



**PENGARUH KONSENTRASI
SARI PEPAYA LEWAT MATANG
PADA PEMBUATAN "NATA DE PAPAYA"**

**EPHYVANIA ARLITA RAYA
H51104024**



PERSEKIP	
Tgl.	20 - 0 - 08
Asst.	f a r m a s i
Bart.	f i l s a f
Alp. P.	Hydrat
Alp. S.	261

**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008**

**PENGARUH KONSENTRASI SARI PEPAYA LEWAT MATANG
PADA PEMBUATAN "NATA DE PAPAYA"**

SKRIPSI

**untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi
syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana**

**EPHYVANIA ARLITA RAYA
H51104024**

**JURUSAN FARMASI
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2008**

**PENGARUH KONSENTRASI SARI PEPAYA LEWAT MATANG
PADA PEMBUATAN "NATA DE PAPAYA"**

EPHYVANIA ARLITA RAYA

H511 04 024

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama,



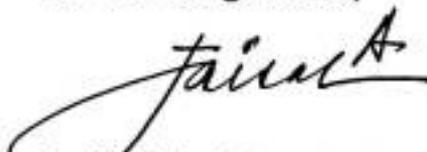
**Dr. M. Natsir Djide, M.S., Apt.
NIP. 130 785 083**

Pembimbing Pertama,



**Drs. H. Burhanuddin Taebe, M.Si., Apt.
NIP. 130 355 937**

Pembimbing Kedua,



**Dr. H. Faisal Attamimi, M.S.
NIP. 130 355 932**

Pada tanggal Agustus 2008

UCAPAN TERIMA KASIH

Tiada kata yang patut diucapkan selain puji dan syukur kehadiran Allah Bapa di Surga atas limpahan kasih dan karuniaNya bagi penulis sehingga skripsi yang berjudul 'Pengaruh Konsentrasi Sari Pepaya Lewat Matang Pada Pembuatan *Nata De Papaya*' ini dapat diselesaikan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin Makassar.

Mengawali ucapan terima kasih ini, perkenankan penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Bapak Dr. M. Natsir Djide, M.S., Apt. selaku pembimbing utama, Bapak Drs. Burhanuddin Taebe, M.Si., Apt. selaku pembimbing pertama dan juga Bapak Dr. H. Faisal Attamimi, MS. selaku pembimbing kedua dan penasehat akademik penulis. Terima kasih atas segala waktu dan pikirannya untuk memberikan bimbingan dan saran-saran yang sangat membantu penulis dalam melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini.

Selanjutnya penulis ucapkan terima kasih yang tak terhingga bagi:

1. Kedua orang tua yang tercinta, Ayahanda Paulus Batti dan Ibunda Alm. Emilia Doria Sitola, yang telah mendidik dan membesarkan penulis serta mami Ema yang telah mendukung dan memberikan semangatnya.

2. Para penguji, Prof. Dr. Tadjuddin Naid, M.Sc. Apt., Dra. Hj. Nursiah Hasyim, CESS, Apt., dan Dra. Sartini, M.Si., Apt. yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun pada penulis.
3. Prof. Dr. Elly Wahyudin, DEA, Apt., selaku Dekan Farmasi Unhas, Dr. rer.nat Marianti A. Manggau, Apt. selaku Pembantu Dekan I, Drs Syaharuddin Kasim, M.Si., Apt. selaku Pembantu Dekan II.
4. Ketua dan Sekretaris Jurusan Farmasi Fakultas Farmasi Unhas.
5. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Farmasi Unhas, serta para asisten atas segala ilmu dan pengetahuan yang tak ternilai bagi penulis.
6. Ketiga adik penulis, Valentinus B. Raya, Aprilista A. Raya, dan Steven Ricardo B. Raya terima kasih atas semuanya.
7. Sahabat -sahabatku: Nila, Ingrid, Suci, Jijah, Nita, Nanong, Ewi, Vivi, Kiki. Rekan - rekan seperjuanganku: Nanik, Arni, Ima, Nini, Kak Sri. Buat rekan-rekan "Capsule 04" walaupun nama kalian tak dapat penulis sebutkan satu persatu namun nama kalian akan tetap penulis kenang sebagai sahabat terbaik yang pernah penulis miliki, terima kasih atas segala bantuan, semangat dan waktu yang telah kalian berikan selama ini. Terima kasih juga buat kakak-kakak dan adik-adik angkatan yang dengan ketulusan hatinya membantu penyelesaian skripsi ini. Gege dan Marina terima kasih semangatnya. Dan juga bagi Yosay terima kasih atas bantuan dan semangatnya bagi penulis.
8. Para staf dan pegawai Akademik Fakultas Farmasi yang telah membantu penulis selama ini.

9. Para laboran Laboratorium Fakultas Farmasi: Kak Lia, Kak Dewi, Kak lis, Ibu Adry, Pak Elly, dan Pak Suaip.
10. Semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan kepada penulis.

Skripsi ini disusun dengan segala keterbatasan sehingga penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu dengan senang hati penulis menerima segala saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan selanjutnya.

Akhirnya, skripsi ini penulis persembahkan kepada bagi orang-orang yang penulis kasihi dan almamater Universitas Hasanuddin tempat penulis menuntut ilmu pengetahuan dan wawasan kemahasiswaan. Semoga bermanfaat bagi dunia pendidikan terutama dalam bidang kefarmasian. Tak lupa permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas segala kesalahan dan kelalaian penulis selama ini. Amin.....

Makassar, Juni 2008

Ephyvania A. Raya

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan nata dari sari pepaya lewat matang dalam beberapa konsentrasi menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi sari pepaya lewat matang yang tepat dalam mencapai ketebalan nata yang paling optimum. Penelitian ini menggunakan 8 konsentrasi sari pepaya lewat matang yaitu 10%, 20%, 30%, 40%, 50 %, 60%, 70%, dan 80% (v/v), dengan penambahan gula 7,5% (b/v). Pembentukan nata didasarkan pada hasil penguraian gula menjadi suatu lapisan pelikel selulosa (nata). Lapisan selulosa ini diukur ketebalannya dengan menggunakan jangka sorong dan ditentukan kualitas tekstur dan warna menggunakan penilaian dari panelis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan sari pepaya lewat matang pada konsentrasi 50% (v/v) dengan waktu fermentasi 14 hari menghasilkan nata dengan ketebalan 14,30 mm dan juga dengan tekstur dan warna yang baik.

Kata kunci : Sari pepaya lewat matang, nata, *Acetobacter xylinum*

ABSTRACT

A research about nata production from papaya over ripe concentrate in several concentration using *Acetobacter xylinum* had been done. The aim of this research was to know the concentration of papaya over ripe concentrate which result most optimum thickness. This research used 8 concentration of papaya over ripe concentrate, i.e 10 %, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% (v/v), with addition of 7,5 % (w/v) sugar. Nata formation was based on chemical decomposition of sugar to a layer of cellulose (nata). The thickness of this cellulose layer was measured by sliding dividers and the quality of texture and colour was determined by panellist evaluation. The research showed that addition of papaya over ripe concentrate at concentration 50% (v/v) with fermentation time 14 days formed nata with 14,30 mm thickness and also with good texture and colour.

Key words : Papaya over ripe concentrate, nata, *Acetobacter xylinum*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENUNJUK.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Nata.....	5
II.1.1 Definisi Nata.....	5
II.1.2 Cara Pembuatan Nata.....	5
II.1.3 Hal-hal yang Mempengaruhi Pembuatan Nata.....	7
II.1.4 Kegunaan Nata.....	14
II.2. Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i>	15
II.2.1 Sifat Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i>	15
II.2.1.1 Sifat Morfologi.....	15

II.2.1.2 Sifat Fisiologi.....	16
II.2.1.3 Pertumbuhan Sel.....	16
II.2.2 Klasifikasi <i>Bakteri Acetobacter xylinum</i>	19
II.2.3 Metabolisme <i>Bakteri Acetobacter xylinum</i>	19
II.3 Pepaya (<i>Carica pepaya</i> Linn.).....	21
II.3.1 Klasifikasi Pepaya.....	21
II.3.2 Morfologi Tanaman Pepaya.....	22
II.3.3 Varietas Pepaya.....	23
II.3.4 Tingkat Kematangan Buah Pepaya.....	23
II.3.5 Kandungan Pepaya.....	24
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN.....	26
III.1 Alat dan Bahan.....	26
III.2 Metode Kerja.....	26
III.2.1 Penyiapan Alat.....	26
III.2.2 Penyiapan Mikroba.....	27
III.2.2.1 Pembuatan Medium Agar Miring.....	27
III.2.2.2 Peremajaan Biakan Mikroba.....	28
III.2.2.3 Pembuatan Medium Starter.....	28
III.2.2.4 Fermentasi Medium Starter.....	28
III.2.3 Pengambilan Bahan Penelitian.....	28
III.2.4 Pembuatan Sari dari Pepaya Lewat Matang (Stok)	29
III.2.5 Pembuatan Larutan Gula (75%).....	29
III.2.6 Pembuatan Nata Sari Pepaya Lewat Matang 10 %	29

III.2.7 Pengukuran Ketebalan Nata.....	30
III.2.8 Uji Organoleptis	31
III.3 Pengumpulan Data.....	31
III.4 Analisis Data.....	31
III.5 Pembahasan Hasil.....	31
III.6 Pengambilan Kesimpulan.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
IV.1 Hasil Penelitian.....	32
IV.2 Pembahasan.....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
V.1 Kesimpulan.....	37
V.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hubungan antara jenis sumber nitrogen dengan sifat pembentukan nata.....	13
2. Kandungan buah pepaya tiap 100 g.....	24
3. Formula Pembuatan Nata.....	43
4. Formula Kontrol Pembuatan Nata.....	43
5. Hasil Pengukuran Ketebalan Nata yang Diperoleh.....	44
6. Hasil Pengamatan Uji Organoleptis (Tekstur) Nata yang Diperoleh.....	44
7. Hasil Pengamatan Uji Organoleptis (Warna) Nata yang Diperoleh.....	45
8. Perbandingan Antara Konsentrasi (Ketebalan).....	50
9. Perbandingan Antara Konsentrasi (Tekstur).....	54
10. Perbandingan Antara Konsentrasi (Warna).....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram pembentukan selulosa bakteri dengan ikatan 1-4- β -D-Glukosa.....	20
2. Grafik hubungan antara konsentrasi (%) sari pepaya lewat matang dan ketebalan nata.....	61
3. Grafik hubungan antara konsentrasi (%) sari pepaya lewat matang nata dan tekstur nata.....	61
4. Grafik hubungan antara konsentrasi (%) sari pepaya lewat matang dan warna nata.....	62
5. Hasil fermentasi "Nata de Papaya" dari sari pepaya lewat matang.....	63
6. Hasil kontrol fermentasi "Nata de Papaya" dari sari pepaya lewat matang.....	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Skema Kerja.....	40
B. Hasil Penelitian.....	44
C. Analisa Statistik Ketebalan Nata dengan Menggunakan Rancangan Acak Lengkap.....	46
D. Analisa Statistik Tekstur Nata dengan Menggunakan Rancangan Acak Lengkap.....	51
E. Analisa Statistik Warna Nata dengan Menggunakan Rancangan Acak Lengkap.....	56

BAB I

PENDAHULUAN

Nata merupakan jenis makanan yang sudah lama dikenal di negara Filipina. Saat ini, nata menjadi makanan atau minuman yang disukai oleh masyarakat Indonesia (1).

Nata adalah kata yang diterjemahkan dari bahasa latin "natare" yang berarti terapung-apung, sedangkan "*Encyclopedia Universal Illustrade*" mendefinisikan sebagai suatu lapisan yang terbentuk pada permukaan media yang menggunakan gula (2). Definisi nata adalah suatu zat yang menyerupai gel, tidak larut dalam air dan terbentuk pada permukaan media fermentasi air kelapa dan beberapa sari buah masam (3).

Umumnya, nata yang beredar di pasaran saat ini diolah dari air kelapa, juga dapat dibuat dari aneka buah seperti nenas, tomat, kedondong atau jenis buah-buahan lain. Bahkan, limbah cair tahu dan cairan lendir biji kakao biasa digunakan sebagai bahan baku pembuatan nata. Nata termasuk produk hasil fermentasi, seperti tape singkong, bakteri yang digunakan adalah bakteri asam asetat (aceto = asetat, bacter=bakteri) jika ditumbuhkan pada media cair yang mengandung gula akan menghasilkan asam cuka atau asam asetat dan lapisan putih yang terapung-apung di permukaan media cair tersebut, lapisan putih itulah yang disebut sebagai nata (4). Dalam perkembangannya, "nata de coco" menyebar ke berbagai negara penghasil kelapa, termasuk Indonesia. Di

Indonesia, "nata de coco" mulai dikenal sekitar tahun 1987 dan sampai saat ini sudah menjadi makanan biasa (5).

Air kelapa dapat dimanfaatkan sebagai media untuk produksi "nata de coco". "Nata de coco" merupakan hasil fermentasi air kelapa dengan bantuan mikroba *Acetobacter xylinum*, yang berbentuk padat, berwarna putih, berasa tawar dan bertekstur kenyal. Selain banyak diminati karena rasanya yang enak dan kaya serat, pembuatan "nata de coco" pun tidak sulit dan biayanya tidak banyak sehingga bisa menjadi alternatif usaha yang dapat memberikan keuntungan (6).

Tahap-tahap yang perlu dilakukan dalam pembuatan nata adalah persiapan media, starter, inokulasi, fermentasi/pengeraman, pemanenan, dan penghilangan asam (7).

Air kelapa sebagai bahan baku pembuatan nata yakni "nata de coco" dapat juga dimanfaatkan sebagai medium kultur jaringan, pembuatan alkohol, dekstran, asam asetat, dan pembuatan kecap. Beragamnya penggunaan air kelapa dewasa ini menyebabkan jumlah air kelapa yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan nata semakin sedikit. Nata juga dapat dibuat dengan bahan dasar nenas tetapi nenas bersifat musiman sehingga industri pembuatan nata dari nenas tidak dapat berlangsung sepanjang tahun. Hal inilah yang mendasari sehingga perlu penemuan cara pembuatan nata menggunakan bahan dasar lain yang tersedia dengan mudah sepanjang tahun dan murah

harganya. Salah satunya adalah buah pepaya, dalam hal ini digunakan pepaya yang telah lewat matang.

Pepaya termasuk tanaman dari keluarga Caricaceae dan genus *Carica*. Genus *Carica* mempunyai lebih kurang 40 jenis, tetapi yang dapat dikonsumsi hanya tujuh jenis, diantaranya *Carica papaya* Linn. (8). Di Indonesia tanaman pepaya tersebar luas bahkan telah menjadi tanaman pekarangan. Manfaat buah pepaya antara lain sebagai penunjang nutrisi/gizi terutama vitamin A dan C. Buah pepaya masak yang mudah rusak dapat diolah menjadi makanan seperti sari pepaya dan dodol pepaya. Dalam industri makanan, buah pepaya sering dijadikan bahan baku pembuatan (pencampur) saus tomat yakni untuk penambah cita rasa, warna, dan kadar vitamin. Pepaya juga menghasilkan getah papain yang dapat melunakkan daging. Getah papain digunakan pada industri minuman sebagai penjernih, industri farmasi dan tekstil (9).

Kegunaan penelitian yaitu untuk pemanfaatan buah pepaya lewat matang yang tidak laku di pasaran dan hanya dibuang begitu saja. Sehubungan dengan hal tersebut maka akan dilakukan penelitian tentang pengaruh konsentrasi sari pepaya lewat matang pada pembuatan "nata de papaya".

Maksud penelitian ini adalah melihat pengaruh konsentrasi sari pepaya lewat matang dalam pembuatan "nata de papaya". Tujuan penelitian ini adalah mengetahui konsentrasi sari pepaya lewat matang

yang tepat dalam mencapai ketebalan "nata de papaya" yang paling optimal.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Nata

II.1.1 Definisi Nata

Nata adalah biomassa yang sebagian besar terdiri dari selulosa, berbentuk agar dan berwarna putih. Massa ini berasal dari pertumbuhan *Acetobacter xylinum* pada permukaan media cair yang asam dan mengandung gula (10).

Kata nata berasal dari bahasa Spanyol yang diterjemahkan dari bahasa Latin "*natare*" yang berarti terapung-apung (11).

II.1.2 Cara Pembuatan Nata

Fermentasi nata dilakukan melalui tahap-tahap berikut : (12)

a. Pemeliharaan biakan murni *A. xylinum*.

Fermentasi nata memerlukan biakan murni *A. xylinum*. Biakan murni ini harus dipelihara hingga dapat digunakan setiap saat diperlukan.

Pemeliharaan tersebut meliputi :

- Proses penyimpanan sehingga dalam jangka waktu yang cukup lama kemampuan hidup mikroba tetap dapat dipertahankan.
- Penyegaran kembali mikroba yang telah disimpan sehingga terjadi pemulihan kemampuan hidup dan mikroba dapat disiapkan sebagai inokulum fermentasi.

b. Pembuatan starter

Starter adalah populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan pada media fermentasi. Mikroba pada starter tumbuh dengan cepat dan fermentasi segera terjadi. Media starter biasanya identik dengan media fermentasi. Media ini diinokulasikan dengan biakan murni dari agar miring yang masih segar (umur enam hari). Starter dapat digunakan 6 hari setelah diinokulasi dengan biakan murni. Pada permukaan starter akan tumbuh mikroba membentuk lapisan berwarna putih. Lapisan ini disebut nata. Semakin lama lapisan ini semakin tebal sehingga ketebalannya mencapai 1,5 cm. Starter yang telah berumur 9 hari (dihitung setelah diinokulasikan dengan biakan murni) tidak dianjurkan digunakan lagi karena kondisi fisiologis mikroba tidak optimum bagi fermentasi dan tingkat kontaminasi makin tinggi. Volume starter disesuaikan dengan volume media fermentasi yang akan disiapkan. Dianjurkan volume starter tidak kurang dari 5 % volume media yang akan difermentasikan menjadi nata. Pemakaian starter yang terlalu banyak tidak dianjurkan karena tidak ekonomis.

Starter dibuat dengan tujuan memperbanyak jumlah bakteri *A. xylinum* sehingga enzim yang dihasilkan lebih banyak dan reaksi pembentukan nata dapat berjalan lebih lancar. Tujuan lainnya adalah agar bakteri asing dapat terhambat pertumbuhannya karena jumlah *A. xylinum* lebih dominan. Selain itu, pembuatan starter dapat mempercepat penyesuaian diri *A. xylinum* dari media padat ke media cair (1).

c. Fermentasi

Fermentasi dilakukan pada media cair yang telah diinokulasikan dengan starter. Fermentasi berlangsung pada kondisi aerob (membutuhkan oksigen). Mikroba tumbuh terutama pada permukaan media. Fermentasi dilangsungkan sampai nata yang terbentuk cukup tebal (1,0 – 1,5 cm). Biasanya ukuran tersebut telah tercapai setelah 10 hari (semenjak diinokulasi dengan starter) dan fermentasi diakhiri pada hari ke-15. Jika fermentasi tetap diteruskan, kemungkinan permukaan nata akan mengalami kerusakan oleh mikroba pencemar.

Nata berupa lapisan putih seperti agar. Lapisan nata mengandung sisa media yang sangat masam. Rasa dan bau masam tersebut dapat dihilangkan dengan perendaman dan perebusan air bersih (13).

II.1.3 Hal-hal yang Mempengaruhi Pembuatan Nata

Nata sebetulnya merupakan pelikel dari bakteri *A. xylinum* maka ketebalan dan kualitas nata yang terbentuk dari proses pembuatan nata tergantung pada aktifitas bakteri *A. xylinum*. Aktifitas dari bakteri *A. xylinum* dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : (14)

a. Faktor Inokulum

Umur biakan starter pada pembuatan nata sangat mempengaruhi rendamen dan ketebalan nata yang diperoleh karena umur ini berkaitan erat dengan aktifitas bakteri pembentuk nata (14). Oleh karena itu, faktor yang harus diperhatikan pada pembuatan nata adalah pengaturan kondisi pertumbuhan bakteri, perlakuan yang aseptik terhadap bahan dasar dan

alat-alat yang digunakan dalam fermentasi. Sel bakteri yang digunakan harus muda, jumlah larutan yang sesuai serta harus diperhatikan ketelitian dan perlakuan yang aseptis untuk menghindari kontaminasi mikroba (15).

Untuk memperoleh hasil yang maksimal dalam pembuatan nata, sebaiknya digunakan biakan yang berumur 48 jam (14). Pada umur biakan starter 48 jam, kemungkinan *A. xylinum*, dalam keadaan fase logaritma yaitu berdasarkan pada fase logaritma yang pada waktu generasi yang paling pendek dan konstan. Jumlah bakteri untuk generasi ini menjadi dua kali lipat dan metabolismenya paling giat. Biakan starter pada fase ini, jika dipindahkan pada medium yang sama komposisinya, maka kecepatan pertumbuhannya akan tetap seperti fase logaritma. Sehingga tidak perlu lagi melalui fase permulaan dan pertumbuhan dipercepat. Jadi untuk memperoleh ketebalan pelikel yang maksimum, akan memerlukan umur biakan starter sekitar 48 jam. Sedangkan jika media sediaan fermentasi mengandung biakan yang umurnya sudah tua, akan mudah mengalami kontaminasi dan aktivitas biologisnya menurun, sehingga menghasilkan nata (pelikel) yang tipis dan jelek penampakkannya (12).

Selain itu, inokulum yang akan digunakan sebagai starter harus mengandung mikroba yang produktif dan apabila mikroba yang digunakan berasal dari biakan yang tua (lebih dari 5 hari) maka terlebih dahulu harus diremajakan (15).

b. Penambahan Gula

Beberapa parameter kondisi optimum untuk memproduksi nata yang mempengaruhi adalah konsentrasi gula yang ditambahkan pada medium fermentasi berpengaruh terhadap kadar air, kekenyalan dan derajat keputihan nata (15).

Gula merupakan sumber energi bagi mikroba yang dapat menghasilkan asam asetat bersamaan dengan terbentuknya selulosa yang membungkus sel bakteri. Penambahan gula seperti yang dilaporkan dapat meningkatkan viskositas, tegangan permukaan dan tekanan osmotik media sekitar 6,8 kg/cm. Semakin banyak gula yang ditambahkan maka rendamen nata yang diperoleh juga meningkat, namun demikian dalam proses pembuatan nata, penambahan gula tidak dilakukan dimana kadar gula media sudah mencapai 7,5 % karena dikhawatirkan pada tekanan yang lebih besar atau tingkat konsentrasi gula yang lebih besar dari 7,5 % dapat menghambat aktivitas bakteri *A. xylinum* (16).

c. Pengaruh Keasaman

Bakteri *A. xylinum* tergolong bakteri asam asetat yang menyukai suasana asam atau pH rendah. Tingkat keasaman media fermentasi sangat dipengaruhi jumlah asam yang ditambahkan sehingga keasaman ini sangat berpengaruh pada pertumbuhan dan aktivitas *A. xylinum* sehingga diperlukan adanya kondisi yang optimum (16).

Pada pH yang lebih rendah dari 3,5 menyebabkan kondisi yang terlalu asam selama proses fermentasi berlangsung dan sebaliknya pada

pH yang lebih besar dari 4,5 akan memungkinkan adanya kontaminasi seperti oleh kapang, khamir dan bakteri-bakteri lainnya yang dapat mengacaukan proses fermentasi *A. xylinum* (16).

Selama fermentasi berlangsung, sebagian komponen gula mengalami dekomposisi dan terbentuk senyawa-senyawa seperti asam asetat, asam laktat dan fraksi-fraksi lainnya. Penurunan pH yang terjadi dapat mengurangi keaktifan bakteri *A. xylinum* (16). Asam-asam yang dihasilkan dari aktivitas bakteri *A. xylinum* tidak cukup untuk menetralkan komponen basa yang ada sehingga meningkatnya pH yang terjadi dapat mengurangi optimalisasi pertumbuhan serta aktivitas *A. xylinum* yang lebih menyukai suasana asam (14).

Tingkat keasaman diatur dengan menggunakan asam asetat glasial. pH medium yang baik sekitar 3,5 – 4,5 dan suhu ruangan pemeraman 28^o C – 30^o C (17).

d. Lama Fermentasi

Dalam seluruh proses fermentasi, komposisi kimia sel mengalami perubahan karena nutrisi akan dikonsumsi dan zat-zat metabolik akan diproduksi. Sebagai akibatnya, lingkungan pada starter akan mantap. Laju pertumbuhan tidak berpengaruh oleh konsentrasi tertentu. Pada fase logaritma komposisi makromolekul sel tetap konstan (17).

Pada beberapa titik pertumbuhan mulai menurun karena nutrisi esensial telah menjadi berkurang dan adanya hambatan dari produk metabolik yang ditimbun. Bagaimanapun sel-sel tersebut akan mengalami

transisi sehingga laju pertumbuhan menjadi nol. Dengan demikian fase stasioner akan terjadi bila semua sel berhenti membelah diri atau bila sel hidup dan sel mati mencapai kesetimbangan yaitu dengan laju kematian. Kalau inkubasi dilanjutkan, maka berbagai hal akan dapat terjadi (17). Hal demikian dapat terjadi pada fermentasi nata dimana pada kondisi yang sesuai, lapisan nata akan terbentuk secara perlahan yang semakin lama semakin tebal di permukaan media. Lapisan ini mulai nampak setelah dibiarkan 3-4 hari pada suhu kamar (25°C – 28°C). Namun jika proses fermentasi terlalu lama atau lebih dari 18 hari akan cenderung mengandung kontaminasi karena jamur serta bakteri kontaminan mudah tumbuh dan berkembang biak. Hal ini disebabkan oleh naiknya pH medium (17).

Nata sudah dapat dipanen setelah berumur 12-15 hari. Pemanenan nata dapat dilakukan secara bertahap tergantung dari jumlah nata dan kondisi wadah fermentasi yang digunakan. Sifat "over oksidasi" bakteri ini mengakibatkan asam asetat diubah lebih lanjut menjadi gas CO_2 dan H_2O , sehingga kadar asam dalam medium menjadi berkurang. Peristiwa ini terjadi bila dalam medium telah habis dimetabolisir. Oleh sebab itu, pemeraman lebih lama dari 15 hari cenderung mengundang kontaminan yang disebabkan oleh kenaikan pH medium (17).

e. Kebutuhan Oksigen

Salah satu sifat dari bakteri yang tergolong *Acetobacter* adalah obligat aerobik. Berdasarkan dari sifat dan aktivitas yang dimiliki oleh

bakteri *A. xylinum*, proses pemakaian oksigen dapat dijelaskan sebagai berikut : (a) mula-mula oksigen dari udara digunakan untuk menjalankan mekanisme oksidatif yaitu memetabolisir komponen gula dan energi yang dihasilkan, digunakan untuk melangsungkan metabolisme zat dalam sel bakteri tersebut. (b) setelah sumber oksigen tersebut relatif habis (anaerobik), *A. xylinum* mulai menjalankan aktivitas spesifikasinya secara perlahan-lahan membentuk "extracellular cellulose" atau dikenal pula dengan "nata" (14).

f. Pengaruh Sumber nitrogen

Nutrien digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan nitrogen, karbon, vitamin dan mineral bagi pertumbuhan mikroba. Sebagai sumber nitrogen dan mineral, biasanya digunakan extract yeast, pepton, amonium fosfat, natrium nitrat, magnesium sulfat dan amonium sulfat. Sumber nitrogen yang biasanya digunakan 0,25 % (12).

Penambahan sumber nitrogen pada taraf konsentrasi yang lebih besar dari 0,25 % dapat menyebabkan kenaikan pH media mencapai 8,2 sedangkan tanpa penambahan sumber nitrogen pH media hanya sekitar 4,0 semakin tinggi pH media maka semakin banyak pula jumlah asam yang dibutuhkan untuk mencapai pH optimum pertumbuhan dan aktivitas bakteri *A. xylinum* (12).

Tabel di bawah ini menunjukkan hubungan antara jenis sumber nitrogen dengan sifat pembentuk nata (12).

Tabel 1. Hubungan antara jenis sumber nitrogen dengan sifat pembentukan nata.

Sumber nitrogen	Sifat pembentukan pelikel
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Pembentukan pelikel terjadi sangat lambat
NaNO_3	Pertumbuhan sedang
Yeast extract	Pertumbuhan pembentukan pelikel sangat baik/cepat dan berupa lapisan yang keras
Pepton	Pertumbuhan pembentukan pelikel sangat baik/cepat dan berupa lapisan yang keras

Peningkatan konsentrasi nitrogen dalam substrat dapat meningkatkan jumlah polisakarida yang terbentuk, sedangkan ion-ion bivalensi seperti Mg, Ca dan lain-lain sangat diperlukan untuk mengontrol kerja enzim-enzim ekstraseluler dan membentuk ikatan polisakarida tersebut (14).

Sintesa polisakarida oleh bakteri yang tergolong "Bakterial Polisakarida" sangat dipengaruhi oleh ion-ion metal tertentu yang dapat mengkatalisis kegiatan bakteri yang bersangkutan, misalnya penguraian garam amonium fosfat yaitu unsur nitrogen dan fosfat. Kedua komponen

tersebut merupakan nutrisi yang dibutuhkan oleh bakteri yang tergolong bakteri polisakarida (15).

II.1.4 Kegunaan Nata

Nata sebenarnya tidak mempunyai nilai gizi yang berarti bagi manusia, oleh sebab itu produk ini dapat dipakai sebagai sumber makanan rendah energi untuk keperluan diet (18).

Makanan ringan ini sangat terkenal di Jepang sebagai makanan diet untuk gadis muda. Orang Jepang percaya bahwa nata dapat menjaga tubuh dari serangan kanker kolon dan menguntungkan karena dapat membuat lebih langsing. "Nata de coco" memiliki serat yang tinggi, baik untuk sistem pencernaan, rendah kalori dan tidak mengandung kolesterol (18).

Di Jepang, "nata de coco" digunakan sebagai bahan makanan yang biasa dicampur dengan mi. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan orang Jepang, ternyata "nata de coco" bisa dijadikan sebagai bahan baku untuk membuat membran "sound system". Hasilnya, loud speaker yang menggunakan membran "sound system" dari "nata de coco" memiliki suara yang lebih bersih (5).

Nata juga bermanfaat sebagai bahan baku pembuatan kapsul, biomembran, filter bakteri, dan sebagai bahan baku pembuatan kertas (19).

II.2 Bakteri *Acetobacter xylinum*

II.2.1 Sifat Bakteri *Acetobacter xylinum*

Meskipun ciri yang dimiliki hampir sama dengan spesies lainnya tetapi dapat dibedakan dengan spesies lainnya karena *A. xylinum* mempunyai sifat yang unik, bila ditumbuhkan pada media yang mengandung gula, bakteri akan memecah komponen gula membentuk suatu polisakarida yang dikenal dengan selulosa ekstra sel (nata). Bakteri ini termasuk kelompok bakteri pengganggu pada industri minuman beralkohol dan hal tersebut dikarenakan sifat yang sangat oksidatif (over oxidizer) sehingga mampu mengoksidasi lebih lanjut menjadi asam asetat (20).

A. xylinum merupakan salah satu dari sejumlah kecil prokariot yang dapat mensintesa polisakarida berupa selulosa. Pada media cair, bakteri membentuk beberapa sentimeter fibril yang dapat mensintesa polisakarida dan bakteri itu sendiri terperangkap dalam massa fibriler yang terbentuk. Energi yang ditimbulkan dari proses perombakan gula tersebut digunakan untuk menjalankan metabolisme zat dalam sel bakteri tersebut (20).

II.2.1.1 Sifat Morfologi

A. xylinum merupakan bakteri berbentuk batang pendek, yang mempunyai panjang 2 mikron dan lebar 0,6 mikron dengan permukaan dinding yang berlendir. Bakteri ini bisa membentuk rantai pendek dengan

satuan 6-8 sel. Bersifat nonmotil dan dengan pewarnaan Gram menunjukkan Gram negatif (21).

Bakteri ini tidak membentuk endospora maupun pigmen. Pada kultur sel yang masih muda, individu sel berada sendiri-sendiri dan transparan. Koloni yang sudah tua membentuk lapisan menyerupai gelatin yang kokoh menutupi sel dan koloninya. Pertumbuhan koloni pada medium cair setelah 48 jam inokulasi akan membentuk lapisan pelikel dan dapat dengan mudah diambil dengan jarum ose (21).

II.2.1.2 Sifat Fisiologi

Bakteri ini dapat membentuk asam dari glukosa, etil alkohol dan propil alkohol, tidak membentuk indol dan mempunyai kemampuan mengoksidasi asam asetat menjadi CO_2 dan H_2O . Sifat yang paling menonjol dari bakteri ini adalah memiliki kemampuan untuk mempolimerisasi glukosa hingga menjadi selulosa. Selanjutnya, selulosa tersebut membentuk matrik yang dikenal sebagai nata (21).

II.2.1.3 Pertumbuhan Sel

Pertumbuhan sel didefinisikan sebagai pertumbuhan secara teratur semua komponen di dalam sel hidup. Umur sel ditentukan segera setelah proses pembelahan sel selesai, sedangkan umur kultur ditentukan dari lamanya inkubasi (21). Pada organisme uniseluler (bersel tunggal) yang disebut pertumbuhan adalah penambahan jumlah sel, yang berarti juga penambahan jumlah organisme, misalnya pertumbuhan yang terjadi pada suatu kultur mikroba (22).

Dalam satu waktu generasi, bakteri akan melewati beberapa fase pertumbuhan sebagai berikut (21) :

1. Fase Adaptasi

Begitu dipindahkan ke media baru, bakteri *A. xylinum* tidak akan langsung tumbuh dan berkembang. Pada fase ini, bakteri akan terlebih dahulu menyesuaikan diri dengan substrat dan kondisi lingkungan barunya. Oleh sebab itu, fase ini disebut fase adaptasi. Meskipun tidak mengalami perbanyakan sel, pada fase ini terjadi aktivitas metabolisme dan bahkan pembesaran sel. Lama fase ini ditentukan oleh medium dan lingkungan pertumbuhan serta jumlah inokulum. Fase adaptasi ini bagi *A. xylinum* dicapai antara 0-24 jam atau 1 hari sejak inokulasi. Makin cepat fase ini dilalui, makin efisien proses pembentukan nata yang terjadi.

2. Fase Pertumbuhan Awal

Fase ini sel mulai membelah dengan kecepatan rendah. Fase ini menandai diawalinya fase pertumbuhan eksponensial. Fase ini dilalui dalam beberapa jam.

3. Fase Pertumbuhan Eksponensial

Salah satu ciri pertumbuhan eksponensial adalah laju peningkatan sel berjalan lambat pada awal pertumbuhan lalu meningkat secara cepat dengan bertambahnya waktu (23).

Fase ini disebut juga sebagai fase pertumbuhan logaritmik, yang ditandai dengan pertumbuhan yang sangat cepat. Untuk bakteri *A. xylinum*, fase ini dicapai dalam waktu antara 1-5 hari tergantung pada

kondisi lingkungan. Pada fase ini juga, bakteri nata mengeluarkan enzim ekstraseluler polimerase sebanyak-banyaknya, untuk menyusun polimer glukosa menjadi selulosa (matrik nata). Fase ini sangat menentukan tingkat kecepatan suatu strain *A. xylinum* dalam membentuk nata.

4. Fase Pertumbuhan Lambat

Pada fase ini, terjadi pertumbuhan yang diperlambat karena ketersediaan nutrisi telah berkurang, terdapatnya metabolit yang bersifat toksik yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri, dan umur sel telah tua. Pada fase ini, pertumbuhan tidak lagi stabil, tetapi jumlah sel yang tumbuh masih lebih banyak daripada jumlah sel yang mati.

5. Fase Pertumbuhan Tetap

Pada fase ini, jumlah sel yang tumbuh relatif sama dengan jumlah sel yang mati. Penyebabnya adalah di dalam media terjadi kekurangan nutrisi, pengaruh metabolit toksik lebih besar, dan umur sel semakin tua. Namun, pada fase ini, sel akan lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim jika dibandingkan dengan ketahanannya pada fase yang lain. Matrik nata lebih banyak diproduksi pada fase ini.

6. Fase Menuju Kematian

Pada fase ini, bakteri mulai mengalami kematian karena nutrisi telah habis dan sel kehilangan banyak energi cadangannya.

7. Fase Kematian

Pada fase ini, sel dengan cepat mengalami kematian, dan hampir merupakan kebalikan dari fase logaritmik. Sel mengalami lisis dan melepaskan komponen yang terdapat didalamnya. Kecepatan kematian dipengaruhi oleh nutrisi, lingkungan, dan jenis bakteri. Untuk *A. xylinum*, fase ini dicapai setelah hari kedelapan hingga lima belas. Pada fase ini, *A. xylinum* tidak baik digunakan sebagai bibit nata.

II.2.2 Klasifikasi Bakteri *Acetobacter xylinum*

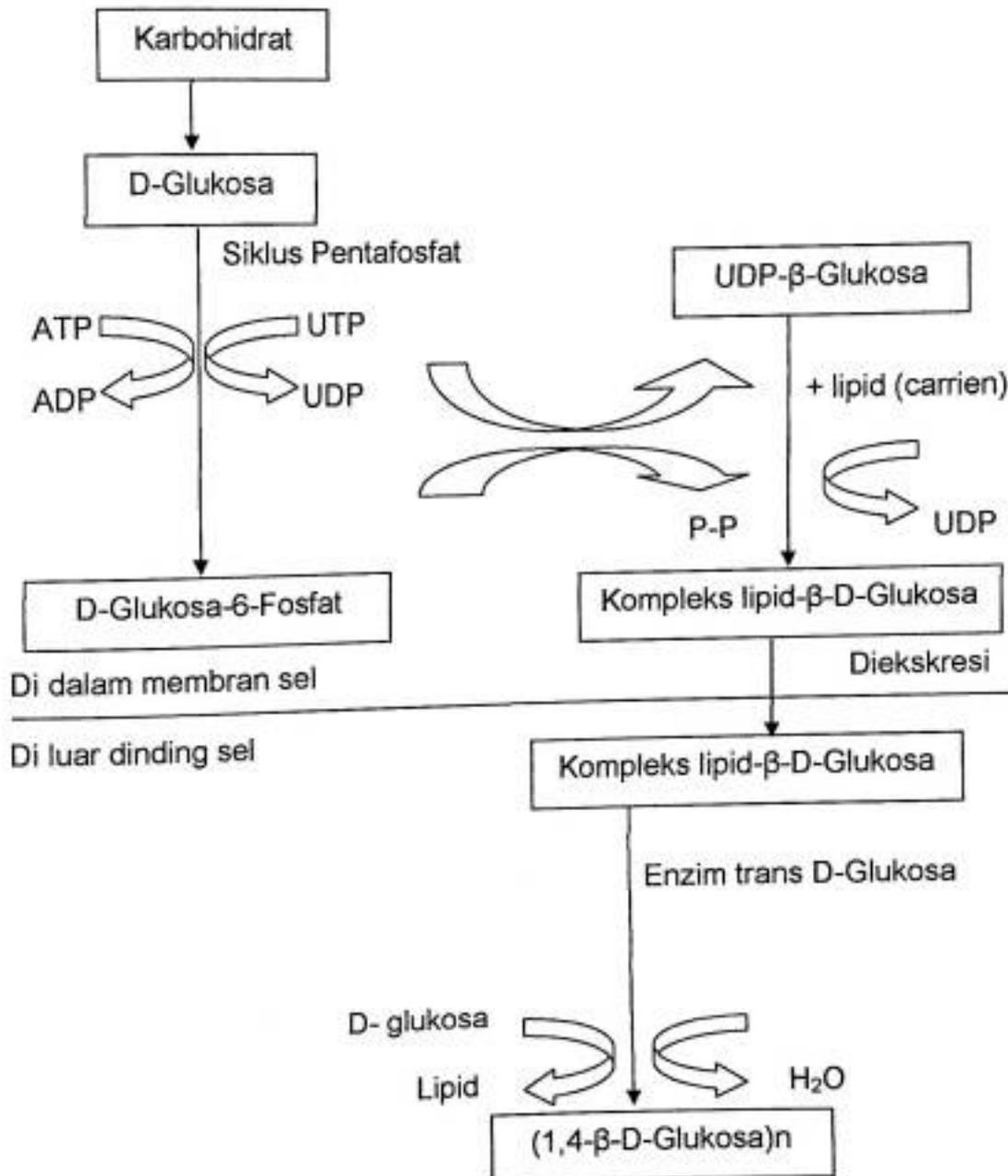
Klasifikasi bakteri *A. xylinum* yaitu (20) :

Kingdom	: Monera
Divisi	: Protophyta
Kelas	: Schizomycetes
Ordo	: Eubacteriales
Suku	: Pseudomonaceae
Marga	: Acetobacter
Jenis	: <i>Acetobacter xylinum</i>

II.2.3 Metabolisme Bakteri *Acetobacter xylinum*

Biosintesa nata berawal dari proses hidrolisis karbohidrat yang berasal dari media, dimana sel-sel bakteri tersebut akan mengambil glukosa dari larutan gula, kemudian glukosa tersebut digabungkan dengan asam lemak membentuk prekursor dan penciri nata pada membran sel. Prekursor selanjutnya dikeluarkan dalam bentuk ekskresi dan bersama enzim mempolarisasi glukosa menjadi selulosa luar sel (20).

Bila ditumbuhkan pada media yang mengandung gula, bakteri penghasil nata dapat mengubah gula menjadi selulosa. Selulosa yang diekskresikan ke dalam medium tersebut berupa benang-benang yang bersama dengan polisakarida membentuk suatu jalinan seperti tekstil.



Gambar 1. Diagram pembentukan selulosa bakteri dengan ikatan 1-4-β-D-Glukosa

Dari hasil penelitian dengan sinar X (difraksi sinar X) ternyata pola selulosa yang terbentuk oleh bakteri *A. xylinum* identik dengan struktur selulosa kapas. Selulosa bakteri (nata) yang disintesis di dalam sel dan kemudian dilepaskan keluar sel adalah hasil samping dari aktivitas *A. xylinum*. Zat tersebut merupakan suatu polimer glukosa dengan ikatan 1-4- β -D-glukosa, sama seperti selulosa yang dibentuk oleh tumbuhan (17).

Biosintesis selulosa meliputi beberapa tahap, yaitu aktivasi monomer, transfer monomer teraktivasi dari dalam sel ke luar sel dan penyusunan polimer. Enzim yang terlibat dalam sintesa selulosa tertambat dan terikat pada membran sel sehingga laju sintesis tidak turun dengan adanya pencucian (17).

Biosintesis selulosa dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kandungan oksigen pada permukaan medium, kondisi medium mengalami agitasi atau tidak dan sumber karbon. Biosintesis selulosa akan menjadi optimum pada keadaan diam dan menurun atau tidak terjadi sintesis pada keadaan yang mengalami agitasi (17).

II.3 Pepaya (*Carica papaya* Linn.)

II.3.1 Klasifikasi Pepaya

Klasifikasi tanaman pepaya yaitu(24) :

Dunia	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae

Subkelas	: Dialypetalae
Bangsa	: Parietales
Suku	: Caricaceae
Marga	: Carica
Jenis	: <i>Carica papaya</i> Linn.
Sinonim	: <i>Papaya vulgaris</i> D. C.

II.3.2 Morfologi Tanaman Pepaya

Pohon berbatang basah, tumbuh tegak, silindris bercabang atau tidak, dalam rongga seperti sepon dan berongga, luar dengan bekas-bekas daun. Daun tersusun rapat, dengan rumus $3/8$ pada ujung-ujung batang atau cabang, tangkai bulat, berongga 25-100 cm panjangnya, helaian daun bulat, berbagi atau bercangap menjadi, pangkal bangun jantung atau berlekuk, ujung runcing, diameter 25-75 cm. Taju-taju yang bercangap menyirip tak beraturan. Bunga berkelamin tunggal berumah dua atau poligom. Bunga jantan dan beberapa bunga seringkali dalam tandan yang bertangkai panjang. Kelopak kecil, mahkota bangun terompet, putih kekuning-kuningan dengan tepi bertaju 5 dan buluh yang sempit. Kepala sari bertangkai pendek atau hampir duduk. Bunga betina kebanyakan terpisah dengan mahkota yang bebas atau hampir bebas. Buahnya buah buni, berdaging lunak dan berair, warna kuning jingga. Biji banyak dikelilingi oleh selaput tetapi sebelah dalam selaput kasar seperti berduri (24).

II.3.3 Varietas Pepaya

Varietas pepaya lebih banyak dikenal dari bentuk, ukuran, warna, rasa, dan tekstur buahnya. Berdasarkan parameter tersebut maka dikenal buah pepaya yang berukuran besar atau kecil, berbentuk bulat atau lonjong, daging buah berwarna merah atau kuning, keras atau lunak berair, rasanya manis atau kurang manis, dan kulit buah licin menarik atau kasar tebal. Berat buah pepaya berkisar antara 0,5 – 9 kg (25).

Di Indonesia, varietas pepaya yang banyak ditanam adalah pepaya semangka, pepaya jinggo, dan pepaya cibinong. Selain itu, dikenal juga varietas pepaya mas, pepaya item, dan pepaya ijo. Belakangan mulai pula banyak ditanam pepaya Thailand, pepaya Meksiko, dan pepaya Solo (25).

II.3.4 Tingkat Kematangan Buah Pepaya

Tingkat kematangan buah pepaya biasanya dinyatakan dalam bentuk buah muda, buah tua, buah mengkal, buah masak, dan buah terlalu masak (lewat matang) (25) :

- 1) Buah muda yaitu buah yang masih dalam proses pertumbuhan dan pembentukan ke arah tingkat buah tua. Bentuk, berat, dan komposisi buah masih belum utuh dan belum lengkap. Kulit buah berwarna hijau muda dan mengandung banyak getah. Buah muda hanya cocok digunakan untuk sayur.
- 2) Buah tua (*green mature stage*) ditandai dengan warna kulitnya yang masih berwarna hijau. Getah sudah banyak berkurang dan encer. Secara

II.3.3 Varietas Pepaya

Varietas pepaya lebih banyak dikenal dari bentuk, ukuran, warna, rasa, dan tekstur buahnya. Berdasarkan parameter tersebut maka dikenal buah pepaya yang berukuran besar atau kecil, berbentuk bulat atau lonjong, daging buah berwarna merah atau kuning, keras atau lunak berair, rasanya manis atau kurang manis, dan kulit buah licin menarik atau kasar tebal. Berat buah pepaya berkisar antara 0,5 – 9 kg (25).

Di Indonesia, varietas pepaya yang banyak ditanam adalah pepaya semangka, pepaya jinggo, dan pepaya cibinong. Selain itu, dikenal juga varietas pepaya mas, pepaya item, dan pepaya ijo. Belakangan mulai pula banyak ditanam pepaya Thailand, pepaya Meksiko, dan pepaya Solo (25).

II.3.4 Tingkat Kematangan Buah Pepaya

Tingkat kematangan buah pepaya biasanya dinyatakan dalam bentuk buah muda, buah tua, buah mengkal, buah masak, dan buah terlalu masak (lewat matang) (25) :

1) Buah muda yaitu buah yang masih dalam proses pertumbuhan dan pembentukan ke arah tingkat buah tua. Bentuk, berat, dan komposisi buah masih belum utuh dan belum lengkap. Kulit buah berwarna hijau muda dan mengandung banyak getah. Buah muda hanya cocok digunakan untuk sayur.

2) Buah tua (*green mature stage*) ditandai dengan warna kulitnya yang masih berwarna hijau. Getah sudah banyak berkurang dan encer. Secara

umum, daging buah masih keras, tetapi bagian dalamnya mulai tampak ada perubahan warna.

3) Buah mengkal (*firm ripe stage*) ditandai dengan mulai menguningnya warna kulit buah, terutama di bagian ujung buah. Daging buah masih keras, tetapi bagian dalam telah berubah warna.

4) Buah masak (*ripe stage*), seluruh kulit buahnya telah berubah warna menjadi kuning atau kuning kemerahan. Daging buah seluruhnya telah lunak dan berwarna kuning atau merah menyala. Rasanya manis segar beraroma dan berair banyak.

5) Buah lewat masak (*over ripe stage*) adalah buah sudah terlalu masak. Di beberapa tempat buah tersebut ada bercak antraknosa yang ditumbuhi cendawan. Kulit dan daging buah sangat lembek.

II.3.5 Kandungan Buah Pepaya

Tabel 2. Kandungan buah pepaya tiap 100 g (25).

Unsur komposisi	Buah Masak	Buah mentah
Energi (kal)	46	26
Air (g)	86,7	92,7
Protein (g)	0,5	2,1
Lemak	-	0,1
Karbohidrat (g)	12,2	4,9
Vitamin A (IU)	365	50
Vitamin B (mg)	0,04	0,02

Vitamin C (mg)	78	19
Kalsium (mg)	23	50
Besi (mg)	1,7	0,4
Fosfor	12	16

BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah autoklaf, "blender", botol, gelas ukur, lampu spiritus, jarum ose, jangka sorong, kertas pH universal (Merck), labu Erlenmeyer, "Laminar Air Flow" (CnVir), oven (WTB Blender), spoit, tabung reaksi, timbangan analitik (Chyo), timbangan kasar, termometer, toples fermentasi.

Bahan-bahan yang digunakan adalah agar, air suling, amonium sulfat, asam asetat glasial, biakan murni bakteri *A. xylinum*, ekstrak yeast, glukosa, gula pasir, buah pepaya lewat matang, K_2HPO_4 , $MgSO_4$, $(NH_4)_2SO_4$.

III.2 Metode Kerja

III.2.1 Penyiapan Alat

Alat-alat yang digunakan dicuci dengan air dan sabun, kemudian dibilas dengan air suling dan dikeringkan. Alat-alat yang terbuat dari gelas disterilkan dengan menggunakan oven pada suhu $180^{\circ}C$ selama 2 jam, untuk alat-alat dari logam disterilkan dengan cara dipijarkan dengan menggunakan lampu spiritus dan alat-alat yang terbuat dari karet dan plastik serta gelas ukur disterilkan dalam autoklaf pada suhu $121^{\circ}C$ selama 15 menit.

III.2.2 Penyiapan Mikroba

III.2.2.1 Pembuatan Medium Agar Miring (2).

Komposisi medium :

Asam asetat glasial sampai pH 4

Ekstrak yeast	0,25 gram
Glukosa	7,5 gram
K ₂ HPO ₄	0,5 gram
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,06 gram
MgSO ₄	0,02 gram
Agar	1,8 gram
Air sari pepaya lewat matang	ad 100 ml

Cara pembuatan :

Bahan ditimbang, dibuat air sari pepaya lewat matang dengan cara 100 g buah pepaya lewat matang dicuci bersih, dipotong-potong lalu dicampur 100 ml air suling (1:1), diblender, diperas dan disaring. Dicampurkan agar, glukosa, K₂HPO₄, (NH₄)₂SO₄, MgSO₄, ekstrak yeast lalu ditambahkan air sari pepaya lewat matang. Ditambahkan asam asetat glasial sampai pH 4. Bahan kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditutup dengan kapas, dipanaskan hingga larut lalu disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121⁰ C selama 15 menit. Kemudian sebanyak 5 ml larutan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah disterilkan dan didiamkan dalam posisi miring sampai mengeras.

III.2.2.2 Peremajaan Biakan Mikroba (2).

Biakan *A. xylinum* diremajakan dengan cara menginokulasikan pada media miring, selanjutnya diinkubasi pada suhu kamar selama 2 x 24 jam.

III.2.2.3 Pembuatan Medium Starter (2).

Komposisi medium :

Asam asetat glasial sampai pH 4

Glukosa 37,5 gram

Amonium sulfat 1,25 gram

Air sari pepaya lewat matang ad 500 ml

Cara pembuatan :

Bahan ditimbang, dicampurkan glukosa, amonium sulfat dan air sari pepaya lewat matang, diaduk kemudian dipanaskan 100° C selama 15 menit, diatur pH 4 dengan menambahkan asam asetat. Dituang ke dalam botol starter yang telah disterilkan.

III.2.2.4 Fermentasi Medium Starter (2).

Biakan *A. xylinum* yang telah diremajakan disuspensikan dengan air suling steril sekitar 10 ml, kemudian diinokulasikan ke dalam medium starter, selanjutnya wadah ditutup secara aseptis kemudian diinkubasi selama 6 X 24 jam pada suhu kamar.

III.2.3 Pengambilan Bahan Penelitian

Bahan penelitian adalah buah pepaya lewat matang yang diperoleh di salah satu pasar di Kota Makassar. Mikroorganisme yang

digunakan adalah *A. xylinum* dalam bentuk biakan murni yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi.

III.2.4 Pembuatan Sari dari Pepaya Lewat Matang (Stok)

Sebanyak 3 kg buah pepaya lewat matang dicuci hingga bersih kemudian dipotong-potong, diblender selanjutnya disaring. Sari pepaya yang diperoleh dipanaskan 100° C selama 15 menit lalu disimpan di dalam wadah yang steril.

III.2.5 Pembuatan Larutan Gula (75%)

Sebanyak 1000 ml air suling dipanaskan 100° C selama 15 menit lalu ditambahkan dengan gula sebanyak 750 g, lalu diaduk hingga larut sempurna dan disaring kemudian dicukupkan volumenya hingga 1000 ml dengan air steril. Larutan yang diperoleh disimpan didalam wadah yang steril dan tertutup rapat.

III.2.6 Pembuatan Nata Konsentrasi Sari Pepaya Lewat Matang 10%

Sebanyak 40 ml sari pepaya lewat matang dimasukkan ke dalam wadah steril lalu ditambahkan larutan gula 75% b/v sebanyak 40 ml. Hasil larutan ditambahkan larutan amonium sulfat 12,5% b/v (12,5 g/100 ml) sebanyak 8 ml kemudian diatur pH 4 dengan penambahan asam asetat glasial, lalu ditambahkan starter sebanyak 30 ml. Volume media kemudian dicukupkan dengan air suling hingga 400 ml dan ditutup secara aseptik kemudian diinkubasi selama 14 x 24 jam dalam suhu kamar. Untuk pembuatan nata dengan konsentrasi yang berbeda dan pembuatan kontrol dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.

III. 2.7 Pengukuran Ketebalan Nata

Pengukuran ketebalan nata yang diperoleh ditentukan berdasarkan pengukuran dengan menggunakan alat jangka sorong. Nata yang telah dipanen kemudian diukur dengan menggunakan jangka sorong.

II.2.8 Uji Organoleptis

Pengujian organoleptis sangat penting karena menggambarkan kesan tentang produk dimana uji organoleptik dilakukan terhadap tekstur (kekerasan) dan warna. Pengujian ini berdasarkan tingkat kesukaan panelis (skala hedonik).

Skala hedonik yang digunakan adalah sangat tidak suka (1), tidak suka (2), agak tidak suka (3), agak suka (4), suka (5), sangat suka (6), dan sangat suka sekali (7).

Cara pengujian ini dilakukan dengan menyajikan nata secara acak ke panelis, kemudian panelis memberikan kesannya sesuai dengan skala hedonik yang telah ditentukan. Hasilnya ditransfer ke dalam angka.

a. Penentuan tekstur

Penentuan tekstur dari nata yang diperoleh dilakukan berdasarkan hasil penilaian dari 10 panelis. Nata yang telah dipanen, direndam dalam air selama 24 jam lalu dimasak untuk menghilangkan kelebihan asamnya, setelah itu ditiriskan selama 1-2 jam. Nata yang telah ditiriskan dinilai oleh masing-masing panelis.

b. Penentuan warna

Penentuan warna dari nata yang diperoleh dilakukan berdasarkan hasil penilaian dari 10 panelis. Nata yang telah dipanen, direndam dalam air selama 24 jam lalu dimasak untuk menghilangkan kelebihan asamnya, setelah itu ditiriskan selama 1-2 jam. Nata yang telah ditiriskan dinilai oleh masing-masing panelis.

II.3 Pengumpulan Data

Data yang diperoleh berupa ketebalan, tekstur, dan warna nata yang dihasilkan.

II.4 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistika berdasarkan rancangan dasar RAL (Rancangan Acak Lengkap).

II.5 Pembahasan Hasil

Hasil dibahas sesuai dengan data yang telah dianalisis.

II.6 Pengambilan Kesimpulan

Kesimpulan diambil berdasarkan hasil data atau pembahasan yang disesuaikan dengan maksud dan tujuan penelitian.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Penelitian

Pengamatan "Nata de Papaya" dari sari pepaya lewat matang yang diperoleh yaitu :

1. Rata-rata ketebalan nata paling optimum pada konsentrasi 50% (v/v) dan ketebalan nata minimum pada konsentrasi 10% (v/v). Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.
2. Hasil pengamatan uji organoleptis nata yang diperoleh, tekstur yang baik pada konsentrasi 50% (v/v) dan warna yang baik pada konsentrasi 10% dan 30% (v/v). Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 6 dan 7.

IV.2 Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi sari pepaya lewat matang dari 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, dan 80 % (v/v) terhadap tingkat ketebalan dan uji organoleptik yang meliputi tekstur (tingkat kekerasan) dan warna dari nata yang dihasilkan.

Hasil analisis Rancangan Acak Lengkap (lampiran C) menunjukkan sari pepaya lewat matang konsentrasi 10% (v/v) sampai 80% (v/v) memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap ketebalan nata yang dihasilkan. Berdasarkan uji lanjutan Beda Nyata Terkecil, penambahan

sari pepaya lewat matang dan larutan gula memberikan ketebalan nata yang cukup tinggi, terutama pada sari pepaya lewat matang konsentrasi 50 % (v/v). Ketebalan nata sebagai hasil dari proses fermentasi meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah sari pepaya lewat matang yang ditambahkan ke dalam medium fermentasi. Perbedaan ini menggambarkan perbedaan kemampuan bakteri *A. xylinum* dalam menjalin selulosa (nata). Perbedaan kemampuan ini disebabkan adanya perbedaan kadar nutrisi yang tersedia dalam medium seperti karbohidrat, protein, dan vitamin yang mempengaruhi pembentukan selulosa oleh *A. xylinum*. Hal ini sesuai dengan pendapat (26). Nutrien yang ada pada medium untuk menumbuhkan *A. xylinum* sebagian besar diperoleh dari sari pepaya lewat matang. Semakin banyak kadar nutrisi, semakin besar kemampuan menumbuhkan bakteri tersebut. Tetapi pada sari pepaya lewat matang konsentrasi 60% sampai 80% (v/v), ketebalan nata mulai menurun. Hal ini disebabkan oleh tingkat konsentrasi gula yang terlalu tinggi pada sari pepaya lewat matang konsentrasi 60% sampai 80% (v/v). Tingginya konsentrasi gula dalam medium menyebabkan tingginya viskositas dan tekanan osmotik. Keadaan ini berdampak pada menurunnya aktivitas bakteri *A. xylinum* dalam membentuk selulosa (nata). Hal tersebut sesuai pendapat (16).

Faktor-faktor pertumbuhan yang mempengaruhi kemampuan *A. xylinum* menghasilkan selulosa (nata) selain ketersediaan nutrisi pada medium, juga pH medium antara 3-4, suhu lingkungan antara 25°-30°C.

Pada kontrol media fermentasi tanpa penambahan gula (kontrol A) ketebalan nata mencapai rata-rata 3,36 mm, diamati masa pertumbuhannya dari hari ke-7 hingga hari ke-14, nata ini terus mengalami pertumbuhan. Pada kontrol media fermentasi dengan penambahan gula tanpa sari pepaya lewat matang (kontrol B) memiliki ketebalan nata rata-rata 2,30 mm yang mencapai pertumbuhan optimum pada hari ke-8. Setelah hari ke-8, nata pada kontrol B tidak lagi mengalami pertumbuhan, dapat dilihat dari pengukuran ketebalan yang bernilai sama pada hari ke-8 dan hari ke-14. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi karbohidrat yang berasal dari gula telah habis digunakan oleh bakteri *A. xylinum* untuk memperoleh energi yang diperlukan pada pembentukan selulosa (nata).

Campuran sari pepaya lewat matang, larutan gula, dan larutan amonium sulfat dapat diperoleh ketebalan nata yang optimum dengan waktu fermentasi sekitar 14 hari. Hal ini disebabkan konsentrasi karbohidrat yang berasal dari larutan gula digunakan oleh bakteri *A. xylinum* untuk memperoleh energi yang diperlukan bagi metabolisme sel. Selain itu, bakteri ini juga mengeluarkan enzim yang mampu menyusun (mempolimerisasi) senyawa glukosa menjadi polisakarida yang dikenal dengan selulosa ekstraseluler atau nata. Kandungan karbohidrat dalam sari pepaya lewat matang juga dibutuhkan dalam pembentukan kofaktor enzim yang dihasilkan oleh bakteri *A. xylinum*. Kandungan nitrogen pada amonium sulfat juga penting dalam metabolisme bakteri *A. xylinum* dan

pembentukan pelikel nata. Sehingga campuran sari pepaya lewat matang, larutan gula, dan larutan amonium sulfat merupakan media fermentasi yang optimum bagi pertumbuhan bakteri *A. xylinum* untuk kegiatan metabolismenya dalam menghasilkan lapisan nata yang tebal. Hal ini didasarkan pada penelitian sebelumnya (26).

Berdasarkan tabel 5 diperoleh bahwa konsentrasi penambahan sari pepaya lewat matang menghasilkan ketebalan nata yang tertinggi yaitu 50% (v/v) dengan ketebalan 14,30 mm.

Pengujian secara organoleptis juga penting dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan dari produk yang dihasilkan untuk dikonsumsi. Pengujian organoleptis dilakukan berdasarkan tingkat kesukaan panelis (skala hedonik) terhadap tekstur (tingkat kekerasan) dan warna nata. Faktor tersebut dilihat dari tingginya skor yang diberikan oleh panelis.

a. Tekstur (kekerasan)

Pada perlakuan ini nilai tertinggi diperoleh dari penambahan konsentrasi sari pepaya lewat matang 50% (v/v) dengan nilai 6,67 sedangkan nilai terendah diperoleh dengan penambahan konsentrasi sari pepaya lewat matang 10% dengan nilai 2,33. Hal ini menunjukkan bahwa pada penambahan konsentrasi sari pepaya lewat matang 10%, jumlah gula (karbohidrat) yang terdapat dalam media belum mencapai batas optimum sehingga menghasilkan produk nata yang lembut (kurang kenyal). Hal ini disebabkan jumlah air yang terikat pada lapisan nata

masih tinggi dan menghasilkan konsistensi lapisan yang longgar, sesuai pendapat (26). Sedangkan pada perlakuan penambahan konsentrasi sari pepaya lewat matang 50% (v/v) diperoleh nilai yang tinggi. Hal ini disebabkan karena dengan penambahan konsentrasi sari pepaya lewat matang 50%, tekstur yang diperoleh lebih kenyal.

b. Warna

Warna dari suatu produk berhubungan langsung dengan penampakan oleh indera penglihatan sehingga dapat mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk nata tersebut. Warna yang diperlihatkan adalah warna putih yang merupakan ciri khas dari warna nata.

Hasil uji organoleptik produk nata yang dihasilkan (tabel 7) berkisar antara agak tidak suka (3,00) pada perlakuan penambahan konsentrasi sari pepaya lewat matang 80% hingga sangat suka sekali (7,00) pada perlakuan penambahan sari pepaya lewat matang 10% (v/v). Hal ini disebabkan karena konsentrasi 10% (v/v) mengandung jumlah sari pepaya lewat matang yang sedikit, sehingga endapan sari pepaya lewat matang juga sedikit. Jadi dalam hal ini warna nata dipengaruhi oleh endapan sari pepaya lewat matang yang terbentuk pada dasar media.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis statistik dan pembahasan penelitian maka disimpulkan bahwa ketebalan nata yang paling optimum yaitu 14,30 mm yang diperoleh dengan penambahan konsentrasi sari pepaya lewat matang 50% (v/v) dengan tekstur dan warna yang baik.

V.2 Saran

- Dilakukan penelitian pengaruh konsentrasi sari pepaya lewat matang pada pembuatan "Nata de Papaya" dengan menggunakan sumber nitrogen yang lain.
- Dilakukan penelitian pengaruh konsentrasi sari pepaya lewat matang pada pembuatan "Nata de Papaya" dengan menggunakan sumber karbohidrat yang lain.

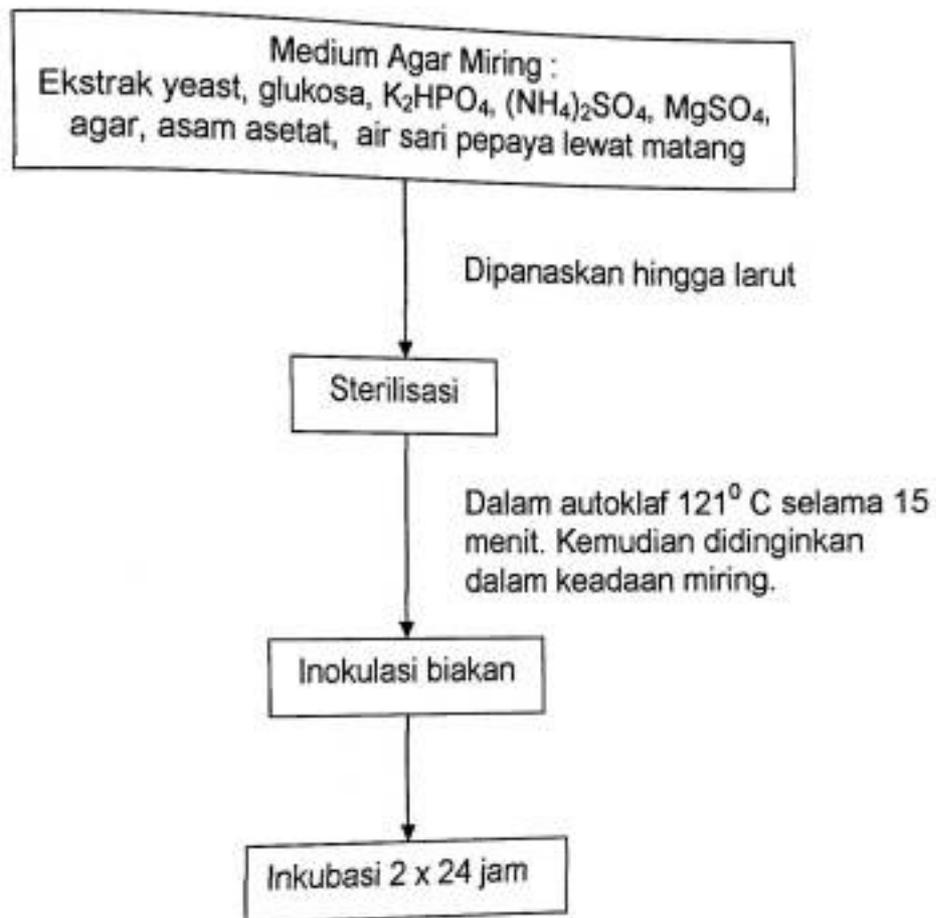
DAFTAR PUSTAKA

1. Suryani, Ani., Hambali, Erliza., Suryadarma, Prayoga. 2007. *Membuat Aneka Nata*. Penebar Swadaya. Jakarta. 3-49
2. Ketaren, S. 1978. *Daya Guna Kelapa*. Departemen Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Bogor. 2
3. Hidayat, Nur., Padaga, M.C., & Suhartini, Sri. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Andi Offset. Yogyakarta. 121
4. Saragih, Y.P. 2004. *Membuat Nata de Coco*. Puspa Swara. Bogor. 3-4
5. Warisno. 2004. *Mudah dan Praktis Membuat Nata de Coco*. Agromedia Pustaka. Jakarta. 2
6. BPTP Lampung. 2006. *Teknik Pembuatan Nata de Coco*. <http://www.bptplampung@telkom.net>, diakses 30 Januari 2008
7. Fakultas TeknoBiologi. 2004. *Mempelajari Proses Pembuatan Nata de Coco*. <http://www.atmajaya.ac.id/images/uploaded>, diakses 30 Januari 2008
8. Budiyanti, Tri., Purnomo, Sudarmadi., Karsinah., & Wahyudi, Anang. 2005. Karakterisasi 88 Aksesori Pepaya Koleksi Balai Penelitian Tanaman Buah. *Buletin Plasma Nutfah*. Vol.3.no.1. www.balaipenelitiantanamanbuahSolok.co.id, diakses 30 Januari 2008
9. Prihatman, Kemal. 2000. *Pepaya (Carica papaya)*. www.ristek.go.id, diakses 30 Januari 2008
10. Trimansyah, Gana. 2007. *Belajar Membuat Sari Kelapa*. Dinamika Media. Jakarta. 1.
11. Tridjoko, M. 2002. *Nata Dibuat, Lingkungan Sehat*. www.Kadinss.or.id, diakses 15 Mei 2008
12. Tridjoko, M. 1982. *Pembuatan Nata de Coco*. Departemen Perindustrian Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian. Bogor. 8-10.
13. Tarwiyah, Kemal. 2001. *Nata De Soya*. BPP Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Jakarta. www.ristek.go.id, diakses 15 Mei 2008.

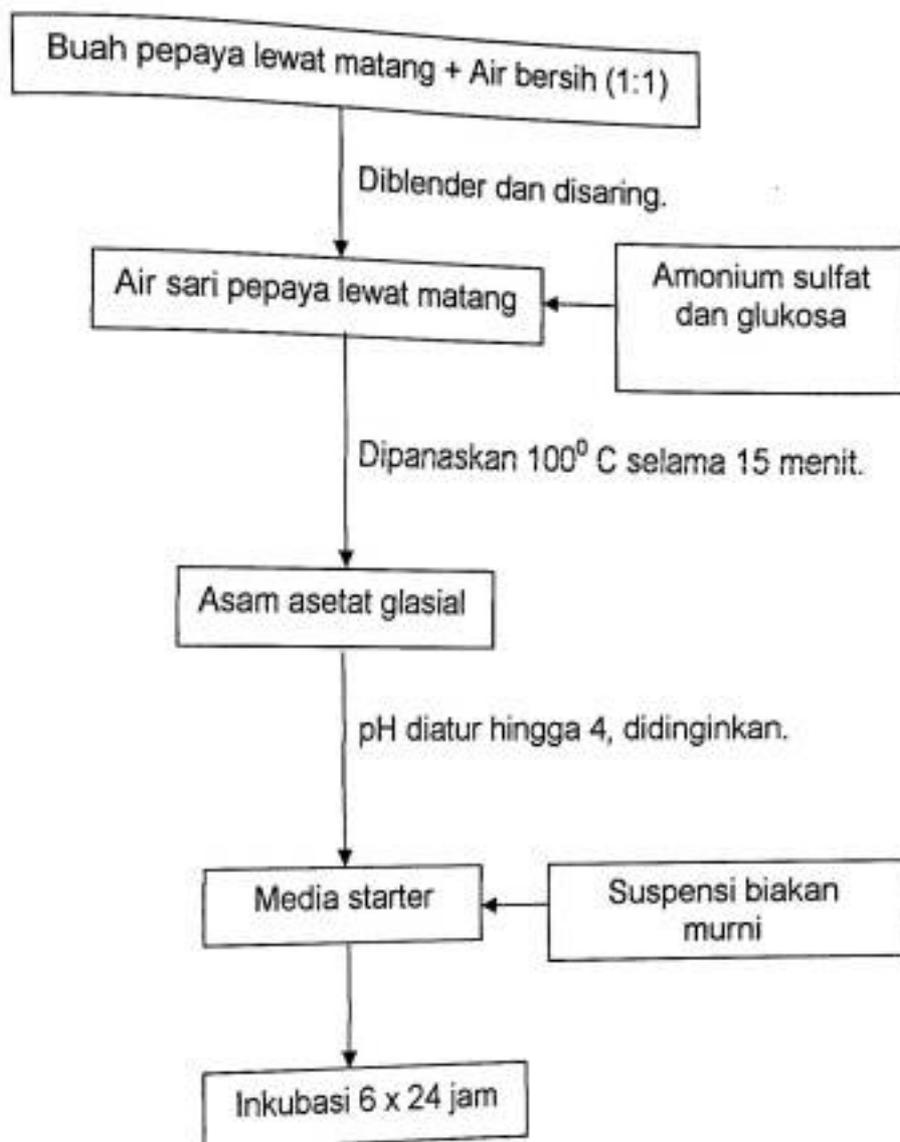
14. Atyh, S.H. 1979. *Pengelolaan Air Kelapa*. Perhimpunan Teknologi Palawija Indonesia. Balai Penelitian Kimia. Bogor. 10-17
15. Widya, I.J.1984. *Mempelajari Pengaruh Penambahan Skim Milk Kelapa dan jenis Gula Dengan Berbagai Konsentrasi Pada Pembuatan Nata de Coco*. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 8-13
16. Soesono, S. 1984. *Sari Kelapa*. Intisari. Jakarta. 12-18
17. Riyadi, S. 1987. *Telaah Mengenai Mikroba Yang Berperan Dalam Pembuatan Nata de Coco*. Jurusan Biologi, Fakultas MIPA. IPB. Bogor. 12-23
18. Palungkun, Rony. 2003. *Aneka Produk Olahan Kelapa*. Penebar Swadaya. Jakarta. 99-100
19. Laily, N., Istini, S., Nurani, D. 2007. *Pengaruh Pasca Panen Terhadap Kekenyalan dan Kekerasan Selulosa Bakteri-Nata De Soya*. Jurnal Sains dan Teknologi BPPT. **2 (5)**: 20
20. Uning, S.B. 1974. *Studi Mengenai Umur Kultur Bakteri Acetobacter xylinum Terhadap Pembentukan Pelikel Pada Pembuatan Nata de Coco Secara Fermentasi Dalam Medium Air Kelapa*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 16-24
21. Rindit, Pambayun. 1998. *Teknologi Pengolahan Nata de Coco. Teknologi Tepat Guna*. Bogor. 22-40
22. Fardiaz, Srikandi. 1988. *Fisiologi Fermentasi*. Pusat Antar Universitas IPB. Bogor. 11
23. Ali, A. 2005. *Mikrobiologi Dasar*. Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar. Makassar. 150
24. Tjitrosoepomo, Gembong. 1994. *Taksonomi Tumbuhan Obat-obatan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 244-246
25. Kalie, Moehd. Baga. 2007. *Bertanam Pepaya*. Penebar Swadaya. Jakarta. 3,23, 80-81
26. Iwetjoedai, A., 2008. *Pengaruh Konsentrasi Limbah Cair Ubi Kayu (Manihot Utilissima) Terhadap Pembentukan Nata*. Skripsi. Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin. Makassar. 30-32

Lampiran A. Skema Kerja

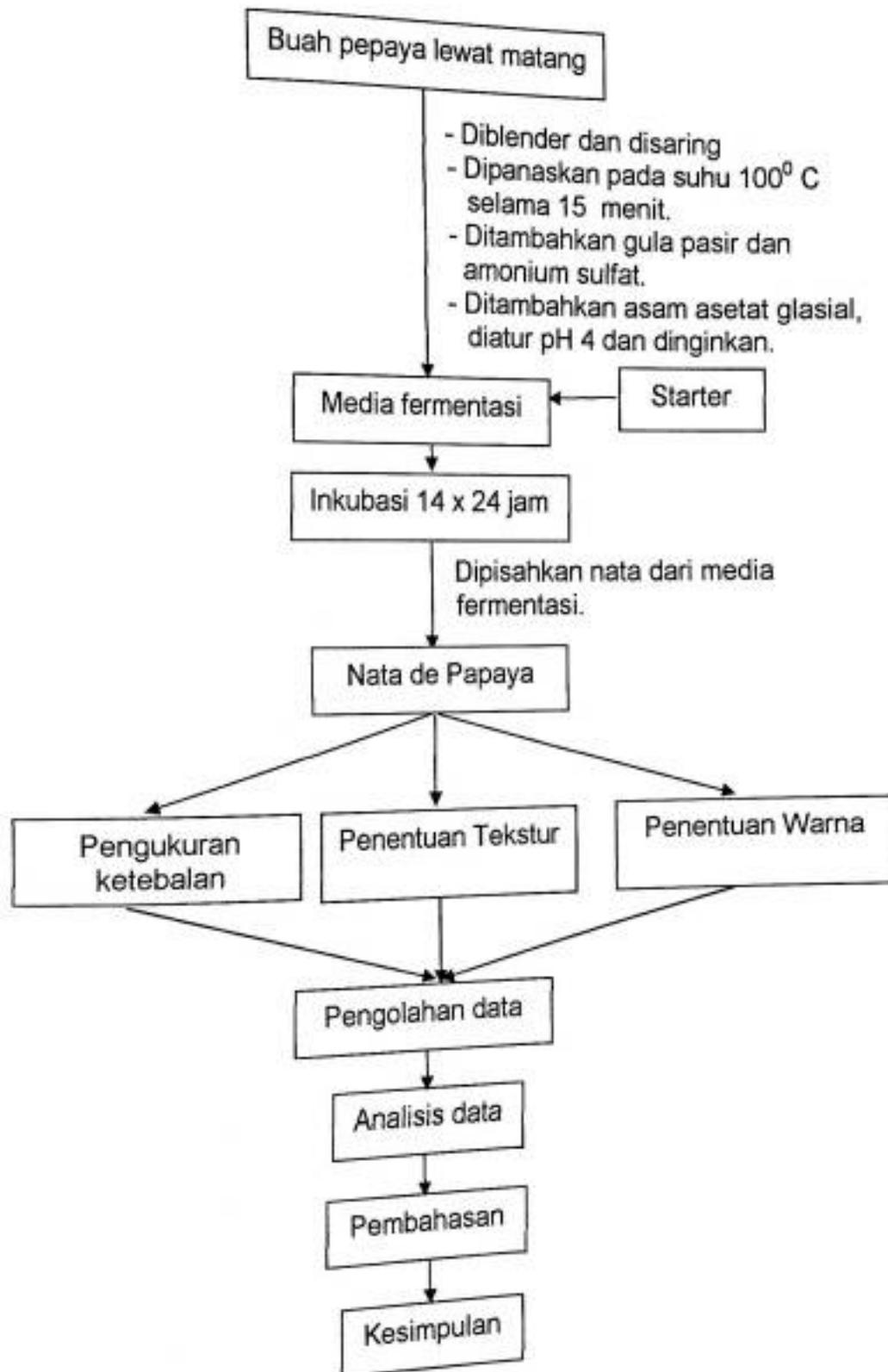
1. Skema Kerja Proses Penyiapan Biakan Murni.



2. Skema Kerja Proses Pembuatan Starter



3. Skema Kerja Proses Fermentasi



Tabel 3. Formula Pembuatan Nata

Penambahan	Perlakuan							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Larutan sari pepaya lewat matang (ml)	40	80	120	160	200	240	280	320
Larutan amonium sulfat (12,5% b/v) (ml)	8	8	8	8	8	8	8	8
Larutan gula (ml)	40	40	40	40	40	40	40	40
Starter (ml)	30	30	30	30	30	30	30	30
Air bersih ad (ml)	400	400	400	400	400	400	400	400

Keterangan :

- I = Konsentrasi sari pepaya lewat matang 10 %
- II = Konsentrasi sari pepaya lewat matang 20 %
- III = Konsentrasi sari pepaya lewat matang 30 %
- IV = Konsentrasi sari pepaya lewat matang 40 %
- V = Konsentrasi sari pepaya lewat matang 50 %
- VI = Konsentrasi sari pepaya lewat matang 60 %
- VII = Konsentrasi sari pepaya lewat matang 70 %
- VIII = Konsentrasi sari pepaya lewat matang 80 %

Tabel 4. Formula Kontrol Pembuatan Nata

Penambahan	Perlakuan	
	Kontrol A	Kontrol B
Larutan sari pepaya lewat matang (ml)	400	-
Larutan amonium sulfat (12,5 % b/v) (ml)	8	8
Larutan gula (ml)	-	40
Starter (ml)	30	30
Air bersih hingga (ml)	-	400

Lampiran B. Hasil Penelitian

Tabel 5. Hasil Pengukuran Ketebalan Nata yang Diperoleh

% Sari Pepaya Lewat Matang	Replikasi (mm)			Jumlah (mm)	Rata-rata (mm)
	I	II	III		
10 %	3,05	2,75	2,55	8,35	2,78
20 %	5,10	5,35	5,60	16,05	5,35
30 %	7,35	8,55	8,70	24,60	8,20
40 %	10,40	11,05	10,75	32,20	10,70
50 %	14,95	14,05	13,90	42,90	14,30
60 %	11,25	11,15	10,45	32,65	10,95
70 %	9,35	8,60	8,45	26,40	8,80
80 %	6,75	5,65	5,20	17,60	5,83
Kontrol A	3,45	3,75	2,90	10,10	3,36
Kontrol B	2,45	2,10	2,35	6,90	2,30

Tabel 6. Hasil Pengamatan Uji Organoleptis (Tekstur) Nata yang Diperoleh

% Sari Pepaya Lewat Matang	Replikasi			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
10 %	2,00	3,00	2,00	7,00	2,33
20 %	4,00	3,00	4,00	11,00	3,67
30 %	5,00	5,00	4,00	14,00	4,67
40 %	6,00	7,00	5,00	18,00	6,00
50 %	7,00	6,00	7,00	20,00	6,67
60 %	6,00	7,00	4,00	17,00	5,67
70 %	4,00	5,00	4,00	13,00	4,33
80 %	3,00	3,00	4,00	10,00	3,33
Kontrol A	3,00	2,00	3,00	8,00	2,67
Kontrol B	2,00	3,00	2,00	7,00	2,33

Tabel 7. Hasil Pengamatan Uji Organoleptis (Warna) Nata yang Diperoleh

% Sari Pepaya Lewat Matang	Replikasi			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
10 %	6,00	7,00	7,00	20,00	6,67
20 %	6,00	6,00	5,00	17,00	5,67
30 %	7,00	6,00	7,00	20,00	6,67
40 %	7,00	6,00	6,00	19,00	6,33
50 %	7,00	6,00	5,00	18,00	6,00
60 %	6,00	5,00	4,00	15,00	5,00
70 %	5,00	4,00	4,00	13,00	4,33
80 %	4,00	4,00	3,00	11,00	3,67
Kontrol A	5,00	6,00	5,00	16,00	5,33
Kontrol B	6,00	6,00	5,00	17,00	5,67

Lampiran C. Analisa Statistik Ketebalan Nata Dengan Menggunakan Rancangan Acak Lengkap

% Sari Pepaya Lewat Matang	Replikasi (mm)			Jumlah (mm)	Rata-rata (mm)
	I	II	III		
10 %	3,05	2,75	2,55	8,35	2,78
20 %	5,10	5,35	5,60	16,05	5,35
30 %	7,35	8,55	8,70	24,60	8,20
40 %	10,40	11,05	10,75	32,20	10,70
50 %	14,95	14,05	13,90	42,90	14,30
60 %	11,25	11,15	10,45	32,65	10,95
70 %	9,35	8,60	8,45	26,40	8,80
80 %	6,75	5,65	5,20	17,60	5,83
Total				200,95	66,91

$$FK = \frac{(200,95)^2}{24} = \frac{40380,90}{24} = 1682,54$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= 3,05^2 + 2,75^2 + \dots + 5,20^2 - FK \\ &= 1969,51 - 1682,54 \\ &= 286,97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Perlakuan} &= \frac{8,35^2 + 16,05^2 + \dots + 17,60^2}{3} - FK \\ &= 1965,19 - 1682,54 \\ &= 282,65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Galat} &= JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} \\ &= 286,97 - 282,65 \\ &= 4,32 \end{aligned}$$

Keterangan :

- FK = Faktor Koreksi
 JK Total = Jumlah Kuadrat Total
 JK Perlakuan = Jumlah Kuadrat Perlakuan
 JK Galat = Jumlah Kuadrat Galat

$$\text{Derajat bebas (Db) total} = \text{Total pengamatan} - 1 = 24 - 1 = 23$$

$$\text{Derajat bebas (Db) perlakuan} = \text{Total perlakuan} - 1 = 8 - 1 = 7$$

$$\text{Derajat bebas (Db) galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} = 23 - 7 = 16$$

$$\begin{aligned} \text{Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)} &= \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{Db Perlakuan}} \\ &= \frac{282,65}{7} = 40,38 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuadrat Tengah Galat (KTG)} &= \frac{\text{JK Galat}}{\text{Db Galat}} \\ &= \frac{4,32}{16} = 0,27 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor Hitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} = \frac{40,38}{0,27} \\ &= 149,56 \end{aligned}$$

Tabel Anova

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	7	282,65	40,38	149,56**	2,657	4,026
Galat	16	4,32	0,27			
Total	23	286,97				

Keterangan : F Hitung > F Tabel Berarti Sangat Signifikan

$$F \text{ Hitung} = 149,56 > 2,657 \text{ dan } 4,026$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Keragaman (KK)} &= \sqrt{\frac{\text{KT Galat}}{\text{Jumlah rata - rata}}} \times 100 \% \\ &= \sqrt{\frac{0,27}{66,91}} \times 100 \% = 0,77 \% \end{aligned}$$

Karena hasil $KK < 10 \%$ maka uji lanjutan yang sesuai adalah uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Uji lanjutan Beda Nyata Terkecil (BNT)

Diketahui KT Galat = 0,27

$$\text{Rumus } BNT_{\alpha} = t_{\alpha} \cdot \sqrt{2 \text{ KT Galat} / n}$$

Keterangan :

t = Taraf signifikan yang dikehendaki pada α (biasanya 5 % dan 1 %)

n = Banyaknya replikasi

Dari daftar tabel dengan Db galat =16, diperoleh

$$t_{0,05} = 2,657$$

$$t_{0,01} = 4,026$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga BNT (0,05)} &= BNT 5\% \times \sqrt{2 \text{ KT Galat} / n} \\ &= 2,657 \times \sqrt{2 \cdot 0,27 / 3} \\ &= 2,657 \times 0,42 = 1,12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga BNT (0,01)} &= BNT 1\% \times \sqrt{2 \text{ KT Galat} / n} \\ &= 4,026 \times \sqrt{2 \cdot 0,27 / 3} \\ &= 4,026 \times 0,42 = 1,69 \end{aligned}$$

Tabel 8. Perbandingan Antar Konsentrasi (Ketebalan)

No.	Perbandingan	Selisih	BNT		Keterangan
			5 %	1 %	
1.	B - A	2,57	1,12	1,69	SS
2.	C - A	5,42	1,12	1,69	SS
3.	D - A	7,92	1,12	1,69	SS
4.	E - A	11,52	1,12	1,69	SS
5.	F - A	8,17	1,12	1,69	SS
6.	G - A	6,02	1,12	1,69	SS
7.	H - A	3,05	1,12	1,69	SS
8.	C - B	2,85	1,12	1,69	SS
9.	D - B	5,35	1,12	1,69	SS
10.	E - B	8,95	1,12	1,69	SS
11.	F - B	5,60	1,12	1,69	SS
12.	G - B	3,45	1,12	1,69	SS
13.	H - B	0,48	1,12	1,69	NS
14.	D - C	2,50	1,12	1,69	SS
15.	E - C	6,10	1,12	1,69	SS
16.	F - C	2,75	1,12	1,69	SS
17.	G - C	0,60	1,12	1,69	NS
18.	H - C	2,37	1,12	1,69	SS
19.	E - D	3,60	1,12	1,69	SS
20.	F - D	0,25	1,12	1,69	NS
21.	G - D	1,90	1,12	1,69	SS
22.	H - D	4,87	1,12	1,69	SS
23.	F - E	3,35	1,12	1,69	SS
24.	G - E	5,50	1,12	1,69	SS
25.	H - E	8,47	1,12	1,69	SS
26.	G - F	2,15	1,12	1,69	SS
27.	H - F	5,12	1,12	1,69	SS
28.	H - G	2,97	1,12	1,69	SS

Keterangan :

NS = Non Signifikan

S = Signifikan

SS = Sangat Signifikan

A = Konsentrasi 10 %

B = Konsentrasi 20 %

C = Konsentrasi 30 %

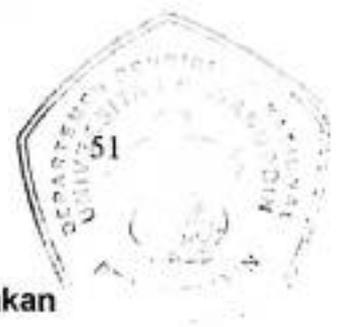
D = Konsentrasi 40 %

E = Konsentrasi 50 %

F = Konsentrasi 60 %

G = Konsentrasi 70 %

H = Konsentrasi 80 %



Lampiran D. Analisa Statistik Tekstur Nata Dengan Menggunakan Rancangan Acak Lengkap

% Sari Pepaya Lewat Matang	Replikasi			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
10 %	2,00	3,00	2,00	7,00	2,33
20 %	4,00	3,00	4,00	11,00	3,67
30 %	5,00	5,00	4,00	14,00	4,67
40 %	6,00	7,00	5,00	18,00	6,00
50 %	7,00	6,00	7,00	20,00	6,67
60 %	6,00	7,00	4,00	17,00	5,67
70 %	4,00	5,00	4,00	13,00	4,33
80 %	3,00	3,00	4,00	10,00	3,33
Total				110	36,67

$$FK = \frac{(110)^2}{24} = \frac{12100}{24} = 504,16$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= 2,00^2 + 3,00^2 + \dots + 4,00^2 - FK \\ &= 560 - 504,16 \\ &= 55,84 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Perlakuan} &= \frac{7,00^2 + 11,00^2 + \dots + 10,00^2}{3} - FK \\ &= 549,33 - 504,16 \\ &= 45,16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Galat} &= JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} \\ &= 55,84 - 45,16 \\ &= 10,68 \end{aligned}$$

Keterangan :

- FK = Faktor Koreksi
 JK Total = Jumlah Kuadrat Total
 JK Perlakuan = Jumlah Kuadrat Perlakuan
 JK Galat = Jumlah Kuadrat Galat

Derajat bebas (Db) total = Total pengamatan - 1 = 24 - 1 = 23

Derajat bebas (Db) perlakuan = Total perlakuan - 1 = 8 - 1 = 7

Derajat bebas (Db) galat = db total - db perlakuan = 23 - 7 = 16

Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP) = $\frac{JK \text{ Perlakuan}}{Db \text{ Perlakuan}}$
 $= \frac{45,16}{7} = 6,45$

Kuadrat Tengah Galat (KTG) = $\frac{JK \text{ Galat}}{Db \text{ Galat}}$
 $= \frac{10,68}{16} = 0,67$

Faktor Hitung = $\frac{KTP}{KTG} = \frac{6,45}{0,67}$
 $= 15,94$

Tabel Anova

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	7	45,16	6,45	15,94**	2,657	4,026
Galat	16	10,68	0,67			
Total	23	55,84				

Keterangan : F Hitung > F Tabel Berarti Sangat Signifikan

$$F \text{ Hitung} = 15,94 > 2,657 \text{ dan } 4,026$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Keragaman (KK)} &= \sqrt{\frac{\text{KT Galat}}{\text{Jumlah rata - rata}}} \times 100 \% \\ &= \sqrt{\frac{0,67}{66,91}} \times 100 \% = 2,24 \% \end{aligned}$$

Karena hasil KK < 10 % maka uji lanjutan yang sesuai adalah uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Uji lanjutan Beda Nyata Terkecil (BNT)

Diketahui KT Galat = 0,67

$$\text{Rumus } BNT_{\alpha} = t_{\alpha} \cdot \sqrt{2 \text{ KT Galat} / n}$$

Keterangan :

t = Taraf signifikan yang dikehendaki pada α (biasanya 5 % dan 1 %)

n = Banyaknya replikasi

Dari daftar tabel dengan Db galat =16, diperoleh

$$t_{0,05} = 2,657$$

$$t_{0,01} = 4,026$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga BNT (0,05)} &= BNT 5\% \times \sqrt{2 \text{ KT Galat} / n} \\ &= 2,657 \times \sqrt{2 \cdot 0,67 / 3} \\ &= 2,657 \times 0,67 = 1,78 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga BNT (0,01)} &= BNT 1\% \times \sqrt{2 \text{ KT Galat} / n} \\ &= 4,026 \times \sqrt{2 \cdot 0,67 / 3} \\ &= 4,026 \times 0,67 = 2,69 \end{aligned}$$

Tabel 9. Perbandingan Antar Konsentrasi (Tekstur)

No.	Perbandingan	Selisih	BNT		Keterangan
			5 %	1 %	
1.	B - A	1,34	1,78	2,69	NS
2.	C - A	2,34	1,78	2,69	S
3.	D - A	3,67	1,78	2,69	SS
4.	E - A	4,34	1,78	2,69	SS
5.	F - A	3,34	1,78	2,69	SS
6.	G - A	2	1,78	2,69	S
7.	H - A	1	1,78	2,69	NS
8.	C - B	1	1,78	2,69	NS
9.	D - B	2,33	1,78	2,69	S
10.	E - B	3	1,78	2,69	SS
11.	F - B	2	1,78	2,69	S
12.	G - B	0,66	1,78	2,69	NS
13.	H - B	0,34	1,78	2,69	NS
14.	D - C	1,33	1,78	2,69	NS
15.	E - C	2	1,78	2,69	S
16.	F - C	1	1,78	2,69	NS
17.	G - C	0,33	1,78	2,69	NS
18.	H - C	1,34	1,78	2,69	NS
19.	E - D	0,67	1,78	2,69	NS
20.	F - D	0,33	1,78	2,69	NS
21.	G - D	1,67	1,78	2,69	NS
22.	H - D	2,67	1,78	2,69	S
23.	F - E	1	1,78	2,69	NS
24.	G - E	2,34	1,78	2,69	S
25.	H - E	3,34	1,78	2,69	SS
26.	G - F	1,34	1,78	2,69	NS
27.	H - F	2,34	1,78	2,69	S
28.	H - G	1	1,78	2,69	NS

Keterangan :

NS = Non Signifikan

S = Signifikan

SS = Sangat Signifikan

A = Konsentrasi 10 %

B = Konsentrasi 20 %

C = Konsentrasi 30 %

D = Konsentrasi 40 %

E = Konsentrasi 50 %

F = Konsentrasi 60 %

G = Konsentrasi 70 %

H = Konsentrasi 80 %

Lampiran E. Analisa Statistik Warna Nata Dengan Menggunakan Rancangan Acak Lengkap

% Sari Pepaya Lewat Matang	Replikasi			Jumlah	Rata-rata
	I	II	III		
10 %	6,00	7,00	7,00	20,00	6,67
20 %	6,00	6,00	5,00	17,00	5,67
30 %	7,00	6,00	7,00	20,00	6,67
40 %	7,00	6,00	6,00	19,00	6,33
50 %	7,00	6,00	5,00	18,00	6,00
60 %	6,00	5,00	4,00	15,00	5,00
70 %	5,00	4,00	4,00	13,00	4,33
80 %	4,00	4,00	3,00	11,00	3,67
Total				133	44,34

$$FK = \frac{(133)^2}{24} = \frac{17689}{24} = 737,04$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= 6,00^2 + 7,00^2 + \dots + 3,00^2 - FK \\ &= 771 - 737,04 \\ &= 55,84 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Perlakuan} &= \frac{20,00^2 + 17,00^2 + \dots + 11,00^2}{3} - FK \\ &= 763 - 737,04 \\ &= 25,96 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Galat} &= JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} \\ &= 55,84 - 25,96 \\ &= 8 \end{aligned}$$

Keterangan :

- FK = Faktor Koreksi
 JK Total = Jumlah Kuadrat Total
 JK Perlakuan = Jumlah Kuadrat Perlakuan
 JK Galat = Jumlah Kuadrat Galat

$$\text{Derajat bebas (Db) total} = \text{Total pengamatan} - 1 = 24 - 1 = 23$$

$$\text{Derajat bebas (Db) perlakuan} = \text{Total perlakuan} - 1 = 8 - 1 = 7$$

$$\text{Derajat bebas (Db) galat} = \text{db total} - \text{db perlakuan} = 23 - 7 = 16$$

$$\begin{aligned} \text{Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP)} &= \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{Db Perlakuan}} \\ &= \frac{25,96}{7} = 3,70 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuadrat Tengah Galat (KTG)} &= \frac{\text{JK Galat}}{\text{Db Galat}} \\ &= \frac{8}{16} = 0,50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor Hitung} &= \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}} = \frac{3,70}{0,5} \\ &= 7,40 \end{aligned}$$

Tabel Anova

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	7	25,96	3,70	7,40**	2,657	4,026
Galat	16	8	0,50			
Total	23	33,96				

Keterangan : F Hitung > F Tabel Berarti Sangat Signifikan

$$F \text{ Hitung} = 7,40 > 2,657 \text{ dan } 4,026$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Keragaman (KK)} &= \sqrt{\frac{\text{KT Galat}}{\text{Jumlah rata - rata}}} \times 100 \% \\ &= \sqrt{\frac{0,5}{44,34}} \times 100 \% = 1,59 \% \end{aligned}$$

Karena hasil KK < 10 % maka uji lanjutan yang sesuai adalah uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Uji lanjutan Beda Nyata Terkecil (BNT)

Diketahui KT Galat = 0,50

$$\text{Rumus } BNT_{\alpha} = t_{\alpha} \cdot \sqrt{2 \text{ KT Galat} / n}$$

Keterangan :

t = Taraf signifikan yang dikehendaki pada α (biasanya 5 % dan 1 %)

n = Banyaknya replikasi

Dari daftar tabel dengan Db galat = 16, diperoleh

$$t_{0,05} = 2,657$$

$$t_{0,01} = 4,026$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga BNT (0,05)} &= BNT 5\% \times \sqrt{2 \text{ KT Galat} / n} \\ &= 2,657 \times \sqrt{2 \cdot 0,50 / 3} \\ &= 2,657 \times 0,57 = 1,51 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga BNT (0,01)} &= BNT 1\% \times \sqrt{2 \text{ KT Galat} / n} \\ &= 4,026 \times \sqrt{2 \cdot 0,50 / 3} \\ &= 4,026 \times 0,57 = 2,29 \end{aligned}$$

Tabel 10. Perbandingan Antar Konsentrasi (Warna)

No.	Perbandingan	Selisih	BNT		Keterangan
			5 %	1 %	
1.	B - A	1	1,51	2,29	NS
2.	C - A	0	1,51	2,29	NS
3.	D - A	0,34	1,51	2,29	NS
4.	E - A	0,67	1,51	2,29	NS
5.	F - A	1,67	1,51	2,29	S
6.	G - A	2,34	1,51	2,29	SS
7.	H - A	3	1,51	2,29	SS
8.	C - B	1	1,51	2,29	NS
9.	D - B	0,67	1,51	2,29	NS
10.	E - B	0,33	1,51	2,29	NS
11.	F - B	0,67	1,51	2,29	NS
12.	G - B	1,34	1,51	2,29	NS
13.	H - B	2	1,51	2,29	S
14.	D - C	0,33	1,51	2,29	NS
15.	E - C	0,67	1,51	2,29	NS
16.	F - C	1,67	1,51	2,29	S
17.	G - C	2,34	1,51	2,29	SS
18.	H - C	3	1,51	2,29	SS
19.	E - D	0,33	1,51	2,29	NS
20.	F - D	1,33	1,51	2,29	NS
21.	G - D	2	1,51	2,29	S
22.	H - D	2,67	1,51	2,29	SS
23.	F - E	1	1,51	2,29	NS
24.	G - E	1,67	1,51	2,29	S
25.	H - E	2,33	1,51	2,29	SS
26.	G - F	0,67	1,51	2,29	NS
27.	H - F	1,33	1,51	2,29	NS
28.	H - G	0,67	1,51	2,29	NS

Keterangan :

NS = Non Signifikan

S = Signifikan

SS = Sangat Signifikan

A = Konsentrasi 10 %

B = Konsentrasi 20 %

C = Konsentrasi 30 %

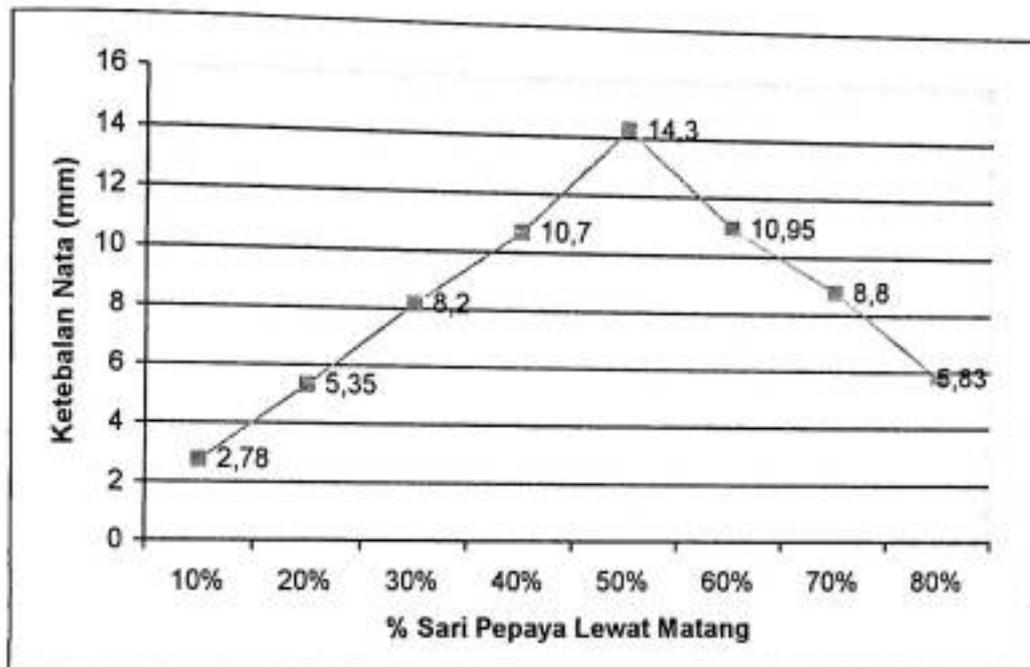
D = Konsentrasi 40 %

E = Konsentrasi 50 %

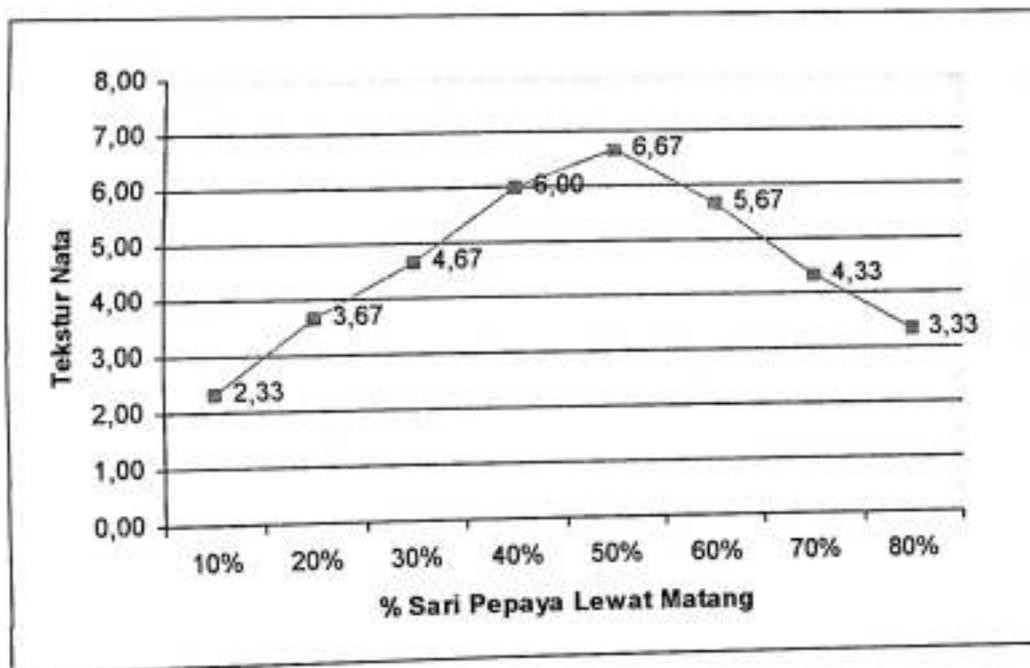
F = Konsentrasi 60 %

G = Konsentrasi 70 %

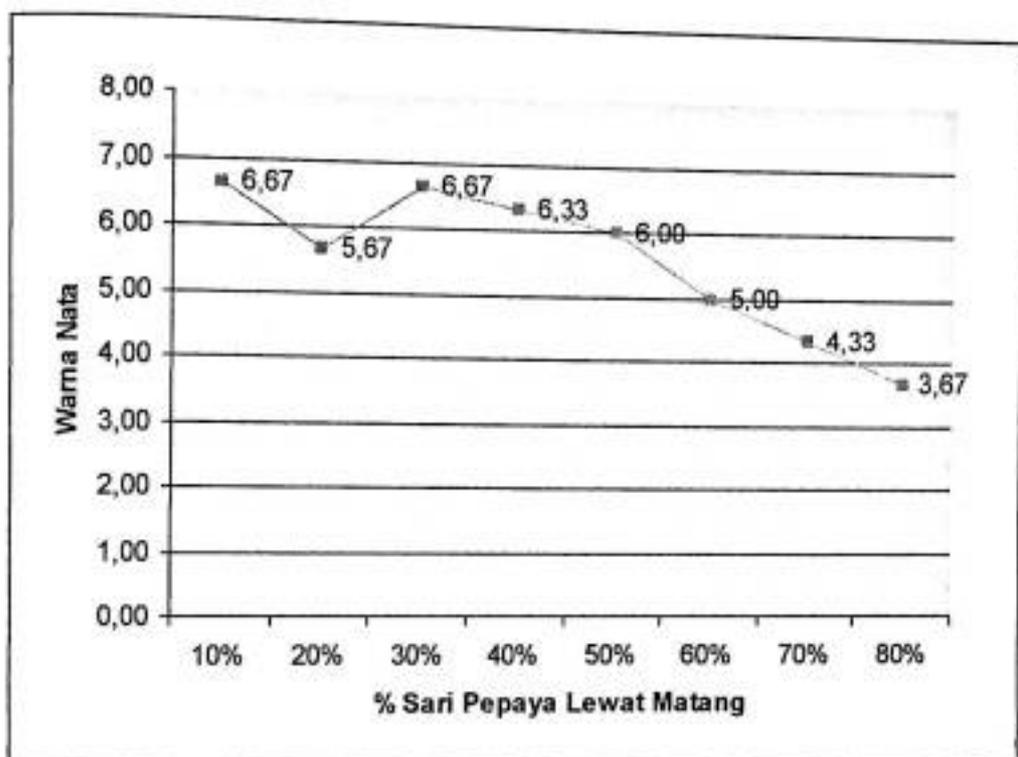
H = Konsentrasi 80 %



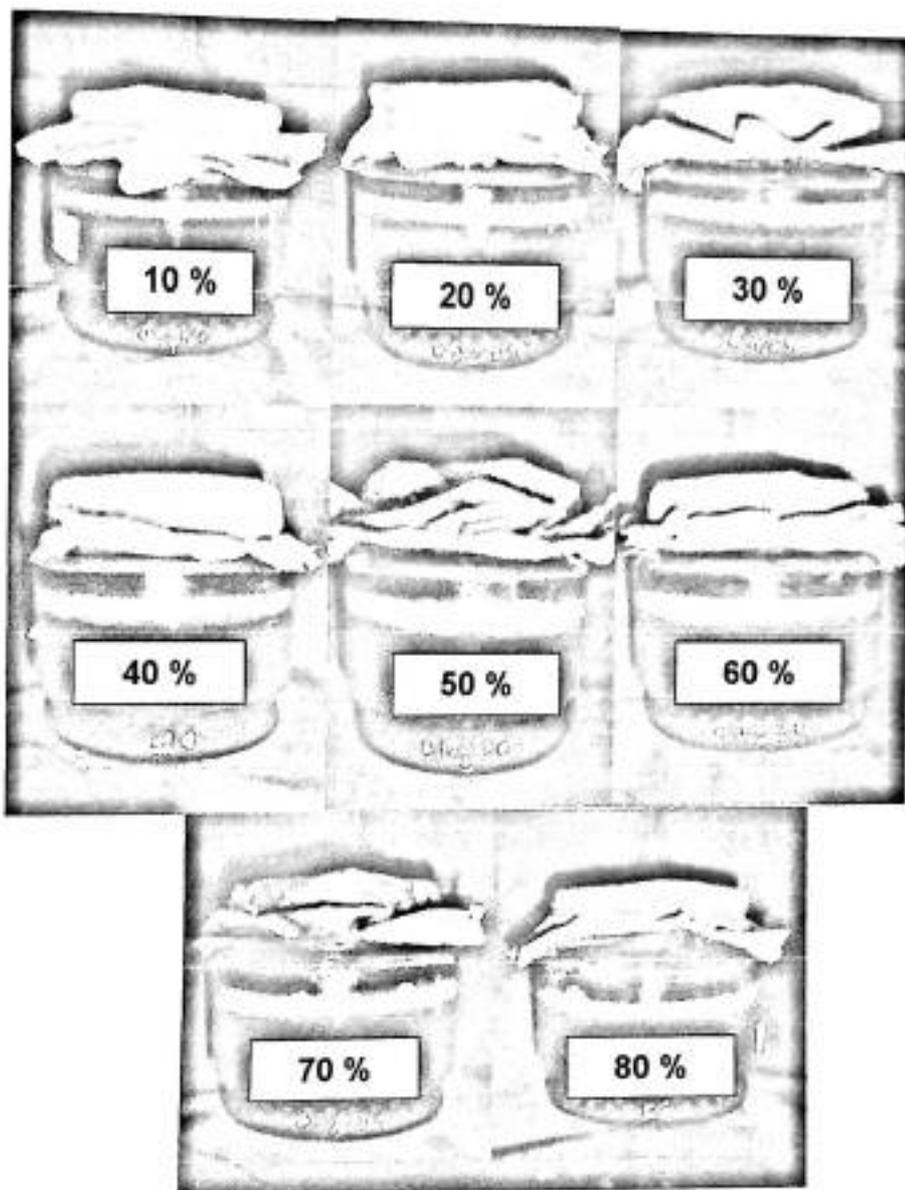
Gambar 2. Grafik hubungan antara konsentrasi (%) sari pepaya lewat matang dan ketebalan nata



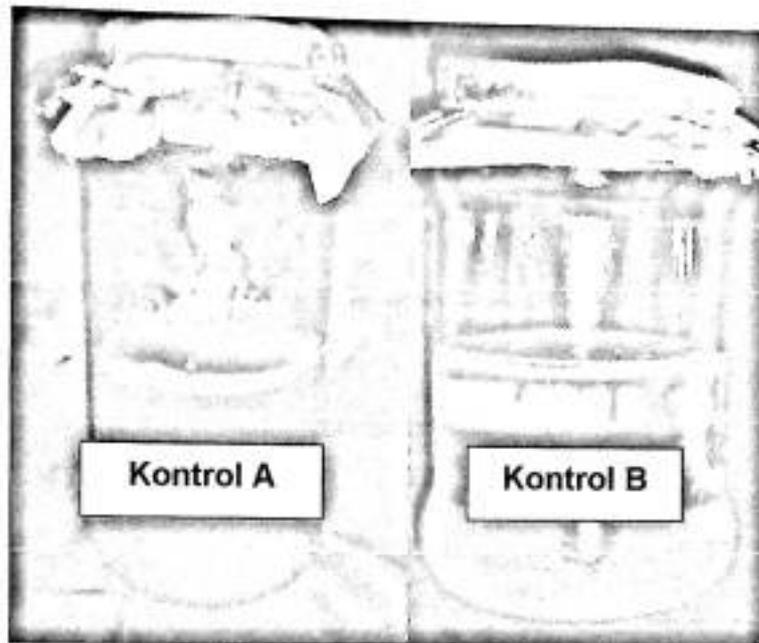
Gambar 3. Grafik hubungan antara konsentrasi (%) sari pepaya lewat matang dan tekstur nata.



Gambar 4. Grafik hubungan antara konsentrasi (%) sari pepaya lewat matang dan warna nata.



Gambar 5. Hasil fermentasi "Nata de Pepaya" dari sari pepaya lewat matang



Gambar 6. Hasil kontrol fermentasi "Nata de Papaya" dari sari pepaya lewat matang