



Pemanfaatan Limbah Berbasis Protein *Whey* Tahu sebagai Sumber Nitrogen pada Produksi *Nata De Cilla*

Afriliani Puja Wati¹, Deivy Andhika Permata^{1*}, Santosa¹

¹ Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Indonesia

ABSTRAK

Nata merupakan produk pangan fermentasi yang memerlukan nitrogen dalam proses pembentukannya. Salah satu sumber nitrogen yang dapat digunakan yaitu limbah *whey* tahu. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penggunaan limbah *whey* tahu sebagai sumber nitrogen dalam pembuatan *Nata de Cilla*, mendapatkan konsentrasi yang tepat untuk menghasilkan penggunaan limbah *whey* tahu sebagai sumber nitrogen produksi *Nata de Cilla*, dan menganalisa besarnya nilai tambah yang diperoleh dengan memproduksi *nata* dari kulit semangka menggunakan sumber nitrogen limbah *whey* tahu. Penelitian ini menggunakan model Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Jika hasil menunjukkan pengaruh dari perlakuan yang diberikan maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5 %. Penambahan limbah *whey* tahu pada pembuatan *Nata de Cilla* berpengaruh nyata terhadap sifat fisik yaitu nilai pH, ketebalan dan rendemen; sifat kimia yang meliputi kadar air dan kadar serat dan sensori rasa dan tekstur *Nata de Cilla*. Namun tidak berpengaruh nyata terhadap sensori warna dan aroma *Nata de Cilla*. Penambahan terbaik limbah *whey* adalah pada perlakuan D (penambahan *whey* 200 ml). Nilai tambah pada pembuatan *Nata de Cilla* berbahan dasar kulit semangka untuk satu kali proses produksi adalah sebesar Rp 14.150/kg kulit semangka dengan rasio nilai tambah sebesar 52,4 %.

KATA KUNCI

Nata; Nilai Tambah; Nitrogen; Semangka; *Whey* Tahu

PENULIS KORESPONDEN

Alamat e-mail penulis koresponden: deivyandhikapermata@ae.unand.ac.id

1. Pendahuluan

Agroindustri merupakan industri yang memanfaatkan bahan baku hasil pertanian untuk diolah menjadi produk yang memiliki nilai tambah. Di samping menghasilkan produk juga menghasilkan limbah dalam aktivitas yang dijalankannya. Salah satu agroindustri yang menghasilkan limbah yaitu industri tahu [1]. Limbah cair merupakan jenis limbah yang paling banyak dihasilkan dari pengolahan industri tahu, karena dalam proses produksi tahu memerlukan air dalam jumlah yang banyak. Limbah cair tahu masih mengandung protein terlarut, glukosa, Ca, Na, Cu, Fe serta berbagai mineral lainnya yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme [2]. Menurut Nio (1992) dalam 100 g limbah cair tahu mengandung 2,7 g lemak, 0,5 g karbohidrat, 1,9 g mineral, 4,3 g kalsium, 19 mg fosfor, dan 29 mg besi Limbah cair tahu mengandung nitrogen sebesar 1,36 %, gula reduksi sebesar 1,40%, dan pH 5,0 [3].

Kandungan unsur nitrogen yang cukup tinggi dalam limbah cair tahu sangat potensial sebagai substrat untuk pertumbuhan dan perkembangan *Acetobacter xylinum* sebagai bakteri penghasil selulosa dalam produksi *nata*. Sumber nitrogen yang digunakan dalam pembuatan *nata* biasanya berupa bahan anorganik yaitu urea atau ZA. Urea terbuat dari gas amoniak dan asam arang yang memiliki kandungan N sebanyak 46%, sedangkan ZA mengandung unsur N sebanyak 20-21%. Namun, penggunaan pupuk ZA dalam pembuatan *nata* tidak memenuhi standar pangan karena ZA tersebut lebih dikhususkan untuk pupuk tanaman, selain itu ZA merupakan sumber nitrogen yang bukan berasal dari bahan alami [4].

Pada Maret 2015, terdapat kasus mengenai penggunaan pupuk ZA pada produk *nata de coco* yang terjadi di Sleman, Yogyakarta. Berdasarkan kasus tersebut, Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) untuk menganjurkan masyarakat untuk lebih berhati-hati dalam mengonsumsi produk *nata de coco* [5]. Oleh karena itu, diperlukan sumber nitrogen dalam pembuatan *nata* yang bersifat alami dan lebih aman untuk dikonsumsi bagi kesehatan tubuh manusia.



Menurut [6], perlakuan terbaik penambahan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen pada pembuatan *nata de coco* yaitu terdapat pada konsentrasi 200 ml dengan rata-rata ketebalan 0,90 cm, berat basah 258,3 g; dan rendemen 25%, sedangkan berdasarkan penilaian hedonik produk yang disukai panelis yaitu pada konsentrasi limbah cair tahu 100 ml. Berdasarkan perlakuan pada penelitian tersebut, di jelaskan bahwa semakin besar konsentrasi limbah cair tahu maka semakin besar pula nilai ketebalan, berat basah dan rendemen *nata* yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian [7], dihasilkan bahwa penggunaan sumber nitrogen organik yaitu berupa limbah cair tahu pada media produksi *nata de coco* lebih baik untuk membentuk lapisan selulosa dibandingkan sumber nitrogen organik (ZA).

Di samping limbah *whey* tahu sebagai sumber nitrogen, limbah pertanian yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pada produksi *nata* yaitu kulit semangka. Kulit semangka mengandung gula yang juga dibutuhkan untuk pertumbuhan *Acetobacter xylinum*. Di samping itu kulit semangka juga mengandung *betakaroten* dan *likopen* yang dibutuhkan untuk kesehatan [8]. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penggunaan limbah cair tahu sebagai sumber nitrogen, mendapatkan konsentrasi yang tepat pada serta menganalisis nilai tambah pada produksi *Nata de Cilla*.

2. Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kompor, panci, sendok, saringan/tapisan, dandang, gelas ukur, *tinwall* ukuran 150 ml, neraca analitik digital, timbangan, cawan pengabuan, tanur pendingin tegak, pH meter, *erlenmeyer* 500 ml, gelas ukur 10 ml dan 50 ml, serbet, blender, tisu, koran, karet gelang dan jangka sorong/penggaris. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit semangka varietas *sugar baby*, limbah *whey* tahu, urea *food grade*, starter *nata*, asam glasial dan sukrosa.

2.2. Rancangan Penelitian

Nata de Cilla dibuat dalam 5 perlakuan dengan menerapkan model rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan dengan memvariasikan konsentrasi limbah *whey* dalam 500 ml ekstrak kulit semangka (Tabel 1).

Tabel 1. Formulasi Bahan Pembuatan *Nata de Cilla*

Perlakuan	Ekstrak Kulit Semangka (ml)	Gula (g)	Limbah <i>whey</i> Tahu (ml)	Starter <i>Nata</i> (ml)
A	500	50	0	50
B	500	50	100	50
C	500	50	150	50
D	500	50	200	50
E	500	50	250	50

Hasil pengujian pada tiap-tiap parameter dianalisis secara statistik menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) dan jika terdapat perbedaan nyata akan diuji lanjut menggunakan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf nyata 5%.

2.3. Pelaksanaan Penelitian

2.3.1. Penyiapan Limbah *Whey* Tahu

Sampel *whey* tahu diambil dari hasil samping pada produksi tahu. Limbah *whey* tahu dimasak sampai mendidih, kemudian disaring untuk menghilangkan partikel yang tidak diinginkan dan dimasukkan ke dalam wadah steril [9]. Kemudian dianalisis kandungan nitrogen yang terkandung pada *whey* tahu tersebut.



2.3.2. Preparasi Ekstrak Kulit Semangka

Kumpulan limbah kulit semangka dicuci bersih lalu dipisahkan antara kulit hijau dan kulit putihnya. Kulit putih ditambahkan air sebanyak 500 mL, kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender. Larutan tersebut disaring untuk mendapatkan ekstrak dari kulit buah semangka. Ekstrak yang diperoleh kemudian dianalisis kadar gula.

2.3.3. Pembuatan *Nata de Cilla*

Ekstrak kulit semangka sebanyak 500 ml disaring untuk memisahkan kotoran lalu dan dipanaskan hingga mendidih pada suhu 100 °C selama ± 15 menit. Sambil diaduk, ditambahkan gula sebanyak 50 gram, lalu dimasukkan Urea *Food grade* sebanyak 3 gram sebagai perlakuan A dan limbah cair tahu sesuai perlakuan B, C, D, dan E (100 ml, 150 ml, 200 ml, dan 250 ml) serta ditambahkan asam asetat glasial sebanyak 5 ml dalam media campuran. Setelah itu, larutan dimasukkan dalam wadah fermentasi, dinginkan dalam waktu 4 jam hingga suhu 28-30°C agar pertumbuhan starter *nata* optimal. Selanjutnya ditambahkan starter sebanyak 50 ml dalam larutan media *nata*. Kemudian fermentasi dilakukan selama 14 hari pada suhu ruang menggunakan wadah *tinwall* ukuran 150 ml di dan ditutup menggunakan koran. Selama proses fermentasi disimpan pada tempat yang bebas dari guncangan [10].

2.3.4. Pemanenan *Nata de Cilla*

Pemanenan dilakukan jika telah didiamkan dalam waktu 14 hari Pemanenan dilakukan dengan cara mengeluarkan dari wadah fermentasi, lalu lendir yang menempel pada *nata* dibersihkan. Lapisan selulosa yang terbentuk setelah akhir fermentasi, diangkat dari wadah fermentasi dan dicuci dengan air hingga bersih. Setelah dibersihkan, selanjutnya *nata* direndam dalam waktu 3 hari dengan mengganti air rendaman menggunakan air bersih perharinya. *Nata* kemudian dipotong menjadi bentuk dadu dengan ukuran ± 1 cm. Merebus *nata* dalam waktu 10 menit untuk menyempurnakan proses penghilangan bau dan rasa asam, lalu ditiriskan. Pengamatan yang dilakukan terhadap *nata* yang terbentuk, yaitu derajat keasaman, kekentalan, rendemen, kadar air, kadar serat kasar, uji sensori dan analisis nilai tambah pada produk terbaik.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Bahan Baku

Analisis bahan baku yang dilakukan yaitu pengamatan total gula pada ekstrak kulit semangka dan kandungan kadar nitrogen yang terdapat pada limbah *whey* tahu untuk pembuatan *Nata de Cilla*. Berikut hasil perhitungan analisis bahan baku pada produksi *nata* yaitu total gula dan kadar nitrogen yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Bahan Baku

Analisis	Nilai/Kadar (%)
Total Gula Ekstrak Kulit Semangka	2,94 \pm 0,09
Kadar Nitrogen Limbah <i>Whey</i> Tahu	3,03 \pm 0,05

Analisis bahan baku uji kadar gula total pada ekstrak kulit semangka bertujuan untuk menentukan penambahan gula pada saat pembuatan *Nata de Cilla*. Kandungan gula yang terdapat pada ekstrak kulit semangka yaitu bernilai rata-rata 2,94 [11] menyatakan penambahan gula pasir sebanyak 10 % dari jumlah bahan yang digunakan menghasilkan *nata* dengan hasil optimal. Hasil uji yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kadar nitrogen pada *whey* tahu mencapai rata-rata yaitu 3,03 %. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [3], limbah cair tahu mengandung nitrogen sebesar 1,36 %,



gula reduksi sebesar 1,40 %, sedangkan menurut penelitian [12], limbah cair tahu juga mengandung protein sebesar 1,68 %. Kandungan nitrogen yang mencukupi dalam medium fermentasi diperlukan untuk menyintesis selulosa dan memproduksi *nata* dengan hasil yang optimal. Kekurangan kandungan nitrogen bisa menghambat pertumbuhan sel *Acetobacter xylinum*, serta menghambat pembentukan enzim selulosa polimerase yang bersifat ekstraseluler yang sangat diperlukan dalam proses fermentasi, dan dapat menyebabkan kegagalan dalam pembentukan *nata* [13].

3.2. Analisis pH Media Fermentasi *Nata de Cilla*

Salah satu faktor yang mempengaruhi yaitu pH awal fermentasi untuk pertumbuhan dan perkembangan bakteri pada produk *nata*. Jika kondisi lingkungan dalam suasana terlalu asamakan mengakibatkan gangguan metabolisme pada sel bakteri dan akan menghambat pembentukan selulosa pada *nata* [14]. Nilai rata-rata pH media sebelum fermentasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Rata pH Awal Fermentasi *Nata de Cilla*

Perlakuan	pH Awal Fermentasi
E (<i>whey</i> tahu 250 ml)	3,87 ^a ± 0,060
D (<i>whey</i> tahu 200 ml)	4,04 ^b ± 0,049
C (<i>whey</i> tahu 150 ml)	4,17 ^c ± 0,068
B (<i>whey</i> tahu 100 ml)	4,26 ^{cd} ± 0,069
A (kontrol)	4,35 ^d ± 0,119

Keterangan: Angka-angka yang sama diikuti *superscript* yang tidak sama berbeda nyata menurut DNMRT Pada taraf nyata 5 %.

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai rata-rata pH awal fermentasi berkisar antara 3,87-4,35. Peningkatan pH awal menuju pH optimum diharapkan mampu meningkatkan kecepatan pertumbuhan *nata*. Setelah difermentasi selama 14 hari, pH mengalami penurunan antara 3,50-3,88 yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Rata pH Akhir Fermentasi *Nata de Cilla*

Perlakuan	pH Akhir Fermentasi
A (kontrol)	3,50 ^a ± 0,087
B (<i>whey</i> tahu 100 ml)	3,65 ^b ± 0,075
C (<i>whey</i> tahu 150 ml)	3,71 ^b ± 0,069
D (<i>whey</i> tahu 200 ml)	3,79 ^{bc} ± 0,060
E (<i>whey</i> tahu 250 ml)	3,88 ^d ± 0,090

Keterangan: Angka-angka yang sama diikuti *superscript* yang tidak sama berbeda nyata menurut DNMRT Pada taraf nyata 5 %.

Penambahan limbah *whey* tahu cenderung menurunkan pH awal fermentasi *Nata de Cilla*. Berdasarkan hasil pengujian terhadap pH limbah *whey* tahu didapat hasil pH *whey* tahu yaitu 4,3. Menurut [15], berdasarkan hasil analisis komposisi *whey* tahu, pH dari limbah *whey* tahu yaitu 5,0. Derajat keasaman (pH) yang terdapat pada *whey* tahu sedikit asam seiring dengan bertambahnya konsentrasi limbah *whey* tahu yang diberikan. Hal ini sesuai dengan pendapat [16], nilai pH cenderung berubah karena pengaruh sumber nitrogen, karena nitrogen yang terdapat pada protein larut di dalam air sehingga di dalam air akan membentuk ion yang mempunyai muatan positif dan negatif, dan apabila dalam suasana basa akan membentuk ion negatif. Menurut [17], aroma asam pada produk *nata* terjadi akibat cairan sisa fermentasi yang mengandung metabolit primer bakteri *Acetobacter xylinum* berupa asam asetat dalam jumlah yang cukup banyak.

Berdasarkan data di atas dapat dilihat bahwa pH awal fermentasi *Nata de Cilla* yang dihasilkan sesuai untuk pembentukan *nata*. Hasil analisis yang diperoleh mendekati pH optimum untuk pembentukan *nata*. Menurut [18],



aktivitas pembentukan *nata* terjadi pada kisaran pH 3,5-7,5 dan dapat tumbuh optimum pada pH 4. Penelitian [19], pH pembentukan *nata* adalah 5 - 5,5 dan optimum pada pH 5, menurut [20], pH optimum pembentukan *nata* adalah 4,16.

3.3. Analisis Produk

3.3.1. Rendemen

Rendemen *nata* merupakan jumlah produk yang dihasilkan dari reaksi fermentasi bakteri *Acetobacter xylinum*. Perhitungan rendemen dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat efisiensi penggunaan substrat fermentasi yang disediakan, semakin tinggi persentase rendemen pada *nata*, maka semakin tinggi pemanfaatan dari substrat fermentasi tersebut. Rata-rata rendemen *nata* yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Rata-rata Rendemen *Nata de Cilla*

Perlakuan	Rendemen (%)
A (kontrol)	27,61 ^a ± 0,781
B (<i>whey</i> tahu 100 ml)	34,97 ^b ± 0,926
C (<i>whey</i> tahu 150 ml)	39,75 ^c ± 0,467
E (<i>whey</i> tahu 250 ml)	41,73 ^{cd} ± 0,926
D (<i>whey</i> tahu 200 ml)	47,50 ^d ± 0,700

Keterangan: Angka-angka yang sama diikuti superscript yang tidak sama berbeda nyata menurut DNMRT Pada taraf nyata 5 %.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan *whey* tahu sebagai sumber nitrogen berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 5\%$ terhadap rendemen *nata* yang dihasilkan. Nilai rata-rata rendemen tertinggi terdapat pada penambahan 200 ml *whey* tahu sebesar 60,11 %, sedangkan nilai rata-rata rendemen terendah terdapat pada kontrol atau tanpa penambahan *whey* tahu sebesar 27,21 %.

Berdasarkan hasil penelitian, nilai rendemen *nata* yang dihasilkan meningkat sejalan dengan banyaknya jumlah limbah *whey* tahu yang diberikan. Menurut [21], salah satu faktor pendukung pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* adalah sumber nitrogen. Nitrogen merupakan senyawa penyusun asam amino yang digunakan untuk mensintesis protein dan menghasilkan enzim. Bakteri *Acetobacter xylinum* mengeluarkan enzim yang akan menyusun (polimerase) gula menjadi ribuan rantai serat atau selulosa [22]. Menurut [23], bahwa peningkatan jumlah nutrisi dalam medium akan meningkatkan rendemen *nata* hingga mencapai batas optimal. Tingginya rendemen yang dihasilkan pada sampel limbah *whey* tahu dibandingkan kontrol (*urea food grade*) membuktikan bahwa limbah *whey* tahu lebih baik dalam pengolahan *nata* sebagai sumber nitrogen dibandingkan penggunaan sumber nitrogen anorganik. Disamping itu limbah *whey* tahu juga mengandung nutrisi lain seperti karbohidrat, lemak, vitamin B, lesitin, dan oligosakarida yang mengakibatkan peningkatan aktivitas bakteri, sedangkan pupuk ZA hanya mengandung nitrogen.

3.3.2. Ketebalan

Ketebalan merupakan parameter yang dilakukan pada produk *nata* yang dihasilkan untuk melihat pertumbuhan dan produktivitas bakteri *Acetobacter xylinum* pada proses fermentasi dalam memproduksi *nata*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan nilai rata-rata ketebalan *nata* yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Rata-rata Ketebalan *Nata de Cilla*

Perlakuan	Ketebalan (cm)
A (kontrol)	0,92 ^a ± 0,028
B (<i>whey</i> tahu 100 ml)	1,11 ^{ab} ± 0,166



Perlakuan	Ketebalan (cm)
E (<i>whey</i> tahu 250 ml)	1,11 ^{ab} ± 0,171
C (<i>whey</i> tahu 150 ml)	1,29 ^b ± 0,202
D (<i>whey</i> tahu 200 ml)	1,56 ^c ± 0,120

Keterangan: Angka-angka yang sama diikuti *superscript* yang tidak sama berbeda nyata menurut DNMRT Pada taraf nyata 5 %.

Hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 6 menunjukkan bahwa penambahan *whey* tahu sebagai sumber nitrogen berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 5\%$ terhadap ketebalan nata. Perlakuan terbaik berdasarkan ketebalan dihasilkan dari perlakuan penambahan *whey* tahu 200 ml yang memiliki rata-rata ketebalan 1,56 cm. Menurut [9], *nata* yang semakin tebal dan berat *nata* yang tinggi maka dapat menghasilkan kualitas *nata* yang semakin baik.

Ketebalan nata dapat meningkat karena ketersediaan sumber nitrogen yang mencukupi di dalam media fermentasi. Nitrogen adalah komponen pembentuk asam amino yang diperlukan untuk sintesis protein dan produksi enzim. [5] menyatakan semakin besar jumlah sumber nitrogen yang ditambahkan, maka semakin meningkat ketebalan *nata* yang diperoleh. Di samping itu menurut Safitri menyatakan jika jumlah sumber nitrogen yang ditambahkan ke dalam medium sesuai, maka akan merangsang mikroorganisme untuk menghasilkan *nata* dengan ikatan selulosa yang kuat melalui proses sintesis selulosa.

3.3.3. Kadar Air

Kandungan kadar air pada produk *nata* sangat tinggi karena pembentukannya melibatkan bakteri dalam medium berbentuk cair. Nilai rata-rata kadar air *nata* pada penambahan konsentrasi *whey* tahu dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Rata-rata Kadar Air *Nata de Cilla*

Perlakuan	Kadar Air (%)
E (<i>whey</i> tahu 250 ml)	90,55 ^a ± 0,375
D (<i>whey</i> tahu 200 ml)	91,60 ^b ± 1,279
C (<i>whey</i> tahu 150 ml)	92,66 ^c ± 0,417
B (<i>whey</i> tahu 100 ml)	93,48 ^c ± 0,671
A (kontrol)	94,93 ^d ± 0,593

Keterangan: Angka-angka yang sama diikuti *superscript* yang tidak sama berbeda nyata menurut DNMRT Pada taraf nyata 5 %.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan *whey* tahu sebagai sumber nitrogen berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 5\%$ terhadap kadar air nata. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu dengan penambahan konsentrasi *whey* tahu yang berbeda didapatkan nilai rata-rata kadar air *Nata de Cilla* berkisaran 91,07 % - 94,61 %. Nilai rata-rata kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 94,93 %, sedangkan nilai rata-rata kadar air terendah terdapat pada perlakuan penambahan *whey* tahu 250 ml sebesar 90,55 %.

Penggunaan limbah *whey* tahu yang menjadi sumber nitrogen berpengaruh pada kadar air nata. Menurut [19], menetapkan standar *nata* khususnya kadar air *nata* yaitu $\geq 80\%$ baik untuk dikonsumsi. Sehingga *nata* yang didapatkan dengan pemberian limbah *whey* tahu yang menjadi sumber nitrogen pada semua perlakuan telah memenuhi standar untuk dikonsumsi. Kandungan air dalam nata ditentukan oleh kemampuan bakteri *Acetobacter xylinum* dalam mengubah gula menjadi selulosa. Menurut [21], selulosa yang dihasilkan oleh bakteri *Acetobacter xylinum* memiliki daya serap air yang tinggi. Air dalam *nata* berasal dari medium tempat pertumbuhannya.



3.3.4. Kadar Serat Kasar

Kadar serat nata mempengaruhi ketebalan *nata*, semakin tebal *nata* maka semakin tinggi pula kadar seratnya [10]. Nilai rata-rata kadar serat kasar *Nata de Cilla* dengan penambahan *whey* tahu berkisar 1,57 % - 2,03 %. Hasil rata-rata kadar serat kasar *Nata de Cilla* dengan penambahan *whey* tahu dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Rata Serat Kasar *Nata de Cilla*

Perlakuan	Serat Kasar (%)
A (kontrol)	1,57 ^a ± 0,057
B (<i>whey</i> tahu 100 ml)	1,74 ^b ± 0,070
C (<i>whey</i> tahu 150 ml)	1,81 ^{bc} ± 0,084
D (<i>whey</i> tahu 200 ml)	1,89 ^c ± 0,051
E (<i>whey</i> tahu 250 ml)	2,03 ^d ± 0,061

Keterangan: Angka-angka yang sama diikuti *superscript* yang tidak sama berbeda nyata menurut DNMRT Pada taraf nyata 5 %.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan *whey* tahu sebagai sumber nitrogen berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 5\%$ terhadap kadar serat kasar nata. Berdasarkan pada tabel di atas dapat dilihat bahwa serat kasar terbaik terdapat pada perlakuan penambahan *whey* tahu 250 ml dengan serat kasar sebesar 2,03 %, sedangkan serat kasar terendah terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 1,57 %. Semakin banyak limbah *whey* tahu yang ditambahkan maka serat kasar yang dihasilkan semakin meningkat. Menurut [13], semakin besar jumlah nitrogen yang digunakan, kandungan seratnya juga akan semakin meningkat.

3.3.5. Uji Sensori

Warna

Warna merupakan parameter pertama yang menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk. Hasil uji sensori warna *Nata de Cilla* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Rata-rata Warna *Nata de Cilla*

Perlakuan	Warna
A (kontrol)	3,76 ± 0,627
B (<i>whey</i> tahu 100 ml)	3,96 ± 0,909
E (<i>whey</i> tahu 250 ml)	3,96 ± 0,889
C (<i>whey</i> tahu 150 ml)	4,08 ± 0,935
D (<i>whey</i> tahu 200 ml)	4,16 ± 0,926

Keterangan: 1= sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak suka, 4=, suka, 5 = sangat suka.

Hasil analisis Anova menunjukkan bahwa penambahan limbah *whey* tahu pada *Nata de Cilla* tidak berbeda nyata terhadap warna yang dihasilkan. Tingkat kesukaan warna *Nata de Cilla* berkisar antara 3,76-4,16. Perlakuan terbaik untuk parameter warna yang disukai panelis terdapat pada perlakuan penambahan *whey* tahu 200 ml dengan nilai rata-rata 4,16 (suka). Warna menjadi atribut yang sangat penting bagi produk olahan pangan, untuk mendapatkan perhatian cukup besar dari para pengusaha industri pangan. Warna yang dihasilkan pada produk ini menunjukkan kemiripan dengan warna umumnya, yakni putih transparan. Hal ini sejalan dengan ketentuan dalam SNI 01-4317-1996, di mana warna pada nata umumnya berupa putih transparan.



Aroma

Aroma merupakan salah satu faktor yang sering digunakan untuk menilai kualitas suatu makanan. Hasil uji sensori aroma *Nata de Cilla* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai Rata-rata Aroma *Nata de Cilla*

Perlakuan	Aroma
C (<i>whey</i> tahu 150 ml)	3,96 ± 1,085
A (kontrol)	4,04 ± 1,030
B (<i>whey</i> tahu 100 ml)	4,20 ± 1,000
E (<i>whey</i> tahu 250 ml)	4,20 ± 0,913
D (<i>whey</i> tahu 200 ml)	4,24 ± 0,831

Keterangan: 1= sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak suka, 4=, suka, 5 = sangat suka.

Hasil analisis Anova menunjukkan bahwa penambahan limbah *whey* tahu pada *Nata de Cilla* tidak berbeda nyata terhadap aroma yang dihasilkan. Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma yang dihasilkan berkisar antara 3,96-4,24. Perlakuan terbaik untuk parameter aroma yang disukai panelis yaitu terdapat pada perlakuan dengan penambahan *whey* tahu 200 ml yaitu sebesar 4,24 (suka). Secara keseluruhan, *Nata de Cilla* tidak menunjukkan perbedaan aroma yang signifikan. Aroma pada *Nata de Cilla* ini sesuai dengan standar SNI 01-4317-1996 yang menetapkan bahwa aroma yang dihasilkan bersifat normal.

Rasa

Rasa nata yang baik menurut SNI adalah hambar atau tidak terasa apa pun setelah dilakukan proses perebusan *nata*. Rasa berhubungan dengan tingkat keasaman yang dihasilkan, semakin banyak asam asetat yang dihasilkan maka rasa *nata* cenderung asam sehingga konsumen tidak menyukai. Hasil uji sensori rasa *Nata de Cilla* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Nilai Rata-rata Rasa *Nata de Cilla*

Perlakuan	Rasa
C (<i>whey</i> tahu 150 ml)	3,36 ^a ± 0,700
E (<i>whey</i> tahu 250 ml)	3,48 ^{ab} ± 1,005
B (<i>whey</i> tahu 100 ml)	3,72 ^{abc} ± 0,980
A (kontrol)	3,92 ^{bc} ± 0,909
D (<i>whey</i> tahu 200 ml)	4,08 ^c ± 0,640

Keterangan: 1= sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak suka, 4=, suka, 5 = sangat suka. Angka-angka yang sama diikuti *superscript* yang tidak sama berbeda nyata menurut DNMRT Pada taraf nyata 5 %.

Berdasarkan hasil sidik ragam Anova menunjukkan bahwa penambahan limbah *whey* tahu pada *Nata de Cilla* menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap rasa yang dihasilkan. Tingkat kesukaan panelis terhadap rasa berkisar antara 3,36-4,08. Hasil terbaik untuk parameter rasa yang disukai panelis yaitu perlakuan penambahan *whey* tahu 200 ml sebesar 4,08 (suka).

Tekstur

Tekstur yang baik untuk *Nata de Cilla* adalah kenyal dan tidak keras. Karakteristik tekstur yang diinginkan pada produk *Nata de Cilla* adalah kekenyalan yang mencapai kondisi optimal dan bukan berupa sifat yang keras. Hasil uji sensori tekstur *Nata de Cilla* dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Nilai Rata-rata Tekstur *Nata de Cilla*

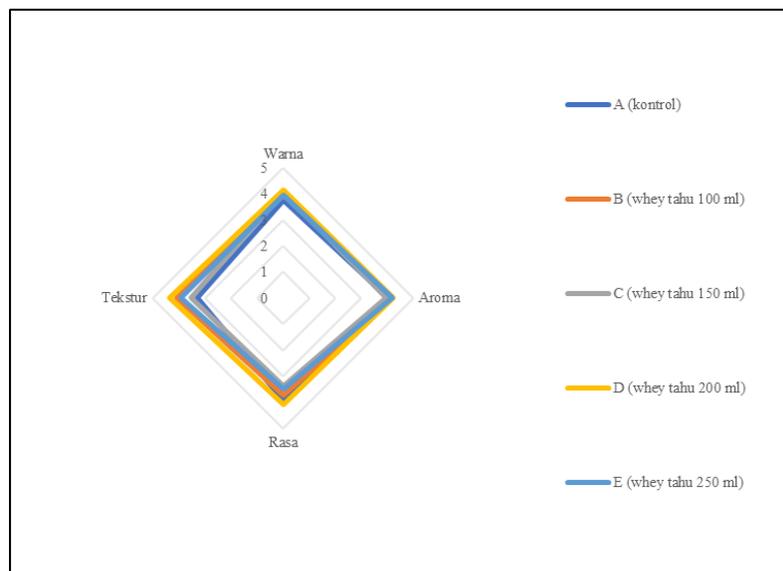
Perlakuan	Tekstur
A (kontrol)	3,44 ^a ± 1,137
C (<i>whey</i> tahu 150 ml)	3,92 ^{ab} ± 1,122
E (<i>whey</i> tahu 250 ml)	3,96 ^b ± 0,954
B (<i>whey</i> tahu 100 ml)	4,08 ^b ± 0,909
D (<i>whey</i> tahu 200 ml)	4,36 ^b ± 0,638

Keterangan: 1= sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak suka, 4=, suka, 5 = sangat suka. Angka-angka yang sama diikuti superscript yang tidak sama berbeda nyata menurut DNMRT Pada taraf nyata 5 %.

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan *whey* tahu pada *Nata de Cilla* menghasilkan kecenderungan berbeda nyata terhadap tekstur yang dihasilkan. Nilai tekstur sensori yang dihasilkan berkisar antara 3,44-4,36. Perlakuan terbaik untuk parameter tekstur yang disukai panelis terdapat pada perlakuan penambahan *whey* tahu 200 ml dengan nilai rata-rata 4,36 (suka). Tingkat kekenyalan pada nata erat kaitannya dengan kadar air yang terkandung di dalamnya. Kandungan kadar air pada nata akan mempengaruhi tekstur nata yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar air maka tekstur nata menjadi lunak. Nata dapat terbentuk dengan tekstur yang baik dan kenyal dapat dipengaruhi oleh kerapatan jaringan selulosa.

3.6. Rekapitulasi Nilai Sensorik

Hasil rekapitulasi nilai sensori yang dibuat dengan menggunakan grafik radar. Tujuan menggunakan grafik radar ini untuk melihat dan mempermudah menentukan perbedaan penerimaan setiap panelis terhadap produk *Nata de Cilla*. Hasil rekapitulasi dari semua parameter pada produk *Nata de Cilla* dapat dilihat pada Gambar 1.

**Gambar 1. Grafik radar Uji Sensorik**

Berdasarkan grafik radar, dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik berdasarkan nilai sensori tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan *whey* tahu 200 ml dengan rata-rata nilai sensori warna 4,16 (suka), aroma 4,24 (suka), rasa 4,08 (suka), dan tekstur 4,36 (suka).



3.7. Analisis Nilai Tambah

Hasil perhitungan nilai tambah berdasarkan metode hayami dapat diketahui bahwa pembuatan *Nata de Cilla* dalam satu kali proses produksi mengolah bahan baku kulit semangka sebanyak 50 kg, hasil produksinya berupa *Nata de Cilla* dengan total output sebesar 40 kg. Output tersebut dihasilkan sebanyak 267 pcs *Nata de Cilla* dengan berat 150 g/pcs, sehingga faktor konversinya adalah 0,8 %. Tenaga kerja yang dibutuhkan setiap produksinya yaitu sebanyak 2 orang dengan waktu kerja 4 jam, sehingga banyak tenaga kerja setiap proses produksi sebesar 8 JOK.

Harga produk *Nata de Cilla* rata-rata adalah sebesar Rp 33.750/kg nata dengan upah rata-rata tenaga kerja setelah dihitung diperoleh sebesar Rp 1.350. Nilai koefisien tenaga kerja diperoleh sebesar 0,16 JOK/kg. Nilai ini merupakan pembagian dari jumlah jam kerja dengan jumlah bahan baku yang digunakan dalam satu kali produksi. Harga bahan baku yaitu sebesar Rp 1.000/kg kulit semangka dan sumbangan *input* lain, yaitu sumbangan yang berasal dari bahan penolong setelah dihitung sebesar Rp 11.850.

Nilai tambah pada pembuatan *Nata de Cilla* ini adalah sebesar Rp 14.150/kg kulit semangka dengan rasio nilai tambah sebesar 52,4 %. Pada bagian balas jasa, margin menunjukkan besarnya kontribusi pemilik faktor-faktor produksi selain bahan baku (*input*) yang digunakan. Analisis nilai tambah pada pembuatan *Nata de Cilla* untuk satu kali proses menggunakan metode hayami dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Analisis Nilai Tambah *Nata de Cilla* untuk Satu Kali Proses

Variabel	Satuan	Notasi	Nilai
Output, Input, Harga			
1. Output	kg	a	40
2. Input	kg	b	50
3. Tenaga Kerja	JOK	c	8
4. Faktor Konversi		$d = a/b$	0,8
5. Koefisien Tenaga Kerja	JOK/kg	$e = c/b$	0,16
6. Harga Output	Rp	f	33.750
7. Upah Tenaga Kerja Langsung (Rp)	Rp/JOK	g	1.350
Penerimaan & Keuntungan			
8. Harga Bahan Baku (Rp)	kg	h	1.000
9. Sumbangan Input Lain (Rp)		i	11.850
10. Nilai Output	Rp	$j = d \times f$	27.000
11. a. Nilai Tambah	Rp/kg	$k = j - h - i$	14.150
b. Persentase Nilai Tambah	%	$l = (k/j) \times 100\%$	52,4
12. a. Imbalan Tenaga Kerja	Rp/kg	$m = e \times g$	216
b. Bagian Tenaga Kerja	%	$n = (m/k) \times 100\%$	1,53
13. a. Keuntungan	Rp/kg	$o = k - m$	13.934
b. Tingkat Keuntungan	%	$p = o/j \times 100\%$	51,7
14. Margin Keuntungan	Rp/kg	$q = j - h$	26.000
a. Pendapatan Tenaga Kerja	%	$r = (m/q) \times 100\%$	0,83
b. Sumbangan Input Lain	%	$s = (i/q) \times 100\%$	45,58
c. Keuntungan Perusahaan	%	$t = (o/q) \times 100\%$	53,60



4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh disimpulkan sebagai berikut:

1. Penambahan limbah whey tahu pada pembuatan Nata de Cilla berpengaruh nyata terhadap hasil analisis pH media sebelum fermentasi, pH media setelah fermentasi, rendemen, ketebalan, kadar air, kadar serat kasar dan uji sensorik (rasa, dan tekstur), namun tidak berpengaruh nyata terhadap, uji sensorik warna dan aroma Nata de Cilla.
2. Penambahan terbaik limbah whey tahu adalah pada perlakuan D (whey tahu 200 ml) yaitu nilai pH awal fermentasi 4,26; pH akhir fermentasi 3,79; rendemen 54,77 %; ketebalan 1,56 cm; kadar air 91,6 %; serat kasar 1,89 %; dan uji sensori dengan nilai rata-rata warna 4,32 (suka), aroma 4,16 (suka), rasa 4,08 (suka), dan tekstur 4,36 (suka).
3. Nilai tambah pada pembuatan Nata de Cilla berbahan dasar ekstrak kulit semangka untuk sekali proses produksi adalah sebesar Rp 14.150/kg kulit semangka dengan rasio nilai tambah sebesar 52,4 %.

5. Referensi

- [1] S. Nurhayati, "Kajian Pengaruh Kadar Gula dan Lama Fermentasi terhadap Kualitas Nata De Soya," *Jurnal Matematika Sains dan Teknologi*, vol. 7, no. 1, pp. 40–47, 2006.
- [2] M. Alwi, A. Lindhemuthianingrum, and U. Umrah, "Formulasi Media Tumbuh Acetobacter Xylinum dari Bahan Limbah Cair Tempe dan Air Kelapa untuk Produksi Nata De Soyacoco," *Biocelebes*, vol. 5, no. 2, 2011.
- [3] A. Tamini, "Pengaruh Penambahan Sukrosa dan Urea terhadap Karakteristik Nata De Soya Asam Jeruk Nipis-In Press," *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2015.
- [4] P. Widiyaningrum, D. Mustikaningtyas, and B. Priyono, "Evaluasi Sifat Fisik Nata de Coco Dengan Ekstrak Kecambah Sebagai Sumber Nitrogen," in *PROSIDING SEMINAR NASIONAL & INTERNASIONAL*, 2017.
- [5] R. Melliawati and A. C. Djohan, "Analisis Karboksimetil Selulosa dari Bakteri Acetobacter Xylinum dan Acetobacter Sp. RMG-2," *Ber Biol*, vol. 12, no. 3, pp. 335–344, 2013.
- [6] W. Rahmina, I. Nurlaelah, and H. Handayani, "Pengaruh Perbedaan Komposisi Limbah Ampas Tahu terhadap Pertumbuhan Tanaman Pak Choi (*Brassica Rapa L. Ssp. Chinensis*)," *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, vol. 9, no. 02, pp. 32–38, 2017.
- [7] F. C. Nisa, R. H. Hani, T. Wastono, and B. Baskoro, "Produksi Nata dari Limbah Cair Tahu (Whey): Kajian Penambahan Sukrosa dan Ekstrak Kecambah," *Jurnal Teknologi Pertanian*, vol. 2, no. 2, pp. 74–78, 2001.
- [8] N. A. Yanti, S. Ambardini, W. O. Isra, and V. N. R. Parakkasi, "Potensi Limbah Cair Tahu sebagai Sumber Nitrogen pada Produksi Selulosa Bakteri," *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, vol. 5, no. 1, pp. 9–17, 2020.
- [9] S. Sarkono, S. Moeljopawiro, B. Setiaji, and L. Sembiring, "Sifat Fisikokimiawi Selulosa Produksi Isolat Bakteri *Gluconacetobacter Xylinus* KRE-65 pada Metode Fermentasi Berbeda," *Agritech*, vol. 35, no. 4, pp. 434–440, 2015.
- [10] M. Lempang, "Fermentasi Nira Lontar untuk Produk Nata," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 25, no. 2, pp. 147–157, 2007.
- [11] D. W. Sakti and G. Trimulyono, "Pengaruh Penambahan Limbah Cair Industri Tahu sebagai Sumber Nitrogen terhadap Kualitas Nata De Coco," *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, vol. 8, no. 1, 2019.
- [12] M. P. Safitri, M. W. Caronge, and K. Kadirman, "Pengaruh Pemberian Sumber Nitrogen dan Bibit Bakteri *Acetobacter Xylinum* terhadap Kualitas Hasil Nata De Tala," *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, vol. 3, no. 2, pp. 95–106, 2018.
- [13] N. Arifiani, T. A. Sani, and A. S. Utami, "Peningkatan Kualitas Nata De Cane dari Limbah Nira Tebu Metode Budchips dengan Penambahan Ekstrak Tauge sebagai Sumber Nitrogen," *Bioteknologi*, vol. 12, no. 2, pp. 29–33, 2015.
- [14] L. Ningsih and Z. Zakiah, "Fermentasi Nira Kelapa (*Cocos Nucifera L.*) dengan Penambahan Ekstrak Kecambah Kacang Hijau (*Phaseolus Radiate L.*) pada Pembuatan Nata De Nira," *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, vol. 6, no. 1, pp. 57–65, 2021.



- [15] S. Djajati and U. Sarofa, "Pembuatan Nata De Manggo (Kajian Konsentrasi Sukrosa dan Lama Fermentasi)," *Jurnal Teknologi Pangan*, vol. 3, no. 2, 2018.
- [16] F. Manoi, "Penambahan Ekstrak Ampas Nenas sebagai Medium Campuran pada Pembuatan Nata De Cashew," *Buletin Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik*, vol. 18, no. 1, pp. 107–116, 2007.
- [17] E. Surya, M. Ridhwan, A. Rasool, A. Noviyanti, S. Sudewi, and M. Zulfajri, "The Utilization of Peanut Sprout Extract as a Green Nitrogen Source for The Physicochemical and Organoleptic Properties of Nata de Coco," *Biocatal Agric Biotechnol*, vol. 29, p. 101781, 2020.
- [18] H. M. Rizal, D. M. Pandiangan, and A. Saleh, "Pengaruh Penambahan Gula, Asam Asetat dan Waktu Fermentasi terhadap Kualitas Nata De Corn," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 19, no. 1, 2013.
- [19] A. K. Sitorus, "Pengaruh Penambahan Fruktosa dan Waktu Fermentasi dengan Tauge sebagai Sumber Nitrogen terhadap Kualitas Nata De Citrullus dari Buah Semangka (*Citrullus lanatus*)," Institut Kesehatan Helvetia, Medan, 2019.
- [20] Y. N. Rifky, "Pengaruh Penambahan Ekstrak Kecambah Kedelai sebagai Sumber Sumber Nitrogen terhadap Sifat Fisik dan Kimia Nata De Soya," Universitas Andalas, Padang, 2016.
- [21] K. D. Alviani, "Pengaruh Konsentrasi Gula Kelapa dan Starter *Acetobacter xylinum* terhadap Kualitas Fisik dan Kimiawi Nata de Leri," Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang, 2016.
- [22] I. Masran, "Pengaruh Penggunaan Jenis Gula yang Berbeda terhadap Karakteristik Nata de Yam yang Dihasilkan," Universitas Andalas, Padang, 2019.
- [23] O. K. Nio, "Daftar Analisis Bahan Makanan (List of Analysis of Food Ingredients)," Jakarta, 1992.