan sebanyak 5 kali dengan lama fermentasi 7 hari.

Bunga telang kering diekstraksi dengan metode maserasi air (Purwaniati *et al.*, 2020). Bunga telang yang sudah kering ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam wadah. Kemudian diekstraksi dengan menggunakan perbandingan 1:2, yaitu menyeduh bunga telang dengan air panas. Bunga

telang dibiarkan terendam selama 30 menit hingga air berubah warna menjadi biru. Selanjutnya disaring, dan ampasnya dibuang. Hasil ekstraksi disimpan dalam botol gelap karena cahaya dapat mengoksidasi antosianin dengan cepat.

Disiapkan air kelapa, limbah cair tahu, 5% gula pasir (b/v), dan 0,5% ZA (b/v). Air kelapa disaring terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam panci dan direbus. Ditambahkan gula pasir, sebelum air kelapa mendidih. Ekstrak bunga telang dimasukkan sebanyak 5% (b/v). Setelah itu kompor dimatikan, ZA dimasukkan dan diaduk hingga homogen. Larutan didinginkan sampai suam-suam kuku. Setelah itu larutan dituang ke dalam nampan plastik tutup dengan koran yang telah disetrika dan diikat dengan karet elastis, dan diinkubasi selama semalam. Keesokan harinya diinokulasi dengan 100ml starter bakteri *Acetobacter xylinum* kemudian ditutup kembali dengan kertas koran. Dilakukan fermentasi selama 7 hari pada suhu kamar tanpa digoncang.

Pemanenan dilakukan setelah fermentasi 7 hari, lembaran nata dicuci dengan air mengalir hingga bersih. Lembaran nata yang sudah bersih selanjutnya dipotong-potong berbentuk dadu, dan direndam di dalam air kemudian sampai 3 kali untuk menghilangkan bau asam. Selanjutnya ditambah larutan gula putih 3%, kemudian direbus bersama potongan nata selama 10 menit dan masukkan ke dalam gelas.

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap produk penelitian berdasarkan empat parameter (warna, aroma, rasa, tekstur). Pengecekan keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada sampel produk menggunakan media selektif yaitu *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) dengan pengenceran bertingkat  $10^{-2}$  dan  $10^{-3}$  untuk melihat higienitas produk penelitian yang dihasilkan, serta uji aktivitas antioksidan di Laboratorium Teknologi Pangan Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Organoleptik

Uji organoleptik adalah metode evaluasi yang melibatkan penciuman, penglihatan, dan pengecap makanan. Uji organoleptik menggunakan organ indera manusia sebagai subjek uji. Pengujian organoleptik nata penelitian terhadap aroma, warna, tekstur, dan rasa dilakukan sebanyak 30 orang panelis. Panelis yang digunakan adalah panelis semi terlatih. Hasil uji organoleptik pada warna, aroma, rasa, dan tekstur, ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil rerata uji organoleptik**

Parameter	K0	K1	P1	P2	P3
Warna	2,93	3,20	3,16	3,23	3,20
Aroma	2,66	2,96	3,13	3,26	2,46
Rasa	2,73	3,23	3,00	3,53	2,53
Tekstur	2,80	3,23	3,23	3,86	3,00

Warna merupakan visualiasi produk yang akan tampak lebih dahulu daripada parameter lain. Warna menjadi salah satu penentu dalam penilaian produk. Berdasarkan penilaian yang dilakukan panelis bahwa semua perlakuan tidak terdapat perbedaan yang nyata. Warna yang dihasilkan pada perbandingan konsentrasi air limbah tahu dan air kelapa dengan suplementasi ekstrak bunga telang menghasilkan warna yang tidak terlalu berbeda antar masing-masing nata dikarenakan konsentrasi ekstrak yang sama. Hal ini disebabkan bunga telang memiliki kandungan antosianin yang menghasilkan warna biru sedangkan warna umum nata de soya berwarna putih tulang. Nadiyah *et al.* (2005) mengungkapkan bahwa perubahan warna nata juga disebabkan oleh media yang digunakan. Warna nata yang dihasilkan berwarna biru karena pigmen dalam bunga telang akan terikat dalam jaringan selulosa yang terbentuk selama fermentasi, Penambahan ekstrak bunga telang akan menyebabkan warna nata akan semakin pekat. Senyawa antosianin yang memiliki rumus molekul  $C_{15}H_{11}O$ . Kandungan antosianin yang tinggi pada bunga telang akan mempengaruhi nata dalam segi fisik atau penampilan. Warna biru pada nata yang terbentuk dalam penelitian ini disebabkan oleh penambahan ekstrak bunga telang. Secara umum, nata biasanya memiliki warna agak kekuning-kuningan, sehingga bahan baku yang digunakan mempengaruhi warna akhir nata. Menurut Tamimi *et al.* (2015), produk nata de soya yang menggunakan warna asli tanpa tambahan

pewarna apapun akan menghasilkan warna putih kekuning-kuningan hingga agak putih, karena warna asli air tahu yang cenderung kekuning-kuningan.

Aroma menjadi pertimbangan saat menilai kualitas produk karena memiliki dampak signifikan terhadap preferensi konsumen. Menurut Nida (2011) aroma akan merangsang indera pembau yang nantinya meningkatkan selera. Parameter aroma pada penilaian sangat dibutuhkan karena memberikan pandangan terkait pilihan yang dipilih. Penilaian panelis pada parameter aroma menunjukkan diantara semua perlakuan terdapat perbedaan nyata, yang artinya K0, K1, P1, P2, P3 membentuk nata dengan aroma yang berbeda. Aroma yang paling disukai adalah P2 (3,26) dan aroma yang tidak disukai adalah P3 (2,46). Aroma yang dihasilkan oleh nata dengan perbandingan konsentrasi substrat dipengaruhi oleh aroma yang dimiliki limbah cair tahu dan air kelapa. Nata memiliki aroma asam juga memiliki rasa yang semakin asam, hal ini menunjukkan bahwa aroma berbanding lurus dengan rasa nata (Haryatni, 2002). Ketika bakteri *Acetobacter xylinum* aktif selama fermentasi akan menghasilkan molekul asam sebagai produk sampingan, yang memberikan aroma asam pada nata (Putri *et al.*, 2021). Selain itu, masih adanya asam asetat yang masuk ke dalam nata mengakibatkan adanya aroma asam. Meskipun terdapat variasi tingkat keasaman, hampir semua produk nata memiliki aroma asam berdasarkan perbandingan air limbah tahu dan air kelapa yang digunakan. Ketika bakteri aktif selama fermentasi akan menghasilkan molekul asam sebagai produk sampingan, yang memberikan aroma asam pada nata. Oleh karena itu, secepatnya dilakukan perendaman dengan air bersih (Safitri, 2016). Saragih (2004) menyatakan bahwa setelah nata dipanen, nata segera direndam dalam air tawar dan harus diganti secara teratur sampai bau asam hilang sebelum direbus.

Parameter utama yang menentukan suatu produk untuk diterima oleh konsumen adalah rasa. Banyak faktor yang mempengaruhi rasa seperti konsentrasi, suhu, dan senyawa kimia. Hampir semua produk nata memiliki rasa yang sebanding berdasarkan kriteria tersebut. Nata terasa asam dikarenakan adanya proses fermentasi mengubah gula menjadi asam asetat, menyebabkan pH turun dan memberikan rasa asam (Putri *et al.*, 2021). Penyajian produk nata dalam penelitian ini dilakukan dengan penambahan gula putih 3% yang sama pada setiap perlakuan. Air gula yang diformulasikan serupa direbus bersama nata selama 10 menit agar sirup terserap ke dalam nata, memberikan rasa manis saat dikonsumsi. Fifendy dan Annisah (2012) menyatakan bahwa umumnya nata memiliki rasa asam sebelum ditambahkan pemanis. Perbedaan rasa pada produk nata disebabkan oleh variasi ukuran potongan nata, di mana nata berukuran besar sulit menyerap air hingga ke dalam sel-sel nata, sehingga rasanya cenderung asam. Ketika dimasak dengan penambahan air gula yang sama, potongan nata yang lebih besar cenderung hambar, sementara yang lebih kecil terasa sedikit manis. Hasil uji organoleptik yang dilakukan oleh panelis dengan kategori warna, diketahui bahwa pada perbandingan air limbah tahu dan air kelapa yang paling disukai yaitu P2 dengan rata-rata jumlah skor 3,53 dan yang tidak disukai adalah P3 dengan rata-rata jumlah skor 2,53.

Tekstur sebuah produk adalah salah satu sifat fisik yang memengaruhi cita rasa. Nilai tekstur dipengaruhi oleh kadar air. Sesuai pernyataan Rahman (2004) bahwa struktur kimia dan fisik merupakan efek dari susunan air yang terserap dan berpengaruh besar terhadap tekstur. Nilai tekstur dipengaruhi oleh kandungan air pada produk pangan. Selain kadar air, penambahan gula dan ZA dalam jumlah yang menyimpang juga akan mempengaruhi tekstur nata. Penambahan gula dan ZA dalam jumlah yang diinginkan bertujuan untuk mencapai rasio karbon dan nitrogen dalam cairan media (Hardianti *et al.*, 2019). Bila rasio menyimpang dari jumlah yang diinginkan maka tekstur nata akan cenderung sulit digigit ataupun mudah hancur selain itu juga berakibat tersisanya cairan pada saat nata di panen (Pambayun, 2002).

Menurut Susanto *et al.* (2000) kekenyalan nata dipengaruhi oleh banyak sedikitnya serat. Semakin banyak kandungan seratnya semakin kenyal tekstur nata yang dihasilkan. Sesuai dengan pernyataan Amiarsi *et al.* (2015) bahwa nata kenyal karena memiliki serat yang tinggi serta susunan serat yang rapat. Tekstur nata dipengaruhi oleh jaringan selulosa yang terbentuk. Asupan nutrisi yang memadai akan meningkatkan produksi jaringan selulosa. Semakin banyak jaringan selulosa yang terbentuk, semakin berkurang kemampuannya dalam mengikat air, sehingga tekstur nata menjadi lebih kenyal (Harjanti, 2016). Menurut Elga *et al.* (2014), kadar selulosa total berhubungan dengan kandungan serat, di mana serat memiliki struktur yang rapat dan saling berikatan. Jika lapisan selulosa semakin rapat, berarti sampel memiliki serat yang banyak dan teksturnya semakin kenyal. Hampir semua nata yang dihasilkan dari berbagai bahan baku memiliki tingkat kekenyalan yang

baik. Berdasarkan Putriana dan Aminah (2013), tekstur nata yang baik adalah kenyal, padat, dan tidak keras.

Penilaian panelis pada parameter tekstur menunjukkan diantara semua perlakuan terdapat perbedaan nyata, yang artinya K0, K1, P1, P2, P3 membentuk nata dengan tekstur yang berbeda. Aroma yang paling disukai adalah P2 (3,86) dan aroma yang tidak disukai adalah K0 (2,80). Nata yang dibuat dengan bahan baku untuk substrat yaitu 100% air kelapa dan 100% limbah air tahu berfungsi sebagai kontrol dan memiliki kekenyalan yang agak kenyal. Sementara itu, P1, P2, P3 menunjukkan tekstur yang lebih kenyal. Perlakuan penelitian yang memiliki tekstur paling disukai panelis yaitu P2 dengan nilai rata-rata 3,86. Perbandingan air limbah tahu dan air kelapa (70:30) yang dipakai mengakibatkan tingginya penilaian pada tekstur nata. Adanya air limbah tahu yang menjadi sumber nitrogen mempengaruhi tekstur nata yang dihasilkan. Peningkatan pertumbuhan dan kegiatan bakteri *Acetobacter xylinum* akan semakin tinggi jika jumlah unsur nitrogen semakin banyak dalam media, selulosa yang dibentuk akan bertambah tinggi dan bertambah tebal serta kompak karena terjadi peningkatan pertumbuhan dan kegiatan bakteri *Acetobacter xylinum* (Kuncara, 2017). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa nata akan memiliki tekstur kekenyalan yang optimal jika faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi dipenuhi dengan baik.

#### Uji Keberadaan Bakteri *Escherichia coli*

Media EMBA merupakan media selektif dan diferensial yang digunakan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri gram negatif, terutama dari kelompok Enterobacteriaceae, seperti *Escherichia coli* (Ema *et al.*, 2022). Setelah proses inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C, tidak ada koloni *Escherichia coli* yang terlihat tumbuh pada media EMBA, sebagaimana ditunjukkan oleh gambar yang dilampirkan. Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kelima sampel tersebut negatif, artinya tidak ditemukan pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* pada media EMBA. Jika pada media terdapat *Escherichia coli* akan tampak berwarna hijau metalik. *Escherichia coli* merupakan bakteri koliform dalam famili *Enterobacteriaceae* (bakteri yang dapat hidup dan berkembang dalam saluran pencernaan) (Rahayu *et al.*, 2018). Menurut Kartikasari *et al.* (2019) *Escherichia coli* dianggap sebagai spesies bakteri koliform yang merupakan indikator terbaik pencemaran tinja dan kemungkinan keberadaan patogen.

**Tabel 2. Keberadaan bakteri *Escherichia coli* pada sampel**

No	Perlakuan	Hasil
1.	K0 10 <sup>-2</sup>	Negatif
2.	K0 10 <sup>-2</sup>	Negatif
3.	K110 <sup>-2</sup>	Negatif
4.	K110 <sup>-3</sup>	Negatif
5.	P1 10 <sup>-2</sup>	Negatif
6.	P1 10 <sup>-3</sup>	Negatif
7.	P2 10 <sup>-2</sup>	Negatif
8.	P2 10 <sup>-3</sup>	Negatif
9.	P3 10 <sup>-2</sup>	Negatif

Berdasarkan Permenkes Kepmenkes 1204/Menkes/SK/X/2004, angka kuman *Escherichia coli* harus 0/g sampel makanan jadi, harus 0/100 ml sampel minuman. Selain itu, sesuai Permenkes RI No.1096/MENKES/PER/VI/2011 tentang syarat pemeriksaan laboratorium, angka bakteri *Escherichia coli* pada sampel makanan, minuman, dan alat makan harus 0 (negatif). Jika dibandingkan dengan hasil uji sampel, diketahui bahwa semua sampel nata yang diuji memenuhi syarat baku mutu yang ditentukan (Tabel 2), sehingga semua sampel tersebut aman untuk dikonsumsi. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kualitas bahan baku yang digunakan dalam pembuatan nata yang sudah baik, serta proses produksi yang lebih steril dengan penggunaan peralatan yang terjamin kebersihannya. Ada berbagai faktor lain yang dapat memengaruhi hasil penelitian ini. Faktor fisik seperti medium, kelembaban, pH, dan temperatur juga sangat berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh. Penggunaan medium sudah sangat baik dengan waktu pengujian 24 jam (Oki, 2016). Kondisi pH medium juga sudah disesuaikan dengan ketentuan, dengan suhu di dalam inkubator yang telah diatur pada temperatur optimal untuk pertumbuhan

*Escherichia coli*, yaitu 37°C. Oleh karena itu, faktor-faktor fisik pertumbuhan ini telah sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

### Uji Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan tertinggi adalah 6,896% pada K1 dan 5,593% pada P2 (Tabel 3). Perbedaan kadar air dan pH pada bunga telang dapat menjadi penyebabnya. Karena kandungan air dalam suatu bahan lebih banyak dibandingkan dengan kandungan senyawa antioksidannya, maka bahan dengan kandungan air yang tinggi akan memiliki nilai yang lebih rendah pada bahan kimia antioksidannya. Jika kadar air bahan diturunkan, maka aktivitas antioksidannya akan meningkat (Rahmawati, 2017). Berkurangnya aktivitas antioksidan juga dapat diakibatkan oleh teroksidasinya molekul flavonoid akibat kadar air yang tinggi.

**Tabel 3. Aktivitas antioksidan**

No	Perlakuan	Aktivitas antioksidan (% discoloration)
1.	K1	6,896 ± 1,074
2.	P2	5,593 ± 0,402

Menurut Rahmawati dalam Wirani (2017), aktivitas antioksidan suatu bahan akan semakin kuat apabila kandungan air bahan dikurangi. Ini karena senyawa antioksidan akan lebih terkonsentrasi dan lebih efektif dalam kondisi kadar air rendah. Kadar air tinggi dapat menyebabkan oksidasi senyawa flavonoid, yang merupakan komponen utama antioksidan dalam bunga telang. Oksidasi ini mengurangi aktivitas antioksidan secara keseluruhan. Tingginya aktivitas antioksidan pada bunga telang disebabkan oleh kandungan zat bioaktif, khususnya antosianin yang memberikan warna biru pada bunga tersebut. Menurut Suebkampet dan Soothibandhu (2012), senyawa fenolik memiliki aktivitas antioksidan yang kuat karena kemampuannya dalam menangkal radikal bebas dan memutus rantai radikal bebas. Penelitian Marpaung (2012) menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan ekstrak bunga telang dipengaruhi oleh nilai pH ekstraknya. Nilai pH memiliki pengaruh besar dalam menentukan warna dan aktivitas antioksidan ekstrak (Kungsuwan *et al.*, 2017). Semakin rendah nilai pH, semakin tinggi aktivitas antioksidan, karena pH rendah berarti lebih banyak ion hidrogen yang tersedia.

Aktivitas antioksidan pada senyawa antosianin dipengaruhi oleh jumlah hidroksil bebas yang ada di sekitar cincin piron. Semakin banyak hidroksil bebas, semakin tinggi aktivitas antioksidannya (Miguel, 2011). Ukuran partikel juga memengaruhi aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Menurut Sembiring dan Suhirman (2014), ukuran partikel yang lebih kecil meningkatkan rendemen ekstrak karena memperbesar kontak antara pelarut dan bahan, sehingga lebih banyak zat aktif yang terekstrak. Sebaliknya, ukuran partikel yang terlalu besar menyulitkan pelarut untuk menembus dinding sel dan menarik zat aktif. Lama waktu ekstraksi juga mempengaruhi hasil senyawa fenolik. Waktu ekstraksi yang terlalu singkat mengakibatkan senyawa fenolik yang diperoleh tidak optimal karena kontak antara bahan dan pelarut yang terbatas. Sebaliknya, semakin lama waktu ekstraksi semakin banyak senyawa yang terekstrak hingga mencapai titik jenuh larutannya (Asworo dan Widwastuti, 2023).

Antioksidan secara alami terdapat di hampir semua bagian tumbuhan untuk melindungi terhadap oksidasi. Bunga, sebagai salah satu bagian yang kaya akan antioksidan alami seperti asam fenolik, flavonoid, antosianin, dan senyawa fenolik lainnya, memiliki aktivitas antioksidan. Bunga telang, khususnya, mengandung senyawa antosianin yang memberikan warna biru dan termasuk dalam kelompok senyawa fenolik (Escher *et al.*, 2020). Senyawa fenolik ini memiliki aktivitas antioksidan yang kuat karena kemampuannya dalam menangkap radikal bebas dan memutus rantai radikal bebas. Senyawa antioksidan sering dimanfaatkan untuk melindungi tubuh dari risiko penyakit yang disebabkan oleh radikal bebas, seperti kanker dan penyakit jantung koroner, serta untuk mencegah kerusakan oksidatif pada lipid dan LDL (Zingare *et al.*, 2013).

### KESIMPULAN

Komposisi terbaik didapatkan pada substrat air limbah tahu dan air kelapa dengan penambahan ekstrak bunga telang 5% terhadap penilaian kesukaan dari organoleptik warna, aroma, rasa, dan tekstur adalah formulasi P2 (air limbah tahu 70% + air kelapa 30%) dengan nilai warna 3,23, aroma

3,26, rasa 3,53, dan tekstur 3,86. Nilai aktivitas antioksidan tertinggi pada 6,896% pada K1 (air kelapa 100%) sedangkan untuk P2 (air limbah tahu 70% + air kelapa 30%) memiliki nilai aktivitas antioksidan 5,593%. Sampel K0, K1, P1, P2, P3 pada pengeceran  $10^{-3}$  dan  $10^{-2}$  tidak ditemukan koloni dan sel bakteri *Escherichia coli* pada semua sampel.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adrikayana, E. S., Pratiwi, E., Putri, A. S. (2018) Pengaruh penambahan konsentrasi ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) terhadap sifat fisik, kimia, dan sensori pada pudding bunga telang. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*.
- Amiarsi, D., Arif, A. B., Budiyanto, A., & Diyono, W. (2015). Pengaruh konsentrasi sukrosa dan amonium sulfat terhadap kualitas nata. *Jurnal Teknologi Pangan*, 24(1), 101-108.
- Andriani, Disa & Mustisiwi. 2020. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 70% Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) dari Daerah Sleman dengan Metode DPPH. *Jurnal Farmasi Indonesia* 17(1), 70-76.
- Angriani, L. (2019). The potential of extract butterfly pea flower (*Clitoria ternatea* L.) as a local natural dye for various food industry. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 2(1), 32-37.
- Asworo, R.Y., & Widwastuti, H. (2023). Pengaruh Ukuran Serbuk Simplisia dan Waktu Maserasi terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Sirsak. *Indonesian Journal of Pharmaceutical (e-Journal)*, 3(2), 256-263
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistika Hortikultura 2022: Katalog 5204003*. Jakarta: BPS RI. ISSN: 2745-679X.
- Budiasih, K. S. (2017). Kajian potensi farmakologis bunga telang (*Clitoria ternatea*). di dalam: sinergi penelitian dan pembelajaran untuk mendukung pengembangan literasi kimia pada era global. *Prosiding Seminar Nasional Kimia. Ruang Seminar FMIPA UNY*, 201-206.
- Dewi, A. Puspita, Setyawardani, Triana & Sumarmono. (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
- Elga, M., Yulianti, P., & Salafudi. (2014). Fermentasi sampah buah nenas menggunakan sistem kontinu dengan bantuan bakteri *Acetobacter xylinum*. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*, 1(2), 1-11.
- Elfiana, T. N., Fitria, A. N. I., Sedyadi, E., Prabawati, S. Y., & Nugraha, I. (2018). Degradation Study of Biodegradable Plastic Using Nata De Coco as A Filler. *Biomedich*, 7(2), 33-38.
- Ema, F. A., Shanta, R. N., Rahman, Md. Z., Islam, Md. A., & Khatun, M. M. (2022). Isolation, identification, and antibiogram studies of *Escherichia coli* from ready-to-eat foods in Mymensingh, Bangladesh. *Veterinary World*, 15.
- Escher, G. B., Wen, M., Zhang, L., Rosso, N. D., & Granato, D. (2020). Phenolic composition by UHPLC-Q-TOF-MS/MS and stability of anthocyanins from *Clitoria ternatea* L. (butterfly pea) blue petals. *Food chemistry*, 331, 127341.
- Fifendy, M., & Annisah, N. (2012). Kualitas nata de citrullus menggunakan berbagai macam starter. *Jurnal Sainstek*. (4)2, 158-164.
- Gayathry. (2015). Production of Nata de Coco -a Natural Dietary Fibre Product from Mature Coconut Water using *Gluconacetobacter xylinum* (sju-1). *International Journal of Food and Fermentation Technology*, 5(2), 231-235
- Hardianti, B. D., Wahyudiati, D., & Syukri. (2019). Pengaruh penambahan jenis gula terhadap berat dan tebal nata de soya. *Sainstech Innovation Journal*, 2(1), 12-18.
- Hartono, M. A., Purwijantiningsih, L. M. E., & Pranata, S. (2013). Pemanfaatan ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai pewarna alami es lilin. *Jurnal Biology, Universitas Atma Jaya. Yogyakarta*, 1- 15.
- Haryatni, T. (2002). Mempelajari Pengaruh Komposisi Bahan Terhadap Mutu Fisik dan Stabilitas Warna Nata de Coco. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hikmah, S. F., Rahman, A., Kholiq, I. N., & Andriani, Z. Z. D. (2019). Teknologi pengolahan limbah industri tahu sebagai upaya pengembangan usaha kecil menengah (UKM) di Kecamatan Gambiran Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Istiqro*, 5(1), 53-71.

- Kartikasari, A. M., Hamid, I. S., Purnama, M. T. E., Damayanti, R., Fikri, F., & Praja, R. N. (2019). Isolasi dan identifikasi bakteri *escherichia coli* kontaminan pada daging ayam broiler di rumah potong ayam Kabupaten Lamongan. *Jurnal Medik Veteriner*, 2(1), 66-71.
- Kuncara, Y. A. D. (2017). Pengaruh penggunaan filtrat kecambah kacang kedelai sebagai sumber nitrogen terhadap karakteristik nata de soya berbahan dasar limbah tahu. *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Kungsuwan, K., Kanjana, S., Somchai, P., & Niramom, Utama-ang. (2017). Effects of PH and Anthocyanin Concentration on Color and Antioxidant Activity of *Clitoria ternatea* Extract. *Food and Applied Bioscience Journal*, 2(1), 31-46.
- Marpaung, A. M. (2012). Optimasi Proses Ekstraksi Antosianin Pada Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) dengan Metode Permukaan Tanggap. *Tesis*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Marpaung, A. M. & Kartawiria, I. S. (2020). The Development on Butterfly pea (*Clitoria ternatea*) Flower Powder Drink by Co-crystalization. *Indonesian Food Science and Technology Journal*, 3(2), 34-37
- Miguel, M. G. (2011). Antioxidant activity of medicinal and aromatic plants. *A Review. Flavour and Fragrance Journal*, 26(5), 305–317.
- Nadiyah, N. (2005). Produksi Nata de Coco dengan Variasi Sumber Karbohidrat dan Pengaruhnya terhadap Kualitas Nata. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), 45-52.
- Nida, K. (2011). Faktor-faktor Yang Berhubungan dengan Sisa Makanan Pasien Rawat Inap Di Rumah Sakit Jiwa Sambang Lihum. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Husada Borneo Banjarbaru.
- Oki, A. (2016). Higiene Dan Sanitasi Makanan Dengan Uji Keberadaan Bakteri *E.Coli* Di Kantin Universitas Islam Indonesia. *Journal Teknik Lingkungan*.
- Pambayun, R. (2002). *Teknologi Pengolahan Nata de Coco*. Kanisius: Yogyakarta.
- Pham, T. N., Lam, T. D., Nguyen, M. T., Le, X. T., Vo, D-V, N., Toan, T. Q., Vo, T. S. 2019. Effect of various factors on extraction efficiency of total anthocyanins from Butterfly pea (*Clitoria ternatea* L. Flowers) in Southern Vietnam. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 544(012013), 1-5.
- Purwaniati, Arif, A. R., & Yuliantini, A. (2020). Analisis Kadar Antosianin Total Pada Sediaan Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) Dengan Metode pH Diferensial Menggunakan Spektrofotometri Visible. *Jurnal Farmagazine*, 7(1), 18-23.
- Putriana, I., & Aminah, S. (2013). Mutu fisik, kadar serat dan sifat organoleptik nata de cassava berdasarkan lama fermentasi. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 4(07), 29-38.
- Putri, S. N. Y., Syaharani, W. F., Utami, C. V. B., Safitri, D. R., Arum, Z. N., Prihastari, Z. S., & Sari, A. R. (2021). Influence of Microorganisms, Raw Materials and Incubation Time On Nata Characters: Review. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(1), 62-74.
- Rahayu, W. P (2018). *Escherichia coli: patogenitas, Analisis dan Kajian Risiko*. Bogor: IPB Press.
- Rahman, M. S. (2004). Food texture: a complex phenomenon.
- Rahmawati, N. A., Haryati, S., & Munandar, A. (2017). Karakteristik Nata De Seaweed dengan konsentrasi bakteri *Acetobacter xylinum*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 7(2), 112- 124.
- Safitri, M. A. (2016). Pembuatan Nata de Cassava dari Singkong (Manihot Utilissima Pohl) untuk Skala Industri Rumahan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*.
- Saragih. (2004). *Membuat Nata de Coco*. Jakarta: Puspa Swara.
- Sembiring, B. B., & Suhirman, S. (2014). Pengaruh Cara Pengeringan dan Teknik Ekstraksi Terhadap Kualitas Simplisia dan Ekstrak Meniran. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung*, 509–513
- Suebkhampet, A., & Sothibandhu, P. (2012). Effect Of Using Aqueous Crude Extract From Butterfly Pea Flowers (*Clitoria ternatea*) As A Dye On Animal Blood Smear Staining. *J. Sci. Technol*, 19(1), 15-19.
- Susanto, R. K. (2000). Pengaruh Penambahan Gula dan Amonium Sulfat terhadap Kualitas Nata de Coco. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(1), 45-52.
- Tamimi, A., Sumardi, H. S., & Yusuf, H. (2015). Pengaruh penambahan sukrosa dan urea terhadap karakteristik nata de soya asam jeruk nipis. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 3(1), 1-10.

- Unawahi, S., Widyasanti, A., & Rahimah, S. (2022). Pemanfaatan ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* Linn) sebagai pewarna alami pada minuman bersoda. *Agrointek*, *16*(2), 256-263.
- Widiyanti, N. L. P. M., Mulyadiharja, S., Sukarta, I. N., & Pradnyandari, N. W. I. (2018). The effect of addition sucrose concentrations toward weight of nata de lontar (*Borassus flabellifer*) Linn. *Journal of Physics: Conference Series*, *1040*(1), 012006.
- Zingare, M. L. (2013). *Clitoria ternatea* (aparajita): a review of the antioxidant, antidiabetic and hepatoprotective potentials, *IJPBS*, *3*(1), 203–213.