

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Buah Tomat

Tomat termasuk ke genus *Lycopersicon*, tepatnya *L. esculentum*. Genus *Lycopersicon* dari keluarga Solanaceae dipercaya berasal dari teluk Amerika Selatan. Spesies ini berasal dari Amerika Selatan, terutama Peru dan kepulauan Galapagos (Mariska, Viranda P., 2009).

Tanaman tomat (*Lycopersium esculentum* Mill) adalah tumbuhan setahun, berbentuk perdu atau semak dan termasuk ke dalam golongan tanaman berbunga (Angiospermae). Bentuk daunnya bercelah menyirip tanpa stipelae (daun penumpu). Jumlah daunnya ganjil, antara 5-7 helai.

Di sela-sela pasangan daun terdapat 1-2 pasang daun kecil yang berbentuk delta. Bentuk batangnya segi empat sampai bulat. Warnanya hijau dan mempunyai banyak cabang. Akarnya tunggang dengan akar samping yang menjalar di seluruh permukaan atas. Bunganya berjenis dua dengan 5 buah kelopak berwarna hijau berbulu dan 2 buah daun mahkota berwarna kuning. Hampir semua bagian tanaman tomat berbulu halus bahkan ada yang tajam, kecuali pada akar dan mahkotanya.



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 2.1. Buah Tomat

Sebenarnya tanaman tomat bersifat racun karena mengandung lycopersicin. Akan tetapi, kadar racunnya rendah dan akan hilang dengan sendirinya apabila buah telah tua atau matang (Tugiyono, H., 2006).

Selain rasanya yang enak, tomat memiliki kandungan vitamin yang tinggi dan zat yang jarang ditemukan pada tanaman lain yang berfungsi untuk kesehatan, yaitu likopen (Sunarmani, 2008). Tomat tentunya bukan hal yang asing lagi dan manfaat tomat bagi kehidupan sehari-hari tidak dapat diragukan lagi, sebagian besar masyarakat Indonesia menggunakan tomat sebagai penambah bumbu masakan, minuman, bahan industri, bahkan biasa digunakan untuk kecantikan wajah (Lumuhu, dkk., 2016). Selain itu, buah tomat juga sering digunakan sebagai bahan dasar industri makanan dan minuman, seperti sari buah tomat, es jus, saos tomat, puree dan pulp. Karena buah tomat tidak tahan lama (mudah busuk) maka diperlukan alternatif lain dalam pemanfaatannya. Alternatif tersebut diantaranya adalah mengolah buah tomat menjadi produk fermentasi yang disebut nata de tomato, sehingga buah tomat mempunyai nilai ekonomis yang tinggi (Natalia dan Parjuningtyas, 2009).

Sebagian masyarakat menggunakan buah tomat untuk terapi pengobatan karena mengandung karotin yang berfungsi sebagai pembentuk provitamin A dan likopen yang mampu mencegah kanker. Sebagai salah satu bahan untuk terapi pengobatan alami, buah tomat berkhasiat untuk mencegah dan mengobati radang usus buntu, membantu penyembuhan penyakit rabun senja, mengobati penyakit gang disebabkan oleh kekurangan vitamin C, membantu mengobati penyakit gigi dan gusi, mempercepat penyembuhan luka, mengobati jerawat, mencegah pembentukan batu empedu pada saluran kencing, membantu penyembuhan penyakit skorbut, menjaga stamina, serta membantu penyembuhan penyakit lever, encok, TBC, dan asma (Wiryanta, 2008).

Nilai gizi yang terkandung di dalam 100 gram tomat adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kandungan dalam tomat dalam 100gr

NO	Kandungan	Jumlah
1	Karoten (vitamin A)	1500 S.I.
2	Thiamin (vitamin B)	60 µg
3	Riboflavin (vitamin B2)	-
4	Asam askorbat (vitamin C)	40 miligram
5	Protein	1 gram
6	Karbohidrat	4,2 gram
7	Lemak	0,3 gram
8	Kalsium (Ca)	5 miligram
9	Fosfor (P)	27 miligram
10	Zat besi (Fe)	0,5 miligram
11	Bagian yang dapat dimakan (Bdd)	95%

Sumber: Direktorat Gizi Depkes RI, 1972

2.2. Nata

Nata asam oksalat (Arief, 2013). Nata berasal dari bahasa Spanyol yang berarti krim. Nata diterjemahkan ke dalam bahasa Latin sebagai „natare! yang berarti terapung-apung. Nata dapat dibuat dari air kelapa, santan kelapa, tetes tebu (molases), limbah cair tebu, atau sari buah (nanas, melon, pisang, jeruk, jambu biji, strawberry, dan lain- lain (Rony, 1998). Nata sendiri sebenarnya merupakan pelikel atau polisakarida ekstraseluler yang dihasilkan dari bakteri *Acetobacter xylinum*, terakumulasi pada bagian permukaan cairan dan terapung-apung. Terapungnya biomassa yang sebagian besar terdiri atas selulosa disebabkan oleh adanya gas-gas CO₂ yang dihasilkan selama proses metabolisme dan menempel pada fibril-fibril pelikel sehingga menyebabkan terapung (Gunzales, 1972). Nata akan tampak sebagai suatu massa fibril tidak beraturan yang menyerupai benang atau kapas apabila dilihat di bawah mikroskop. Nata merupakan produk fermentasi yang berbentuk lembaran gel yang berada pada permukaan substrat. Lembaran yang terbentuk dari proses fermentasi tersebut mengandung 35- 62% selulosa (Arviyanti dan Yulimartani, 2009).

Pembentukan nata terjadi karena proses pengambilan glukosa dari larutan gula atau dalam penelitian ini adalah gula dalam buah tomat oleh sel- sel *Acektobacter xylinum*. Kemudian glukosa tersebut digabungkan dengan asam lemak membentuk bahan lemak membentuk bahan pendahulu nata pada membran sel yang kemudian membentuk glukosa menjadi selulosa diluar sel. Selulosa ini akan membentuk jaringan mikrofibril yang panjang dalam cairan fermentasi. Gelembung - gelembung CO₂ yang dihasilkan selama proses fermentasi mempunyai kecenderungan melekat pada jaringan ini, sehingga menyebabkan jaringan tersebut cenderung terangkat ke permukaan cairan.

Fermentasi nata dinyatakan sempurna apabila cairan yang tertinggal di dalam wadah kecuali lembaran nata. Adapun ciri- ciri nata yang bagus adalah berwarna putih transparan, mempunyai permukaan yang halus dan rata, mempunyai ketebalan sama di semua bagian, mempunyai selaput tipis dipermukaan bagian atas yang dapat dengan mudah dipisahkan, dan mempunyai pula lapisan tipis lembek di bagian bawah (Pambayun, 2006).



Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar 2.2. *Nata De Tomato*

Nata tergolong dalam makanan yang berkalori rendah dan memiliki kandungan serat yang tinggi, sehingga baik dikonsumsi terutama oleh orang-orang yang sedang berdiet (Saptarina, 2017).

Tabel 2.2. Syarat Mutu *Nata* dalam Kemasan (SNI 01 - 4317, 1996)

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan	-	
1.1.	Bau	-	Normal
1.2.	Rasa	-	Normal
1.3.	Warna	-	Normal
1.4.	Tekstur	-	Normal
2.	Bahan Asing	-	Tidak boleh ada
3.	Bobot tuntas	%	Min. 50
4.	Jumlah gula (dihitung sebagai sakarosa)	%	Min. 15
5.	Serat makanan		Maks. 4,5
6.	Bahan tambahan makanan		
6.1.	Pemanis buatan :		
	-Sakarín		Tidak boleh ada
	-Siklamat		Tidak boleh ada
6.2	Pewarna tambahan		Sesuai SNI 01 – 0222 – 1995
6.3	Pengawet (Na Benzoat)		Sesuai SNI 01 – 0222 – 1995
7.	Cemaran Logam		
7.1.	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,2
7.2.	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 2
7.3.	Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 5,0
7.4.	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0/250,0*)
8.	Cemaran Arsen (As)		Maks. 0,1
9.	Cemaran Mikroba		
9.1.	Angka lempeng total	Koloni/g	Maks. $2,0 \times 10^2$
9.2.	Coliform	APM/g	< 3
9.3.	Kapang	Koloni/g	Maks. 50
9.4.	Khamir	Koloni/g	Maks. 50

*) Dikemas dalam kaleng

Menurut SNI (Standar Nasional Indonesia) tahun 1996 karakteristik nata yang harus diperhatikan adalah aroma, rasa, warna, dan tekstur yang normal serta kandungan seratnya. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi karakteristik nata

adalah lama fermentasi. Berikut adalah beberapa produk- produk nata selain *nata de tomato*.

2.2.1. Nata De Coco

Nata de coco pertama kali berasal dari Filipina. Di Indonesia, *nata de coco* mulai dicoba pada tahun 1973 dan mulai diperkenalkan pada tahun 1975. Namun demikian, *nata de coco* mulai dikenal luas di pasaran pada tahun 1981 (Sutarminingsih, 2004). *Nata de tomato* menggunakan bahan baku air kelapa. Air yang digunakan dari kelapa yang tidak terlalu muda maupun kelapa yang terlalu tua agar menghasilkan nata yang baik (Sihmawati dkk., 2014). Air kelapa yang digunakan harus disaring dan direbus terlebih dahulu karena jika terdapat kontaminan maka proses fermentasi akan terganggu. Penelitian nata de tomato sudah memiliki banyak sekali pengembangan dengan menambah bahan tambahan, salah satunya adalah “Penambahan Ekstrak Toge pada Media Nata De Coco” yang dilakukan oleh Putranto dan Taofik (2017). Tujuan penelitian tersebut adalah untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas nata de coco yang dihasilkan, selain untuk efisiensi biaya produksi dan untuk memperbaiki warna dan kekenyalan yang dihasilkan.

2.2.2. Nata De Pina

Di Indonesia, pengolahan nata diawali di tingkat usaha rumah tangga (*home industry*) dengan menggunakan sari buah nanas sebagai bahan bakunya sehingga produknya sering disebut *nata de pina*. Nata de pina merupakan hasil olahan fermentasi produk nata dengan menggunakan sari buah nanas sebagai bahan bakunya. Produk *nata de pina* cenderung berasa asam sesuai dengan bahan bakunya yaitu nanas. Penelitian *nata de pina* ini sudah cukup sering dilakukan, salah satunya penelitian “Pengaruh Penambahan Sukrosa dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Serat Nata dari Sari Nanas (*Nata De Pina*) “ yang dilakukan oleh Majesty dkk (2015). Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa Penambahan sukrosa yang paling optimal dalam penelitian ini yaitu pada penambahan sukrosa sebesar 50 gram yang menghasilkan kadar serat tertinggi sebesar 1,776%. Lama fermentasi yang paling optimal dalam penelitian ini yaitu pada lama fermentasi 15 hari dengan hasil kadar serat tertinggi sebesar 1,776% (Majesty dkk., 2015).

2.2.3. *Nata De Soya*

Limbah cair pengolahan tahu yang dikenal dengan sebutan whey biasanya digunakan kembali sebagai penggumpal tahu namun dalam jumlah yang sangat sedikit. Jumlah whey yang dibuang jauh lebih besar sehingga mencemari lingkungan padahal whey masih mengandung sejumlah nutrisi penting seperti gula, protein terlarut, dan kalsium (Sarwono dan Saragih, 2001). Oleh sebab itu, dibutuhkan alternatif pengolahan terhadap limbah tersebut, salah satunya adalah *nata de soya*. *Nata de soya* adalah suatu produk bahan pangan hasil fermentasi dari limbah tempe atau tahu atau bahan lain yang mengandung kacang kedelai seperti kecap yang dibantu oleh bakteri *Acetobacter Xylinum*. Bahan makanan ini berbentuk padat, kokoh kuat, berwarna putih keruh keabu-abuan, kenyal, mirip kolang-kaling (Nurhayati, 2006). Bahan yang digunakan pada pembuatan *nata de soya* adalah air sisa rebusan tahu yang masih segar dan disaring dalam panci email. Untuk segi tekstur, rasa, dan bentuk, *nata de soya* cenderung sama seperti produk nata pada umumnya, namun, tidak seperti produk nata lainnya, bau produk *nata de soya* memiliki aroma khas dari limbah cair tahu dan aroma kedelai (Putri dkk., 2017).

2.2.4. *Nata De Cassava*

Nata de cassava adalah produk nata berbahan baku singkong atau ubi kayu (Permatasari dkk., 2019). *Nata de cassava* dibuat untuk memanfaatkan limbah cair industri berbasis singkong yang menimbulkan bau karena langsung dibuang ke lingkungan. karena mengandung gula dengan kadar (5-7)% limbah cair industri berbasis singkong tersebut berpotensi sebagai substrat karena telah sesuai dengan kebutuhan minimum glukosa sekitar (6-7)% untuk membentuk *cellulose bacterial*. Pembuatan *nata de cassava* yang dilakukan oleh permatasari dkk (2019), menggunakan bakteri dengan jenis *symbiotic culture of bacteria and yeast* (SCOBY). SCOBY umumnya digunakan sebagai mikroorganisme untuk memproduksi kombucha dengan media air teh dengan ketahanan untuk berkembang lebih baik dan lebih mudah dikembangbiakkan daripada bakteri *Acetobacter xylinum* yang umum digunakan untuk pembuatan nata. Produk *nata de cassava* cenderung sama seperti produk nata pada umumnya.

2.2.5. *Nata De Seaweed*

Nata de seaweed merupakan produk fermentasi nata yang menggunakan rumput laut sebagai media fermentasinya. Rumput laut mempunyai kesamaan dengan air kelapa sebagai media pembuatan nata karena kandungan karbohidratnya sebagai sumber karbon bagi pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sihombing dkk (2010), tidak digunakan ammonium sulfat sebagai sumber nitrogen dan menggunakan mikroalga *Chlorella* sp sebagai alternatif bahan sebagai sumber nitrogen. *Chlorella* sp. mengandung asam amino yang cukup lengkap yang mencapai 51-58% (Becker,1994). Dilihat dari komposisi kimianya, *Chlorella* diduga memiliki kandungan yang yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri *Actobacter xylinum* yaitu terdiri dari Ca, P, Fe, karoten, asam askorbat, thiamin, riboflavin, niasin, asam panthotenat, asam folat, biotin, vitamin B6, vitamin B12 dan vitamin E (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

2.2.6. *Nata De Leri*

Beras merupakan bahan makanan pokok yang paling sering dikonsumsi di Indonesia. Sebelum dapat dikonsumsi sebagai nasi, beras terlebih dahulu dicuci dan dimasak. Limbah bekas cucian beras seringkali dianggap tidak bermanfaat dan dibuang begitu saja sehingga lama- kelamaan dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan. Oleh sebab itu dilakukan alternatif pengolahan limbah cucian beras menjadi produk nata yang disebut *nata de leri*. Penyusun terbesar karbohidrat beras adalah pati (85-90%), dan sebagian kecil pentosan, selulosa, hemiselulosa, dan gula. Dengan demikian, limbah cucian beras juga diprediksi masih mengandung karbohidrat, protein, dan vitamin yang turut lepas pada saat proses pencucian. Bahan- bahan yang terkandung di dalam limbah cucian beras (terutama karbohidrat) merupakan sumber nutrisi bakteri *Acetobacter xyllinum* (Zulkoni, 2013) yang merupakan bakteri yang membantu proses pembentukan nata. Pada segi fisik dan rasa, *nata de leri* tidak jauh beda dari produk nata lainnya.

2.2.7. Nata De Corn

Jagung juga merupakan sumber karbohidrat dan protein yang penting dalam menu masyarakat. Hal ini disebabkan karena jagung kaya akan komponen pangan fungsional, termasuk serat pangan yang dibutuhkan tubuh, asam lemak esensial, isoflavon, mineral (Ca, Mg, K, Na, P, Ca dan Fe), antosianin, betakaroten (provitamin A), komposisi asam amino esensial, dan lainnya (Ahmad, 2009).). Air rebusan jagung yang memiliki kandungan serat tinggi dapat dimanfaatkan sebagai produk olahan makanan, sehingga dapat bernilai ekonomis. Limbah air rebusan jagung yang memiliki kadar gula reduksi yang cukup dapat dimanfaatkan oleh bakteri *Acetobacter xylinum* sebagai media pertumbuhannya, sehingga air rebusan jagung cocok untuk diolah sebagai bahan pembuatan produk nata (Ratnasari dkk., 2019). Oleh sebab itu jagung bisa menjadi salah satu alternatif bahan yang dapat digunakan pada pembuatan nata, atau dapat disebut dengan *Nata De Corn*.

2.3. Starter Bakteri *Acetobacter xylinum*

Dalam pembuatan nata, salah satu faktor berhasil tidaknya pembuatan sangat tergantung oleh kualitas starter yang digunakan. Penggunaan starter merupakan syarat yang sangat penting yang bertujuan untuk memperbanyak jumlah koloni *A. xylinum* yang menghasilkan enzim pembentuk nata. Disamping itu starter juga berguna untuk adaptasi bakteri sebelum proses fermentasi nata de coco (Iguchi, Yamanaka et al. 2000).

Starter adalah populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan pada media fermentasi. Media starter ini diinokulasi dengan biakan murni. Pada permukaan starter akan timbul mikroba membentuk lapisan tipis berwarna putih, lapisan ini disebut dengan nata (Budiarti, 2008).

Media starter biasanya identik dengan media dalam fermentasi nata (Nurmiati 2010). Keberhasilan nata yang dihasilkan dalam proses fermentasi sangat bergantung dengan banyaknya populasi *A. xylinum* yang ada dalam starter. Kualitas starter yang ditambahkan sangat bergantung dengan jumlah fisiologis bakteri yang siap menghasilkan enzim pembentuk kapsul nata (Iguchi, Yamanaka et al. 2000)

Bakteri *Acetobacter xylinum* termasuk dalam kelompok genus *Acetobacter*, yakni genus bakteri yang memiliki kemampuan mengubah etanol menjadi asam

cuka Dalam proses itu, bakteri menggunakan oksigen. Bakteri ini bertbentuk batang pendek atau kokus. Panjangnya sekitar 2 mikron dengan permukaan berlendir, dan bias membentuk rantai pendek terdiri dari 6-8 sel.(Ismawanti, at al., 2013). *Acetobacter Xylinum* tumbuh pada suhu mesofilik, dengan suhu optimum pertumbuhan 28-30° C. Apabila ditumbuhkan pada media yang mengandung gula (glukosa), maka bakteri ini dapat memfermentasi glukosa dengan membentuk suatu polisakarida sebagai selulosa ekstraseluler (disebut nata) (Busyro, 2007).

Acetobacter xylinum merupakan jenis bakteri yang menghasilkan selulosa dengan sifat fisik yang menguntungkan. *Acetobacter xylinum* diidentifikasi sebagai bakteri gram negatif dengan batang pendek, yang mampu mengoksidasi glukosa untuk asam glukonat dan asam organik secara bersamaan. Bakteri selulosa ini telah dikenal sebagai penghasil metabolit sekunder dari glukosa dengan pelepasan asam asetat ke dalam lingkungan (Tomita dan Kondo, 2009).

Acetobacter xylinum menghasilkan selulosa sebagai produk metabolit sekunder, sedangkan produk metabolit primernya adalah asam asetat. Semakin banyak kadar nutrisi, semakin besar kemampuan menumbuhkan bakteri tersebut maka semakin banyak *Acetobacter xylinum* dan semakin banyak selulosa yang terbentuk. Faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan *Acetobacter xylinum* dalam menghasilkan selulosa yaitu metode kultivasi, sumber karbon, sumber nitrogen, pH, dan temperatur (Çoban dan Biyik, 2011). Sebagai sumber karbon dapat digunakan berbagai jenis gula seperti glukosa, sukrosa, fruktosa, ataupun maltose dan sedangkan untuk mengatur pH digunakan asam asetat glasial (Rizal, et al, 2013). *Acetobacter xylinum* merupakan bakteri yang bersifat aerobik, sehingga ketersediaan oksigen dan agitasi akan berpengaruh terhadap produksi selulosa microbial (Kouda *et al.*1997).

2.4. ZA (Ammonium Sulfat)

Menurut Kholifah (2010), Ammonium sulfat merupakan pupuk buatan berbentuk kristal dengan rumus kimia $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ yang mengandung unsur hara nitrogen dan belerang yang biasa juga disebut pupuk ZA (*Zwavelzuur Ammoniak*). Penggunaan ZA berfungsi untuk membantu proses pertumbuhan bakteri *Acetobacter Xylinum* yang merupakan starter *nata de tomato*.

Amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) merupakan salah satu sumber nitrogen anorganik yang memiliki beberapa kelebihan yaitu tidak higroskopis, tahan disimpan dalam waktu lama, mudah larut dalam air serta harga dapat dijangkau masyarakat. Penambahan amonium sulfat dalam substrat fermentasi mampu menghasilkan aktivitas enzim terbaik dibandingkan dengan sumber nitrogen yang lain seperti amonium nitrat, amonium klorida, urea dan pepton (Mukhopadhyay, 1999).

selain sebagai sumber nitrogen ZA juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Acetobacter acetii* yang merupakan bakteri pesaing dari *Acetobacter xylinum* (Pambayun, 2006).

Nata yang memanfaatkan Ammonium sulfat sebagai sumber nitrogennya sebenarnya tidak terlalu membahayakan karena ketika sudah menjadi nata, ammonium sulfat tidak lagi berbentuk ammonium sulfat (Kholifah, 2010).

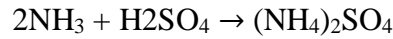
Menurut Purwaningsih, dkk. (2007), tebal nata de *Gracillaria* sp. cenderung meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ammonium sulfat karena ammonium sulfat sebagai sumber nitrogen diperlukan untuk merangsang pertumbuhan serta aktivitas bakteri. Kecukupan nitrogen dalam bahan mampu menstimulir bakteri dalam mensintesa selulosa dan menghasilkan nata paling tebal.

Semakin tinggi konsentrasi amonium sulfat yang digunakan, maka ketebalan nata juga akan semakin meningkat karena sumber nitrogen diperlukan untuk pertumbuhan bakteri, termasuk pembentukan selulosa ekstraseluler (nata) (Arsatmojo, 1996). Namun, Semakin tinggi konsentrasi amonium sulfat, derajat putih nata *Gracillaria* sp. semakin menurun. Hal ini juga dapat disebabkan karena adanya penurunan pH secara drastis akibat penambahan amonium sulfat yang berlebihan. Amonium sulfat memiliki ion SO₄²⁻ yang bersifat asam (Purwaningsih, Sri, dkk., 2007).

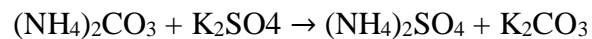
Kekenyalan nata cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi amonium sulfat, hal ini dapat disebabkan oleh ikatan antar selulosa yang menyusun nata semakin kompak (Purwaningsih, Sri, dkk., 2007). Kekurangan nitrogen menyebabkan sel kurang tumbuh dan menghambat pembentukan enzim yang diperlukan sehingga proses fermentasi dapat mengalami kegagalan dalam pembentukan nata. Rossi, dkk. (2008) mengemukakan bahwa ammonium sulfat

sebagai sumber nitrogen merupakan faktor yang dapat merangsang pertumbuhan *Acetobacter xylinum* dalam bentuk nata sehingga jumlah bakteri meningkat.

Menurut Considine (1982), Ammonium Sulfat dapat dihasilkan melalui dua proses, yaitu pertama mereaksikan ammonia dengan asam sulfat:



Sedangkan proses kedua dengan mereaksikan ammonium karbonat dengan kalium sulfat seperti yang terlihat pada persamaan berikut:



Amonium Sulfat dapat digunakan sebagai sumber nitrogen untuk membantu pertumbuhan *Acetobacter* pada pembuatan vinegar dan nata de coco (Steinkraus, 1982).

2.5. Fermentasi

Fermentasi adalah upaya yang dilakukan untuk suatu proses penguraian senyawa agar menjadi produk olahan baru. Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Suprihatin, 2010). Fermentasi mempunyai arti yang berbeda bagi ahli biokimia dan mikrobiologi industri. Arti fermentasi pada bidang biokimia dihubungkan dengan pembangkitan energi oleh katabolisme senyawa organik. Pada bidang mikrobiologi industri, fermentasi mempunyai arti yang lebih luas yang menggambarkan setiap proses untuk menghasilkan produk dari pembiakan mikroorganisme.

Makanan - makanan yang mengalami fermentasi biasanya mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi daripada bahan asalnya. faktor –faktor yang berpengaruh terhadap fermentasi nata adalah tingkat keasaman (pH), temperatur, waktu fermentasi, nutrient, umur bakteri inokulen dan jumlah larutan starter. Proses fermentasi dibutuhkan starter sebagai mikroba yang akan ditumbuhkan dalam substrat. Starter merupakan populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan pada media fermentasi (Prabowo, 2011).

Fermentasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu spontan dan tidak spontan. Fermentasi spontan adalah yang tidak ditambahkan mikroorganisme

dalam bentuk starter atau ragi dalam proses pembuatannya, sedangkan fermentasi tidak spontan adalah yang ditambahkan starter atau ragi dalam proses pembuatannya. (Sulistiyanto, B., 2015).

Dalam pembuatan nata, fermentasi adalah suatu reaksi oksidasi didalam system biologi yang menghasilkan energi, dimana sebagai donor dan aseptor digunakan karbohidrat dalam bentuk glukosa dan tetes yang diubah menjadi lapisan tebal dan kenyal berupa gel atau membran selulosa pada permukaan cairan. Tahapan – tahapan dalam pembuatan nata adalah penyiapan biakan murni, penyiapan larutan fermentasi, penyiapan starter dan fermentasi nata (Natalia dan Parjuningtyas, 2009).

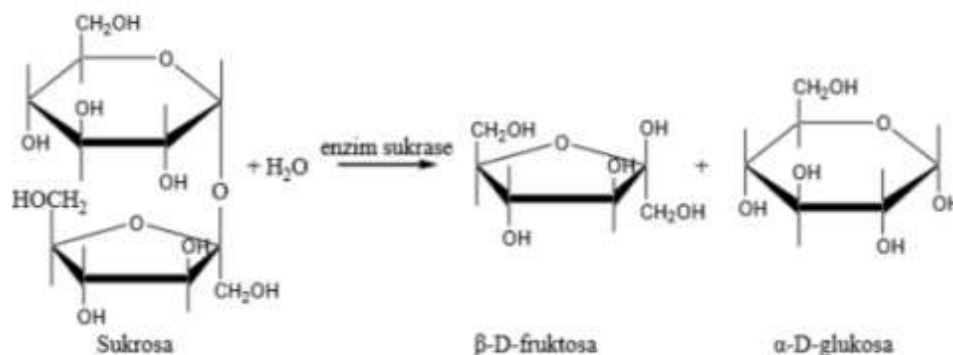
Pada fermentasi nata terjadi hubungansaling membutuhkan antara khamir *S.Cerreviaceae*, *Gluconobacer*, dan *Accetobacter xylinum*. *Saccharomyces* menguraikan gula menjadi etanol lalu oleh *Accetobacter xylinum* dan *Gluconobacter* di oksidasi menjadi asam asetat dan air.

Accetobacter xylinum memerlukan waktu untuk fase adaptasi selama 1 hari , kemudian pertumbuhan meningkat (fase logaritmik) sampai pada hari ke-5 dan ke-7 ditunjukkan dengan semakin tebal nata yang terbentuk. Nainggolan (2009) menyatakan bahwa seiring dengan lama fermentasi pertumbuhan akan menurun secara perlahan, karena berkurangnya kadar gula dan timbulnya asam sebagai hasil metabolit dari fermentasi tersebut.

Nata yang dipanen setelah hari ke-13 tidak akan terbentuk lapisan nata baru karena aktivitas bakteri *Acetobacter xylinum* berhenti akibat nutrisi yang habis di dalam media fermentasi dan hasil metabolit berupa asam asetat yang dapat mengganggu pertumbuhan mikroba (Putriana, Indah dan Siti Aminah, 2013).

2.6. Reaksi Kimia Pembentukan Nata

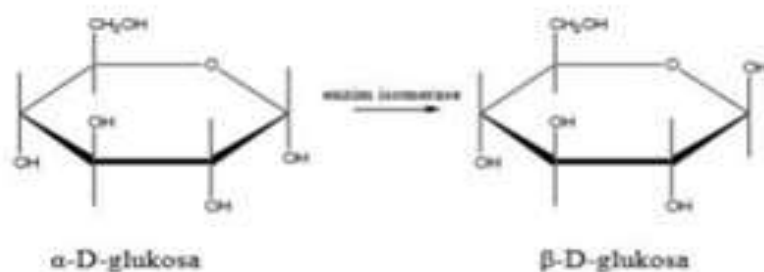
Selama 10 hari proses fermentasi, selulosa akan terbentuk menjadi produk nata karena aktivitas *Acetobacter Xylinum*. Mekanisme pembentukan selulosa oleh *Acetobacter Xylinum* merupakan rangkaian proses biokimia yang terdiri dari empat tahapan reaksi. Tahap pertama adalah hidrolisis isi utama dari gula pasir (sukrosa), yang memproduksi fruktosa dan glukosa. Pada tahap ini, sukrosa dihidrolisis oleh enzim sukrase atau enzim invertase, yang merupakan protein yang bertindak sebagai katalis untuk mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Reaksi hidrolisis sukrosa yang terjadi dapat dilihat pada gambar 3.3.



Sumber: Hendrianie et al., 2021

Gambar 2.3. Reaksi hidrolisis sukrosa

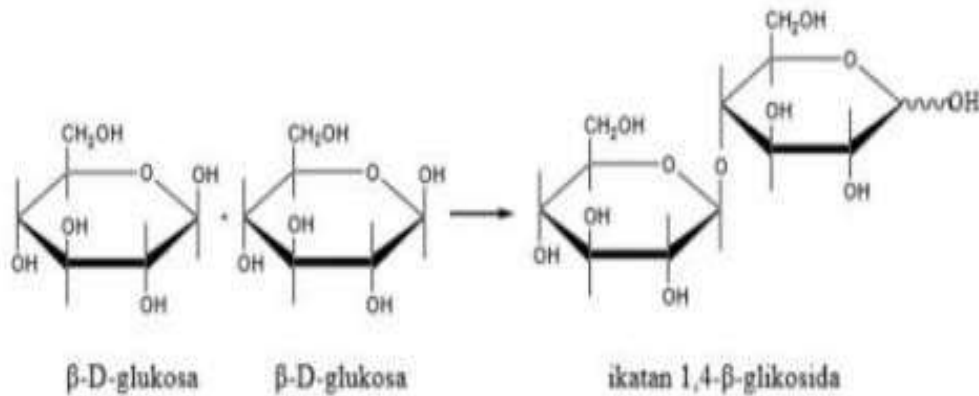
Tahap kedua adalah reaksi perubahan intramolekular dari rantai α -D-glukosa menjadi β -D-glukosa menggunakan enzim isomerase yang dihasilkan oleh *Acetobacter Xylinum*. Glukosa dalam gugus β berperan dalam pembentukan selulosa. Perubahan reaksi α -D-glukosa menjadi β -D-glukosa yang terjadi dapat dilihat dari gambar 3.4



Sumber: Hendrianie et al., 2021

Gambar 2.4. Perubahan reaksi α -D-glukosa menjadi β -D-glukosa

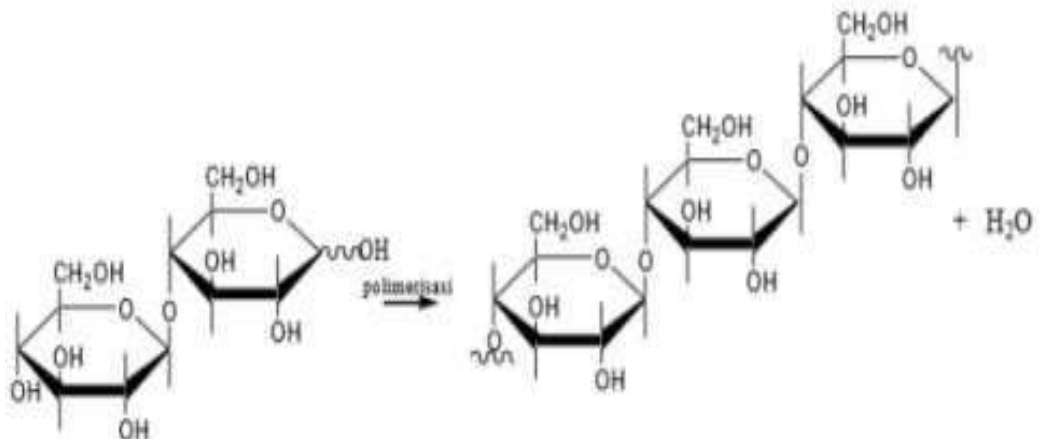
Tahap ketiga adalah reaksi intermolecular glukosa menyambungkan ikatan rantai 1,4 β -glikosida. Reaksi yang terjadi ditampilkan pada gambar 2.5.



Sumber: Hendrianie et al., 2021

Gambar 2.5. Reaksi pembentukan ikatan 1,4 β -glikosida

Tahap keempat adalah reaksi polimerisasi, yaitu reaksi untuk terbentuknya selulosa oleh bakteri *Acetobacter Xylinum*. Tipe polimerisasi yang terjadi adalah polimerisasi kondensasi dengan menghilangkan air. Reaksi yang terjadi



ditampilkan pada gambar 2.6.

Sumber: Hendrianie et al., 2021

Gambar 2.6. Reaksi pembentukan selulosa oleh bakteri *Acetobacter Xylinum*

2.7. Uji Kadar Cu (Tembaga)

Tembaga merupakan unsur kimia dengan symbol Cu dan memiliki nomor atom 29. Cu merupakan bahan logam yang memiliki sifat konduktor dan dapat menghantarkan listrik. Tembaga adalah salah satu unsur mineral yang sangat dibutuhkan dalam proses metabolisme, pembentukan hemoglobin dan fisiologik dalam tubuh hewan (BURNS, 1981). Pada bayi, tembaga berperan untuk membantu perkembangan pada otak, meningkatkan system kekebalan tubuh, dan membantu pertumbuhan tulang yang kuat. Kekurangan tembaga di dalam tubuh juga dapat menyebabkan anemia dan osteoporosis. Namun, jika manusia mengonsumsi terlalu banyak tembaga, dapat menyebabkan keracunan.

Oleh sebab itu pada SNI syarat mutu nata dalam kemasan telah diatur kadar logam Cu yang tepat pada produk nata adalah maksimal sebesar 2 mg/kg. logam Cu pada *nata de tomato* bisa didapatkan dari air maupun ZA yang digunakan sebagai bahan pembuatan *nata de tomato*. Residu logam berat yang berasal dari ZA diduga akan terperangkap di dalam lapisan ekstrapolisakarida yang dihasilkan oleh bakteri nata, sehingga tidak hilang pada saat pencucian ataupun perebusan lembaran nata. Seperti umumnya bakteri, bakteri nata sendiri kemungkinan tidak dapat menghilangkan logam berat selama proses fermentasi berlangsung. Adanya logam dalam produk nata seperti Cu dapat dikategorikan sebagai kontaminan yaitu bahan yang tidak sengaja ditambahkan dalam makanan (Kholifah, 2010).

Pada penelitian *nata de tomato* kali ini, untuk mengetahui kadar Cu pada produk nata, dilakukan pengujian melakukan alat AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*). Alat ini digunakan untuk menentukan kandungan logam dengan kategori logam berat maupun logam ringan. Metode analisisnya digunakan untuk menghitung kuantitas dari unsur- unsur logam dan metalloid berdasarkan pada penyerapan absorpsi radiasi oleh atom bebas pada fase gas.

2.8. Uji Kadar Sukrosa

Sukrosa merupakan bahan yang sangat diperlukan tubuh manusia, hewan, dan tumbuhan. Senyawa ini dalam jaringan tumbuhan tertentu seperti tebu dan bit disimpan sebagai cadangan makanan (Pontoh, 2013). Gula pasir atau sukrosa adalah jenis gula terbanyak di alam, diperoleh dari ekstraksi batang tebu, umbi, nira

palem dan nira pohon maple (*Acer Saccharum*) yang banyak terdapat di Canada dan Amerika Serikat. Jenis gula ini banyak digunakan oleh rumah tangga, rumah makan, catering dan sebagainya. Sebuah molekul sukrosa terdiri dari 2 molekul gula yaitu molekul glukosa dan molekul fruktosa . (Koswara, 2008) . Sukrosa sering digunakan sebagai sumber karbon, karena merupakan gula lokal, harganya murah dan menghasilkan Nata yang tebal dan keras. Kadar sukrosa 5-10% pada media fermentasi akan menghasilkan Nata yang tebal dan keras (Nurhayati, 2006).

Penambahan sukrosa pada air kelapa dengan konsentrasi tertentu bertujuan untuk mempertinggi selulosa yang diperoleh. (Budhiyono, *et all.*,1999) semakin besar penambahan konsentrasi sukrosa, maka rata-rata kadar serat yang dihasilkan semakin tinggi. Penambahan gula juga berfungsi sebagai bahan induser yang berperan dalam pembentukan enzim *ekstraseluler polymerase* yang bekerja menyusun benang-benang nata, sehingga pembentukan nata menjadi maksimal (Pambayun, 2006).

Hal ini diduga karena sukrosa merupakan sumber nutrisi bagi bakteri *Acetobacter xylinum*, sehingga semakin tercukupi nutrisi pada medium maka selulosa yang dihasilkan semakin baik sehingga mampu menghasilkan kadar serat yang tinggi (Majesty, dkk., 2015).

Menurut standar SNI yang mengatur syarat mutu nata dalam kemasan, jumlah sukrosa yang harus terkandung dalam produk nata adalah setidaknya sebanyak 15% dari jumlah keseluruhan produk nata. Oleh sebab itu dilakukan uji kadar sukrosa, yang menggunakan alat refraktometer. Refraktometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi bahan terlarut. Prinsip kerja refraktometer memanfaatkan refraksi cahaya. Cairan yang diuji kadarnya akan diukur indeks biasnya menggunakan refraktometer untuk mengetahui jumlah konsentrasi bahan terlarut pada cairan tersebut.

2.9. Uji Organoleptik

Uji organoleptik yang memiliki nama lain uji indra atau uji sensori, adalah cara pengujian dengan menggunakan panca indra manusia sebagai alat utama untuk pengukuran daya penerimaan terhadap produk. Penilaian dengan indra, banyak digunakan untuk menilai mutu komoditas hasil pertanian dan bahan pangan

(Soekarto, 1981). Syarat yang harus ada dalam uji organoleptik adalah contohnya (sampel), adanya panelis, dan pernyataan respon yang jujur.

Dalam penilaian bahan pangan sifat yang menentukan diterima atau tidak suatu produk adalah sifat indrawinya (Zulistina, 2019). Untuk melaksanakan suatu penilaian organoleptik diperlukan panel. Dalam penilaian mutu atau analisis sifat-sifat sensorik suatu komoditi panel bertindak sebagai instrument atau alat. Alat ini terdiri dari orang atau kelompok orang yang disebut panel yang bertugas menilai sifat atau mutu benda berdasarkan kesan subjektif. Orang yang menjadi anggota panel disebut panelis. Jadi, penilaian makanan secara panel berdasarkan kesan subjektif dari para panelis dengan prosedur sensorik tertentu yang harus dituruti (Soekarto, 1985). Umumnya, untuk mengetahui hasil dari uji organoleptik yang dilakukan, dilakukan uji hedonik, yaitu sebuah pengujian dalam analisa sensori organoleptik yang digunakan untuk mengetahui besarnya perbedaan kualitas di antara beberapa produk sejenis dengan memberikan penilaian atau skor terhadap sifat tertentu dari suatu produk untuk mengetahui tingkat kesukaan suatu produk (Tarwendah, 2017). Tingkat kesukaan ini disebut skala hedonic, misalnya sangat suka, suka, agak suka, agak tidak suka, tidak suka, sangat tidak suka, dan lain- lain (Stone dan Joel, 2004). Prinsip uji hedonik yaitu panelis diminta tanggapan pribadinya tentang kesukaan atau ketidaksukaannya terhadap komoditi yang dinilai, bahkan tanggapan dengan tingkatan kesukaan atau tingkatan ketidaksukaannya dalam bentuk skala hedonik. Dalam penganalisan, skala hedonik ditransformasi menjadi skala numerik dengan angka menaik menurut tingkat kesukaan. Dengan data numerik ini dapat dilakukan analisis statistik (Tarwendah, 2017).

2.10. Manfaat Produk Nata

Produk nata telah dikenal oleh masyarakat luas sebagai makanan yang kaya akan serat. Serat merupakan salah satu sumber makanan yang penting bagi metabolisme tubuh setiap harinya. Sumber makanan berserat sangat banyak dan bermacam-macam, sehingga fungsi dan kerjanya juga berbeda- beda.

Kekurangan serat dapat menimbulkan beberapa penyakit degeneratif, seperti penyakit jantung, stroke, kolestrol tinggi, kanker usus besar, diabetes mellitus, wasir, gangguan pencernaan, dan bahkan obesitas (kegemukan). Nata

termasuk digemari oleh anak-anak maupun orang dewasa karena rasanya yang manis dan teksturnya yang kenyal. Nata biasa disajikan dengan es krim, koktail buah, atau sirup.

Beberapa studi menunjukkan diet rendah lemak tinggi serat sangat membantu dalam mencegah penyakit tersebut (Nurgaheni, 2007) Serat larut air pada nata mampu menurunkan konsentrasi kolestrol plasma darah pada hewan coba tikus, hamster, dan babi. Pemberian makanan yang mengandung serat larut air akan mempengaruhi aktifitas enzim yang berperan dalam biosintesi kolestrol dan asam empedu. Terdapat beberapa mekanisme penurunan kadar kolestrol dan asam empedu. Serat yang ada dalam nata tersebut sangat penting dalam proses fisiologi, bahkan dapat membantu penderita diabetes dan memperlancar pencernaan makanan. Nata juga dipakai sebagai sumber makanan (Rony, 1998).

Terdapat beberapa mekanisme penurunan kadar kolestrol LDL oleh serat pangan, antara lain serat mampu mengubah absorpsi dan metabolisme lipid; asam lemak rantai pendek sebagai hasil dari fermentasi serat mempengaruhi metabolisme kolestrol dan lipoprotein; dan serat dapat mengubah insulin atau konsentrasi hormon.