

Pengaruh pH dan Jenis Pelarut pada Perolehan dan Karakterisasi Pati dari Biji Alpukat



Disusun Oleh:

- 1. Andy Chandra, ST., MM.**
- 2. Hie Maria Ingrid, dra., MSc.**
- 3. Verawati**

**Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Katolik Parahyangan
2013**

ABSTRAK

Alpukat merupakan salah satu komoditas buah yang selalu ada setiap tahun. Berdasarkan data Biro Pusat Statistik (BPS), produksi buah alpukat di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat. Umumnya jika mengkonsumsi buah alpukat, bagian bijinya dianggap tidak bermanfaat sehingga dibuang sebagai limbah. Padahal, bagian biji alpukat tersebut jika mendapatkan penanganan lebih lanjut dapat menjadi pati. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh jenis larutan perendam dan pH larutan pada rendemen serta karakterisasi pati dari biji alpukat.

Metode Penelitian yang digunakan adalah ekstraksi pati, dilakukan dalam kondisi perendaman dengan rasio biji alpukat dan larutan perendam (F/S) sebesar 1:5 menggunakan larutan perendam natrium metabisulfit, asam askorbat, dan asam sitrat dengan variasi pH larutan asam (± 3), netral (± 7), dan basa (± 10) serta waktu perendaman selama 24 jam. Analisis- analisis yang digunakan dalam menentukan perolehan dan kualitas mutu pati dari biji alpukat pada bidang makanan yakni penentuan rendemen pati, kadar pati, kadar sulfit, kadar air, kadar abu, dan kadar protein. Dari hasil tersebut maka dapat dibandingkan rendemen pati dari berbagai variasi yang telah dilakukan.

Berdasarkan hasil penelitian, rendemen pati tertinggi didapat pada larutan perendam natrium metabisulfit dengan pH netral, konsentrasi larutan natrium metabisulfit 2000 ppm, rasio perendaman 1:5, dan waktu perendaman selama 24 jam yaitu sebesar 12,99%. Kadar pati tertinggi didapat untuk proses ekstraksi pati biji alpukat pada larutan perendam asam askorbat dengan pH netral, konsentrasi larutan asam askorbat 2000 ppm, rasio perendaman 1:5, dan waktu perendaman selama 24 jam yaitu sebesar 74,68%. Pati biji alpukat yang dihasilkan memiliki kadar air pati biji alpukat sebesar 11,81% - 15,73%, kadar abu sebesar 0,97% - 1,25%, dan kadar sulfit sebesar 39,82 ppm - 41,36 ppm. Hasil samping dari penelitian ini yakni zat warna alami biji alpukat berwarna merah bata.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	1
DAFTAR ISI.....	2
DAFTAR GAMBAR.....	5
DAFTAR TABEL.....	6
BAB I PENDAHULUAN.....	7
1.1 Latar Belakang.....	7
1.2 Tujuan Khusus.....	8
1.3 Keutamaan Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Tanaman Alpukat.....	9
2.1.1 Bagian – bagian Tanaman Alpukat.....	11
2.1.2 Manfaat Alpukat.....	12
2.1.3 Jenis Alpukat.....	12
2.1.4 Kandungan Gizi Buah Alpukat.....	13
2.1.5 Komposisi Kimia pada Biji Alpukat.....	14
2.2 Pati / <i>Starch</i>	14
2.2.1 Struktur Pati.....	15
2.2.2 Gelatinisasi Pati.....	18
2.2.3 Retrogradasi Pati.....	18
2.2.4 Pemanfaatan Pati Modifikasi.....	19
2.3 Efek Pencoklatan (Browning).....	20
2.4 Jenis Larutan Perendam.....	23
2.4.1 Natrium Metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$).....	23
2.4.2 Asam Sitrat.....	25
2.4.3 Asam Askorbat.....	25
2.5 Ekstraksi.....	26
2.5.1 Ekstraksi Padat Cair.....	26
2.5.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekstraksi.....	27
2.6 Metode Ekstraksi Pati.....	28
2.6.1 <i>Alkaline Steeping</i>	28

2.6.2	<i>Wet Milling</i>	28
2.6.3	<i>Dry Milling</i>	28
2.6.4	<i>Protein Digestion dan High Intensity Ultrasound</i>	29
2.7	Metode Ekstraksi Pati dari Biji Alpukat.....	30
2.8	Tahap Ekstraksi Pati pada Biji Alpukat.....	31
BAB III BAHAN DAN METODE PENELITIAN.....		33
3.1	Bahan.....	33
3.1.1	Bahan Utama.....	33
3.1.2	Bahan Analisis.....	33
3.2	Peralatan.....	33
3.2.1	Peralatan Utama.....	33
3.2.2	Peralatan Pendukung.....	34
3.3	Metode Penelitian.....	34
3.3.1	Persiapan Bahan Baku.....	34
3.3.2	Pembuatan Larutan Konsentrasi 2000 ppm	35
3.3.3	Percobaan Ekstraksi Pati.....	35
3.4	Analisis.....	36
BAB IV Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....		37
BAB V Pembahasan.....		38
5.1	Ekstraksi Pati Biji Alpukat.....	38
5.2	Pengaruh Variasi Jenis Larutan Perendam dan pH larutan terhadap Perolehan Pati Biji Alpukat.....	39
5.3	Pengaruh Variasi Jenis Pelarut dan pH Larutan terhadap Kadar Pati Biji Alpukat.....	41
5.4	Analisis Pati Biji Alpukat.....	42
4.4.1	Penentuan Kadar Air.....	42
4.4.2	Penentuan Kadar Abu.....	43
4.4.3	Penentuan Kadar Sulfat.....	44
4.4.4	Penentuan Kadar Protein.....	44
4.4.5	Viskositas dan Densitas Pati.....	45
5.5	Analisa <i>Fourier Transform Infra Red Spectrophotometry (FTIR)</i>	46
5.6	<i>Swelling Power</i>	47

5.7 <i>Water Absorption</i>	48
BAB VI Kesimpulan dan Saran	49
6.1 Kesimpulan.....	49
6.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Data Produksi Alpukat di Indonesia.....	7
Gambar 2.1	Tanaman dan buah Alpukat.....	12
Gambar 2.2	Struktur Amilosa.....	16
Gambar 2.3	Struktur Amilopektin.....	17
Gambar 2.4	Bentuk Berbagai Macam Granula Pati.....	17
Gambar 2.5	Reaksi <i>browning</i> Enzimatik.....	21
Gambar 2.6	Reaksi Karamelisasi pada Glukosa.....	22
Gambar 2.7	Rantai Reaksi Maillard.....	22
Gambar 2.8	Reaksi Pencoklatan pada Vitamin C.....	23
Gambar 3.1	Skema Persiapan Bahan Baku.....	34
Gambar 3.2	Skema Pembuatan Larutan Konsentrasi 2000 ppm.....	35
Gambar 3.3	Skema Percobaan Utama.....	36
Gambar 5.1	pH larutan perendam terhadap rendemen pati pada konsentrasi 2000 ppm.....	40
Gambar 5.2	pH larutan perendam terhadap kadar pati pada konsentrasi 2000 ppm...	41
Gambar 5.3	pH larutan perendaman terhadap residu sulfit.....	44
Gambar 5.4	Temperatur terhadap viskositas pati biji alpukat.....	46
Gambar 5.5	Spektrum infra merah pati biji alpukat.....	47

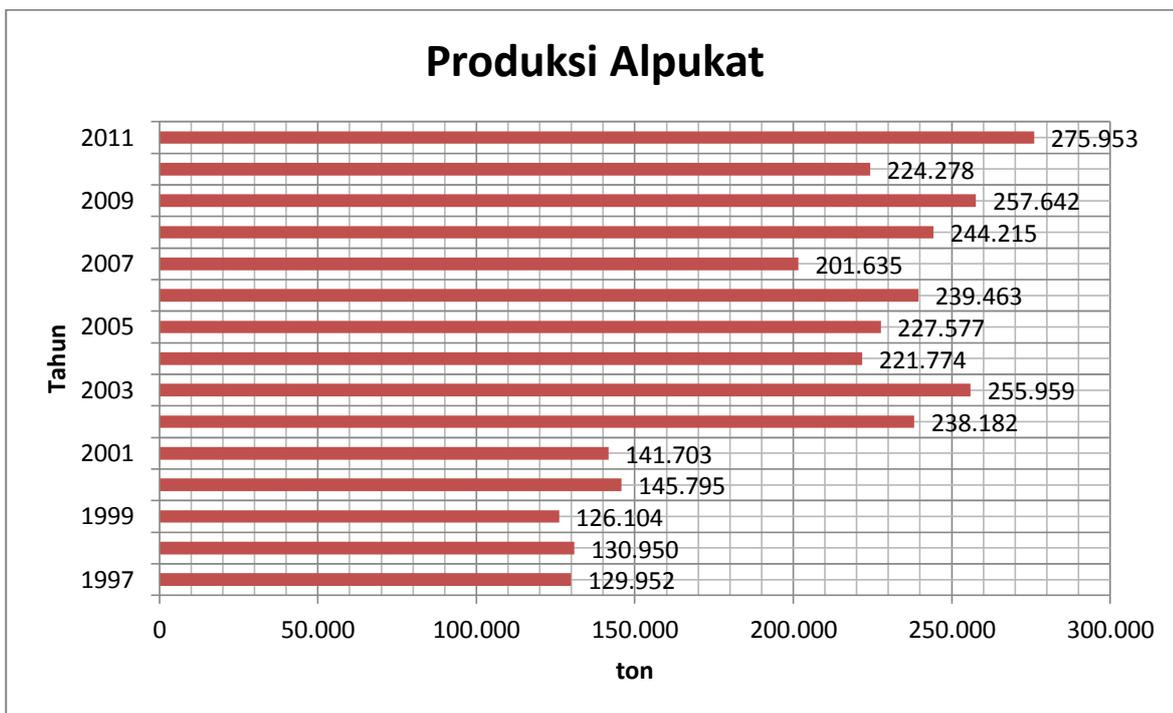
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Toksonomi Tanaman Alpukat.....	10
Tabel 2.2	Karakteristik Tiga Jenis Alpukat.....	13
Tabel 2.3	Komposisi Kimiawi Buah Alpukat dalam 100 gram Daging Buah.....	14
Tabel 2.4	Komposisi Biji Alpukat.....	14
Tabel 2.5	Sifat Fisik dan Kimia berbagai Jenis Pati.....	16
Tabel 2.6	Parameter Fisikokimia Pati dari Biji Alpukat.....	30
Tabel 4.1	Jadwal Pelaksanaan.....	37
Tabel 5.1	Persen Rendemen pati dalam variasi jenis larutan perendam dan pH larutan.....	39
Tabel 5.2	Kadar pati dalam variasi jenis larutan perendam dan pH larutan.....	41
Tabel 5.3	Kadar air pati dalam variasi jenis larutan perendam dan pH larutan.....	42
Tabel 5.4	Kadar protein dalam variasi jenis pelarut dan pH larutan.....	45
Tabel 5.5	Nilai <i>water absorption</i> dalam berbagai variasi kecepatan (rpm).....	48

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alpukat merupakan salah satu komoditas buah yang digemari oleh seluruh lapisan masyarakat. Bagian tanaman alpukat yang banyak dimanfaatkan adalah buahnya sebagai makanan seperti jus maupun es campur. Selain itu daging buah pada alpukat biasanya dijadikan bahan masakan bagi masyarakat Eropa. Manfaat lain dari daging buah alpukat yaitu sebagai bahan dasar kosmetik. Pada perkembangan akhir-akhir ini, komoditas alpukat mempunyai peluang untuk dibudidayakan secara komersial. Hal ini dapat dibuktikan berdasarkan data produksi alpukat yang diperoleh pada Gambar 1.1. Pada Gambar 1.1 dapat dilihat bahwa dari tahun 1997 hingga tahun 2011 produksi alpukat di Indonesia cenderung mengalami peningkatan.



Gambar 1.1 Grafik Data Produksi Alpukat di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2012)

Umumnya jika mengkonsumsi buah alpukat, bagian bijinya dianggap tidak bermanfaat sehingga dibuang begitu saja. Padahal, bagian biji alpukat tersebut kalau mendapatkan penanganan lebih lanjut dapat menjadi pati yang tidak kalah nilainya dibanding pati lainnya. Pati dari biji alpukat tersebut dapat diolah menjadi beberapa jenis makanan seperti dodol, kerupuk, *snack*, biskuit, dan sebagainya

Biji alpukat merupakan tempat penyimpanan cadangan makanan bagi tanaman alpukat, selain buah, batang dan akar. Karbohidrat merupakan penyusun utama cadangan makanan alpukat. Kandungan karbohidrat pada biji alpukat cukup tinggi sehingga lebih menguntungkan jika yang di ekstrak adalah pati

dibandingkan dengan senyawa lainnya. Adapun salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengolah biji alpukat adalah dengan mengekstrak pati dari dalam biji.

Ekstraksi pati merupakan suatu proses untuk mendapatkan pati dari suatu tanaman dengan cara memisahkan pati dari komponen lainnya yang terdapat pada tanaman tersebut. Ada beberapa metode dalam melakukan ekstraksi pati, antara lain *alkaline steeping*, *wet milling*, *protein digestion*, dan *high intensity ultrasound* (Drapcho dan Walker, 2008). Metode *alkaline steeping* merupakan metode ekstraksi yang menggunakan senyawa alkali untuk mendispersikan matriks protein sehingga pati yang terbentuk bebas dari protein, karena bebas dari protein, maka dapat mencegah proses *browning*. Dalam penelitian ini dilakukan metode *alkaline steeping* dengan senyawa alkali yang digunakan adalah natrium dan beberapa pelarut asam.

Masalah utama dalam ekstraksi pati biji alpukat adalah apabila biji alpukat dihancurkan menghasilkan warna coklat sehingga pati yang dihasilkan juga agak coklat. Untuk menghasilkan pati biji alpukat dengan warna putih, diperlukan perlakuan khusus pada pengolahan pati biji alpukat dengan cara perendaman di dalam larutan natrium metabisulfit, asam askorbat, dan asam sitrat agar diperoleh pati biji alpukat dengan warna yang putih.

Berdasarkan alasan-alasan yang dikemukakan di atas, maka penelitian akan dilakukan dengan mempelajari pengaruh pH dan jenis larutan perendaman pada perolehan dan karakterisasi pati dari biji Alpukat.

1.2 Tujuan Khusus

1. Mempelajari pengaruh jenis larutan perendaman natrium metabisulfit, asam askorbat, dan asam sitrat terhadap perolehan pati dari biji alpukat.
2. Mempelajari pengaruh derajat keasaman (pH) larutan perendam terhadap perolehan pati dari biji alpukat.
3. Mengetahui karakteristik dari pati biji alpukat yang dihasilkan.

1.3 Keutamaan Penelitian

1.3.1 Keutamaan Penelitian dari Segi Bahan Baku

Biji alpukat sebagai limbah yang belum digunakan secara ekonomis, menjadi sangat potensial sebagai sumber pati. Mengingat bahwa buah alpukat hanya baru dimanfaatkan dan diambil daging buahnya, sedangkan kulit dan bijinya dibuang menjadi limbah. Dengan kandungan karbohidrat tinggi yang terdapat di dalam biji alpukat, menjadikan biji alpukat ini dapat digunakan pula sebagai bahan baku pembuatan pati dari biji, dengan menggunakan proses ekstraksi.

1.3.2 Keutamaan Penelitian dari Segi Produk

Biji alpukat dapat ditingkatkan nilai komersilnya menjadi pati. Pati dari biji alpukat ini memiliki karakter yang baik dan dapat digunakan sebagai filler, maupun bahan baku bioplastik sampai menjadi bahan baku bioetanol. Pati ini memiliki beberapa karakter khusus, yang mirip dengan pati yang dihasilkan dari singkong. Dengan kandungan spesifik yang tidak dimiliki oleh pati dari bahan lain, maka pati biji alpukat dapat digunakan secara luas penggunaannya di dalam industri makanan maupun industri proses lainnya.

1.3.3 Keutamaan Penelitian dari Segi Teknologi

Melalui pendekatan teknologi, biji alpukat yang merupakan limbah pangan dapat diolah lebih lanjut menjadi pati yang bernilai lebih tinggi, bahkan selanjutnya pati tersebut dapat menjadi bahan baku yang bernilai lebih tinggi lagi, baik sebagai bioplastik maupun bioetanol. Untuk itu, perlu diketahui secara baik mengenai karakteristik spesifik mengenai pati biji alpukat ini. Proses yang digunakan untuk mendapatkan pati dari biji alpukat ini yaitu dengan menggunakan proses ekstraksi. Pada proses ini digunakan beberapa larutan perendaman, tingkat keasaman yang berbeda, waktu perendaman, maupun perbandingan antara bahan baku dan pelarut. Pelarut yang umum digunakan pada proses ini antara lain: natrium metabisulfit, asam askorbat, dan asam sitrat.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Alpukat

Tanaman alpukat (*Persea americana*, Mill) merupakan tanaman yang berasal dari daratan tinggi Amerika Tengah dan memiliki banyak varietas yang tersebar di seluruh dunia. Alpukat secara umum terbagi atas tiga tipe: tipe *West Indian*, tipe *Guatemalan*, dan tipe *Mexican*. Daging buah berwarna hijau di bagian bawah kulit dan menguning kearah biji. Warna kulit buah bervariasi, warna hijau karena kandungan klorofil atau hitam karena pigmen antosiasin (Lopez, 2002).

Menurut Sunarjono (1998), alpukat termasuk tanaman hutan yang tingginya mencapai 20 meter. Bentuk pohonnya seperti kubah sehingga dari jauh tampak menarik. Daunnya panjang (lonjong) dan tersusun seperti pilin. Pohonnya berkayu, umumnya percabangan jarang dan arahnya horizontal. Bunga alpukat keluar pada ujung cabang atau ranting dalam tangkai panjang. Warna bunga putih dan setiap bunga akan mekar sebanyak dua kali.

Indonesia telah mengintroduksi 20 varietas alpukat dari Amerika Tengah dan Amerika Serikat untuk memperoleh varietas-varietas unggul guna meningkatkan kesehatan dan gizi masyarakat, khususnya di daerah dataran tinggi. Pohon alpukat tidak dapat tumbuh di suhu yang dingin, sehingga hanya bisa tumbuh pada iklim tropis dan subtropis.

Berikut ini adalah taksonomi tanaman alpukat :

Tabel 2.1 Taksonomi tanaman Alpukat

Klasifikasi	Nama
Kingdom	<i>Plantae</i> (Tumbuhan)
Subkingdom	<i>Tracheobionta</i> (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	<i>Spermatophyta</i> (Menghasilkan biji)
Divisi	<i>Magnoliophyta</i> (Tumbuhan berbunga)
Kelas	<i>Magnoliopsida</i> (Berkeping dua / dikotil)
Sub Kelas	<i>Magnoliidae</i>
Ordo	<i>Lurales</i>
Famili	<i>Lauraceae</i>
Genus	<i>Persea</i>
Spesies	<i>Persea americana</i> Mill

[Sumber: Plantamor, 2012]

Ahli botani menyebutkan buah alpukat terdiri dari satu karp dan sebuah biji. Perikarp adalah jaringan buah yang menyelimuti biji, yang terdiri dari bagian kulit yang disebut eksokarp, bagian

daging buah yang dapat dimakan yaitu mesokarp dan lapisan tipis dekat biji yang disebut endokarp. Bagian mesokarp sebagian besar terdiri dari sel-sel parenkim isodiametrik yang seragam, dengan ukuran diameter sekitar 60 μm . Seluruh jaringan ini adalah sel-sel minyak yang khusus. Sel-sel minyak atau idioblast dibedakan oleh ukurannya yang besar dan berdingin lignin (Biale dan Young, 1971).

2.1.1 Bagian – bagian Tanaman Alpukat

1. Akar

Tanaman alpukat memiliki dua jenis akar, yaitu akar tunggang dan memiliki akar rambut. Rambut pada akar tanaman alpukat hanya sedikit sehingga pemupukan harus dilakukan dengan cara yang benar. Pupuk harus diletakkan sedekat mungkin dengan akar sehingga pupuk ditanam dengan kedalaman 30 – 40 cm disekitar tanaman (melingkari tanaman).

2. Batang

Tinggi tanaman alpukat dapat mencapai 20 m, terdiri dari batang berwarna coklat kotor memiliki banyak cabang dan ranting yang berambut halus. Batang tanaman alpukat biasanya digunakan sebagai pengembangan bibit, penyambungan dan okulasi (Prihatman 2000).

3. Daun

Daun tunggal, bertangkai yang panjangnya 1,5-5 cm, letaknya berdesakan di ujung ranting, bentuknya jorong sampai bundar telur memanjang, tebal seperti kulit, ujung dan pangkal runcing, tepi rata kadang-kadang agak menggulung ke atas, bertulang menyirip, panjang 10-20 cm, lebar 3-10 cm, daun muda warnanya kemerahan dan berambut rapat, daun tua warnanya hijau dan gundul (Prihatman 2000).

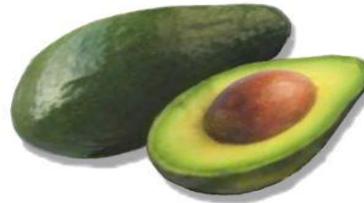
4. Bunga

Bunga alpukat bersifat sempurna (*hermaprodit*), tetapi sifat pembungaannya *dichogamy*, artinya tiap bunga mekar 2 kali berselang, menutup antara 2 mekar dalam waktu berbeda. Pada hari mekar pertama, bunga betina yang berfungsi sedangkan pada hari mekar berikutnya bunga jantan yang berfungsi. Berdasarkan sifat pembungaannya, tanaman alpukat dibedakan menjadi 2 tipe. Tipe A: bunga betina mekar pada pagi hari sedangkan bunga jantan mekar pada sore hari pada hari berikutnya. Tipe B: bunga betina mekar pada sore hari dan bunga jantan mekar pada pagi hari berikutnya (Ashari, 2004).

5. Buah

Buah alpukat jenis unggul berbentuk lonjong, bola atau bulat telur dan bulat tidak simetris, panjang 9 – 11,5 cm, memiliki massa 0,25 – 0,38 kg, berwarna hijau atau hijau

kekuningan, berbintik – bintik ungu, [buahnya](#) memiliki kulit yang lembut dan memiliki warna yang berbeda-beda. Biasanya warna buah alpukat bervariasi dari warna hijau tua hingga ungu kecoklatan. Buah alpukat berbiji satu dengan bentuk seperti bola berdiameter 6,5 – 7,5 cm, keping biji berwarna putih kemerahan. Buah alpukat memiliki biji yang besar berukuran 5,5 x 4 cm.



Gambar 2.1 Tanaman dan buah Alpukat

2.1.2 Manfaat Alpukat

Alpukat merupakan buah yang sangat bergizi, mengandung 3-30 persen minyak dengan komposisi yang sama dengan minyak zaitun dan banyak mengandung vitamin B (Samson, 1980). Dalam daging buah alpukat terkandung protein, mineral Ca, Fe, vitamin A, B, dan C (Samson, 1980). Dengan kandungan nutrisi yang banyak tersebut maka alpukat dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, diantaranya :

- Lemak monosaturated (tak jenuh) yang terdapat di dalam alpukat mengandung *oleic acid* yang terbukti mampu meningkatkan kadar lemak sehat dalam tubuh, dan mengontrol diabetes. Dengan menggunakan alpukat sebagai sumber lemak, penderita diabetes dapat menurunkan kadar *triglycerides* sampai 20%.
- Lemak tak jenuh ini juga sangat baik untuk mengurangi kadar kolesterol. Diet rendah lemak yang menyertakan alpukat telah terbukti mampu menurunkan kadar kolesterol jahat, dan meningkatkan kadar kolesterol baik dalam darah.
- Alpukat juga banyak mengandung serat yang sangat bermanfaat untuk mencegah tekanan darah tinggi, penyakit jantung, dan beberapa jenis kanker.
- Alpukat juga mengandung potassium 30% lebih banyak di banding nenas. Potassium sangat bermanfaat bagi tubuh untuk mengurangi resiko terkena penyakit tekanan darah tinggi, serangan jantung, dan kanker. Selain itu, alpukat juga sangat sempurna jika di jadikan sebagai makanan untuk wanita yang sedang hamil. Itu karena *folate* yang terdapat dalam alpukat, dapat mengurangi resiko terhadap ancaman penyakit *birth defect*.

2.1.3 Jenis Alpukat

Berdasarkan sifat ekologis, tanaman alpukat terdiri dari 3 tipe keturunan/ras, yaitu:

1. Ras Meksiko

Berasal dari dataran tinggi Meksiko dan Equador beriklim semi tropis dengan ketinggian antara 2.400-2.800 m dpl. Ras ini mempunyai daun dan buahnya yang berbau adas. Masa berbunga sampai buah bisa dipanen lebih kurang 6 bulan. Buah kecil dengan berat 100-225 gram, bentuk jorong (oval), bertangkai pendek, kulitnya tipis dan licin. Biji besar memenuhi rongga buah. Daging buah mempunyai kandungan minyak/lemak yang paling tinggi. Ras ini tahan terhadap suhu dingin.

2. Ras Guatemala

Berasal dari dataran tinggi Amerika Tengah beriklim sub tropis dengan ketinggian sekitar 800-2.400 m dpl. Ras ini kurang tahan terhadap suhu dingin (toleransi sampai -4,5 °C). Daunnya tidak berbau adas. Buah mempunyai ukuran yang cukup besar, berat berkisar antara 200-2.300 gram, kulit buah tebal, keras, mudah rusak dan kasar (berbintil-bintil). Masak buah antara 9-12 bulan sesudah berbunga. Bijinya relatif berukuran kecil dan menempel erat dalam rongga, dengan kulit biji yang melekat. Daging buah mempunyai kandungan minyak yang sedang.

3. Ras Hindia Barat

Berasal dari dataran rendah Amerika Tengah dan Amerika Selatan yang beriklim tropis, dengan ketinggian di bawah 800 m dpl. Varietas ini sangat peka terhadap suhu rendah, dengan toleransi sampai minus 2 derajat C. Daunnya tidak berbau adas, warna daunnya lebih terang dibandingkan dengan kedua ras yang lain. Buahnya berukuran besar dengan berat antara 400-2.300 gram, tangkai pendek, kulit buah licin agak liat dan tebal. Buah masak 6-9 bulan sesudah berbunga. Biji besar dan sering lepas di dalam rongga, keping biji kasar. Kandungan minyak dari daging buahnya paling rendah.

Buah alpukat jenis unggul yang dianjurkan oleh Departemen Pertanian adalah alpukat hijau lonjong, alpukat hijau bulat, dan alpukat *fuerte*. Karakteristik dari ketiga jenis alpukat tersebut dapat dilihat seperti Tabel 2.2

Tabel 2.2 Karakteristik tiga jenis Alpukat

Karakteristik	Alpukat Hijau Lonjong	Alpukat Hijau Bulat	Alpukat <i>Fuerte</i>
Berat buah (kg)	0,38	0,3	0,25
Bentuk buah	Ujung buah tumpul, pangkalnya runcing	Ujung buah bulat pangkalnya tumpul	Bentuk buah bulat tidak simetris
Bentuk leher	Leher panjang	Tidak mempunyai leher	Berleher pendek
Daging buah :			
- Diameter (cm)	6,5	7,5	7,5
- Panjang (cm)	11,5	9	11
- Ukuran biji (cm)	5,5 x 4	5,5 x 4	5 x 4

[Sumber: Sarjito, 1992]

2.1.4 Kandungan Gizi Buah Alpukat

Pada buah alpukat, mengandung banyak senyawa-senyawa yang penting bagi tubuh manusia diantaranya yaitu:

Tabel 2.3 Komposisi kimiawi buah alpukat dalam 100 gram daging buah

Komponen	Kadar
Energi buah (kal)	85 - 233
Air (%)	67,49 – 84,30
Protein (%)	0,27 – 1,7
Lemak (gr)	6,5 – 25,18
Karbohidrat (gr)	5,56 - 8
Abu (gr)	0,70 – 1,4
Vitamin (mg) :	
A	0,13 – 0,51
B ₁	0,025 – 0,12
B ₂	0,13 – 0,23
B ₃	0,79 – 2,16
B ₆	0,45
C	2,3 - 7
D	0,01
E	3
K	0,008
Mineral (mg) :	
Ca	10
Fe	0,9
P	20

[Sumber: Kali, 1997]

2.1.5 Komposisi Kimia pada Biji Alpukat

Biji buah alpukat sampai saat ini hanya dibuang sebagai limbah yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Padahal biji alpukat memiliki banyak kandungan yang dapat dimanfaatkan. Kandungan tersebut antara lain:

Tabel 2.4 Komposisi biji Alpukat

Komponen	Basis	
	Basah	Kering
Kelembaban, %	50,58	0
Abu, %	1,34	2,70
Nitrogen, %	0,39	0,79
Protein, %	2,45	4,95
Gula Tereduksi	1,60	3,24
Sukrosa, %	0,61	1,23
Total Gula	2,21	4,47
Pati, %	29,60	59,87
Pentosa, %	1,64	3,33
Arabinosa, %	2,04	4,12
Ekstrak Eter, %	0,99	2,00
Dan lain-lain, %	9,25	18,71

[Sumber: Leroy, 1931]

2.2 Pati / Starch

Pati penting dalam makanan terutama yang bersumber dari tumbuh-tumbuhan dan memperlihatkan sifat-sifatnya, pati terdapat dalam biji-bijian dan umbi-umbian sebagai karakteristik

granula pati, pati tidak manis, pati tidak dapat larut dengan mudah dalam air dingin, pati berbentuk pasta dan gel di dalam air panas, pati menyediakan cadangan sumber energi dalam tumbuh-tumbuhan dan persediaan energi dalam bentuk nutrisi (Potter, 1986).

Pati dihasilkan dari proses fotosintesis tanaman yang dibentuk (disintesa) di dalam daun (*plastid*) dan amiloplas seperti umbi, akar atau biji dan merupakan komponen terbesar pada singkong, beras, sagu, jagung, kentang, talas, dan ubi jalar.

Pati merupakan senyawa polisakarida yang terdiri dari monosakarida yang berikatan melalui ikatan oksigen. Monomer dari pati adalah glukosa yang berikatan dengan ikatan $\alpha(1,4)$ -glikosidik, yaitu ikatan kimia yang menggabungkan 2 molekul monosakarida yang berikatan kovalen terhadap sesamanya.

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Berbagai macam pati tidak sama sifatnya, tergantung dari panjang rantai C-nya, serta apakah lurus atau bercabang rantai molekulnya. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Polimer linier dari D-glukosa membentuk amilosa dengan ikatan (α)-1,4-glukosa. Sedangkan polimer amilopektin adalah terbentuk dari ikatan (α)-1,4-glukosida dan membentuk cabang pada ikatan (α)-1,6-glukosida.

2.2.1 Struktur Pati

Pati merupakan simpanan karbohidrat dalam tumbuh-tumbuhan dan merupakan karbohidrat utama yang dimakan manusia. Komposisi amilosa dan amilopektin berbeda dalam berbagai makanan yang mengandung pati. Amilopektin pada umumnya terdapat dalam jumlah yang lebih besar. Sebagian besar pati mengandung antara 15% dan 35% amilosa. Dalam butiran pati, rantai-rantai amilosa dan amilopektin tersusun dalam bentuk semi kristal, yang menyebabkan tidak larut dalam air dan memperlambat pencernaannya oleh amilase pankreas. Bila dipanaskan dengan air, struktur kristal rusak dan rantai polisakarida akan mengambil posisi acak. Hal ini yang menyebabkan mengembang dan memadat (gelatinasi). Cabang-cabang dalam amilopektin yang terutama dapat menyebabkan pembentukan gel yang cukup stabil. Proses pemasakan pati di samping menyebabkan pembentukan gel juga dapat memecah sel, sehingga memudahkan pencernaannya. Dalam proses pencernaan semua bentuk pati dihidrolisa menjadi glukosa (Almatsier, 2004).

Butiran pati sama sekali tidak larut dalam air dingin dan pada pemanasan butiran pati tiba-tiba mulai mengembang pada suhu penggelatinan. Pada titik ini dwibias optik hilang dan menunjukkan hilangnya kekristalan. Umumnya pati dengan butiran besar mengembang pada suhu lebih rendah daripada pati berbutir kecil. Suhu pengembangan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu: pH, laju pemanasan, praperlakuan, adanya garam dan gula (deMan, 1997).

Beragam-macam ukuran dari granula pati yang teratur paling panjang sumbuanya sekitar 0,0002 cm sampai 0,015 cm. Jika suspensi pati dalam air dipanaskan terjadi difusi air pada dinding granula dan menyebabkan pengembangan. Pengembangan ini terjadi pada suhu 60°C sampai 85°C, volume pada granula meningkat pada pemanasan setelah 5 menit dan suspensi akan menjadi sangat kental. Pada pemanasan di atas temperatur ini granula pati membuka dan membentuk gel dari pati di dalam air (Fox and Cameron, 1970).

Amilopektin merupakan polisakarida bercabang bagian dari pati, terdiri atas molekul-molekul glukosa yang terikat satu sama lain melalui ikatan 1,4-glikosidik dengan percabangan melalui ikatan 1,6-glikosidik pada setiap 20-25 unit molekul glukosa. Amilopektin merupakan bagian dari pati yang tidak larut dalam air dan mempunyai berat molekul antara 70.000 sampai satu juta. Amilopektin dengan iodium memberikan warna ungu hingga merah (Lehninger, 1982).

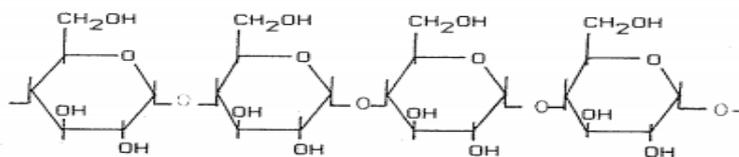
Amilopektin memiliki sifat mudah mengembang dan membentuk koloid dalam air. Sebaliknya pati dengan kadar amilopektin tinggi sangat sesuai untuk bahan roti dan kue karena sifat amilopektin yang sangat berpengaruh terhadap *swelling properties* (sifat mengembang pada pati). Perbandingan amilopektin dengan amilosa bervariasi tergantung dari jenis sumber patinya, normalnya adalah 80 : 20. Rasio ini memiliki pengaruh penting untuk mengetahui sifat dan tingkah laku pati. Data perbandingan amilosa dan amilopektin pada berbagai sumber pati disajikan pada Tabel 2.5:

Tabel 2.5 Sifat fisik dan kimia berbagai jenis pati

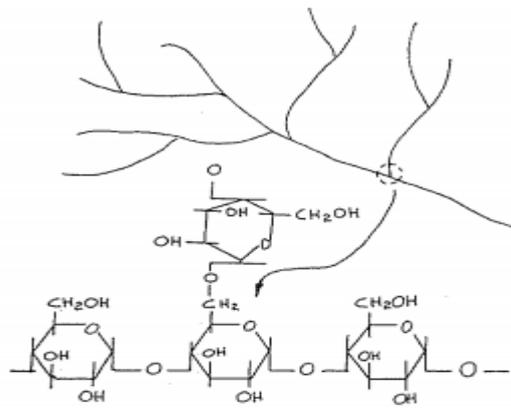
Jenis Pati	Bentuk Granula	Ukuran Granula (μm)	Kandungan Amilosa (% rasio)	Kandungan Amilopektin (% rasio)
Sagu	Elips agak terpotong	20 - 60	27	23
Beras	Poligonal	3 - 8	17	83
Jagung	Poligonal	5 - 25	26	74
Kentang	Bundar	15 - 100	24	76
Tapioka	Oval	5 - 35	17	83
Gandum	Elips	2 - 35	25	75
Ubi Jalar	Poligonal	16 - 25	18	82

[Sumber: Knight, 1969]

Struktur molekul pembentuk pati dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan 2.3 :

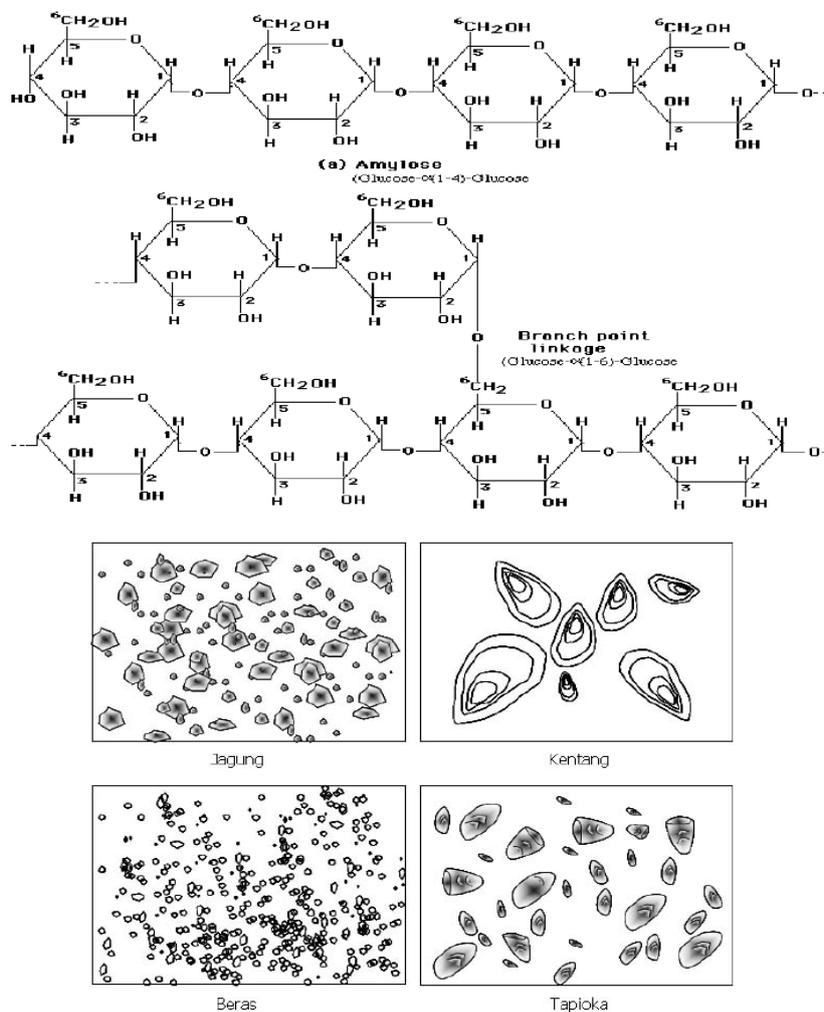


Gambar 2.2 Struktur Amilosa [Hart, 1987]



Gambar 2.3 Struktur Amilopektin [Hart, 1987]

Granula pati pada tumbuhan berbeda-beda antara satu dengan yang lainnya dalam ukuran sekitar 0,002 mm sampai 0,15 mm dan dalam bentuknya ada yang berbentuk bulat, oval, dan sebagainya. Bentuk granula pati spesifik untuk setiap jenis pati, sehingga dapat dibedakan antara satu dengan yang lainnya baik secara organoleptik maupun secara mikroskopik (Heimann, 1980). Bentuk berbagai macam granula pati dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Bentuk berbagai macam granula pati

2.2.2 Gelatinisasi Pati

Apabila granula pati dipanaskan dalam air, ikatan hidrogen yang lemah dan tidak berbentuk (amorphous) diputus dan granula akan mengembang karena adanya hidrasi (masuknya air kedalam granula pati). Dengan demikian “*birefrigent*” akan menghilang. Suhu pada saat “*birefrigent*” menghilang disebut suhu gelatinisasi dari granula pati tersebut (Hood, 1982), sedangkan menurut Harper (1981), apabila larutan pati dipanaskan sebelum mencapai suhu gelatinisasi, maka pati tersebut akan menyerap air dan mengembang, dan bila pati tersebut didinginkan, maka akan mencapai sifat yang sama dengan sifat semulanya. Pembengkakan reversibel dari granula pati mencapai maksimum pada suhu gelatinisasi.

Menurut Harper (1981) bahwa proses gelatinisasi mula-mula terjadi dengan adanya penambahan air yang akan memecahkan kristal amilosa dan mengganggu strukturnya kemudian granula pati akan mengembang, volumenya mencapai 26-30 kali lipat dari volume semula. Semakin tinggi suhu dan penambahan air, amilosa mulai keluar dari granula pati dan tidak bisa mengembang lagi. Akhirnya granula pecah dan semakin banyak air yang menyerangnya untuk melepaskan gugus hidroksil, sehingga dihasilkan struktur gel koloidal dengan kadar amilosa yang turun dan sebagian besar granula terdiri dari amilopektin. Suhu gelatinisasi ini berlainan tergantung jenis patinya. Suhu gelatinisasi merupakan kisaran suhu, misalnya pati jagung mempunyai suhu gelatinisasi antara 61-72°C, pati kentang 62-68°C, tapioka 59-70°C, gandum 53-64°C, dan beras 65-73°C (Wistler dan Daniel, 1985).

2.2.3 Retrogradasi Pati

Retrogradasi merupakan proses kristalisasi kembali dan pembentukan matrik pati yang telah mengalami gelatinisasi akibat pengaruh suhu. Retrogradasi amilosa menghasilkan *retrogrades* yang kuat dan tahan terhadap enzim. Pada makanan ringan, retrogradasi bertujuan untuk membentuk tekstur yang renyah.

Faktor-faktor yang berkaitan dengan retrogradasi meliputi :

- Jumlah rantai yang bercabang.
- Kadar pati amilopektin yang tinggi. Misalnya pada jagung lilin tidak menunjukkan retrogradasi ketika membeku.
- Ikatan hidrogen antara gugus OH pada amilosa dalam proses gelatinisasi pati selama pendinginan.
- Air dipaksa keluar dari struktur gel di sebut *syneresis*.
- Pati *insolubilized*.

2.2.4 Pemanfaatan Pati Modifikasi

Modifikasi pati dilakukan untuk mengatasi sifat-sifat dasar pati alami yang kurang menguntungkan seperti; tidak tahan panas, tidak tahan asam, tidak tahan gesekan dan pengadukan, kelarutan yang terbatas pada air, serta mudah mengalami sineresis, sehingga proses retrogradasi cepat terjadi. Sehingga dapat memperluas pemanfaatan pati dalam proses pengolahan pangan serta menghasilkan karakteristik produk pangan yang diinginkan.

Pati termodifikasi merupakan pati yang gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia seperti; esterifikasi, oksidasi atau dengan mengganggu struktur asalnya (Fleche, 1985). Pati termodifikasi juga merupakan pati yang diberi perlakuan tertentu dengan tujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau merubah beberapa sifat lainnya. Perlakuan ini dapat mencakup penggunaan panas, asam, alkali, zat pengoksidasi atau bahan kimia lainnya yang akan menghasilkan gugus kimia baru atau perubahan bentuk, ukuran serta struktur molekul (Glicksman, 1969).

Pembuatan sirup glukosa dan fruktosa mempunyai prospek yang sangat menjanjikan seiring dengan peningkatan kebutuhan gula di Indonesia. Fruktosa adalah salah satu jenis gula yang memiliki tingkat kemanisan 1,5 kali tingkat kemanisan gula kristal (sukrosa). Fruktosa dapat dibuat dengan hidrolisis pati menggunakan enzim amilase dan glucoamilase. Lebih lanjut, glukosa yang dihasilkan diisomerisasi dengan enzim glukoisomerase. Produk komersial mengandung 42,45, atau 90% fruktosa. Ketersediaan sirup fruktosa juga akan mendukung pengembangan agroindustri sebagai salah satu prioritas pembangunan nasional.

Pembuatan sirup fruktosa dari pati merupakan salah satu pemanfaatan pati modifikasi. Sirup fruktosa merupakan sirup yang berasal dari hidrolisis pati, dan juga dikenal sebagai *High Fructose Syrups* (HFS). Sirup ini berupa cairan kental berwarna jernih dan umumnya digunakan dalam industri minuman ringan bersoda, dalam pembuatan makanan/minuman rendah kalori, dan sebagainya. Karena berasal dari pati, sirup ini dapat mengalami proses fermentasi seperti karbohidrat lain pada umumnya. Pembuatan sirup fruktosa dari pati tersebut dilakukan dengan menggunakan enzim glukosa isomerase yang diisolasi dari berbagai mikroba. Mikroba inilah yang memungkinkan terjadinya proses fermentasi di dalam sirup fruktosa tersebut. Proses fermentasi ini selain menghasilkan etanol, juga menghasilkan asetaldehida sebagai *by product* (hasil antara). Mengingat sifatnya yang volatil, maka pemisahan asetaldehida dari sirup fruktosa sekaligus pemurniannya dilakukan dengan cara distilasi.

Beberapa keunggulan pati modifikasi dibandingkan pati alami antara lain pati modifikasi dapat memiliki sifat fungsional yang tidak terdapat pada pati alami, pati modifikasi dapat lebih luas penggunaannya dalam skala industri besar, memiliki sifat yang lebih konsisten sehingga memudahkan pengontrolan dan pembuatan produk dengan kualitas bagus.

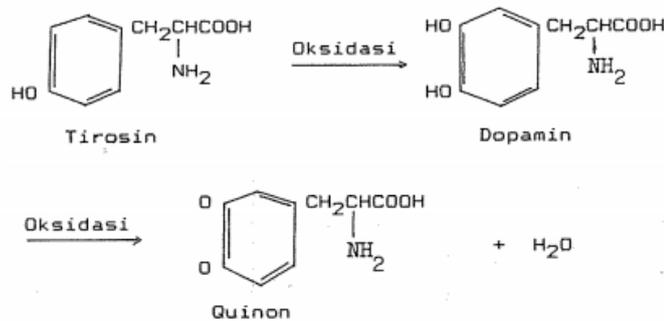
2.3 Efek Pencoklatan (*Browning*)

Kerap kali kita melihat bahwa buah apel, pir, kentang dan salak, yang baru saja di kupas, daging buah atau umbinya menjadi berwarna coklat. Dalam ilmu pangan gejala itu dinamakan *browning* atau pencoklatan. Pada umumnya proses pencoklatan ada dua macam yaitu pencoklatan enzimatis dan non enzimatis. Pencoklatan pada buah ini tergolong pada pencoklatan enzimatis, hal ini di karenakan buah apel atau pada buah-buahan pada umumnya banyak mengandung substrat senyawa fenolik. Ada banyak sekali senyawa fenolik yang dapat bertindak sebagai substrat dalam proses pencoklatan enzimatis pada buah-buahan dan sayuran. Di samping katekin dan turunannya seperti tirosin, asam kafeat, asam klorogenat, serta leukoantosianin dapat menjadi substrat proses pencoklatan. Pencoklatan pada buah apel dan buah lain setelah di kupas disebabkan oleh aktifitas enzim *polyphenol oxidase*, yang dengan bantuan oksigen akan mengubah gugus monophenol menjadi O-hidroksi fenol, yang selanjutnya diubah lagi menjadi O-kuinon. Gugus O-kuinon inilah yang membentuk warna coklat. Untuk mencegah terbentuknya warna coklat pada buah apel tersebut, dapat dilakukan dengan cara *blanching*.

Reaksi pencoklatan enzimatis ini juga memiliki kerugian yaitu hilangnya nilai gizi pada produk pangan dan dapat merusak flavor dari bahan pangan itu sendiri. Langkah-langkah yang dilakukan untuk meminimalisasi adanya penurunan mutu produk yaitu dengan dengan mengendalikan reaksi pencoklatan enzimatis. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengendalikan reaksi pencoklatan enzimatis yaitu, blansir, pendinginan, pembekuan, mengubah pH, dehidrasi, iradiasi, HPP (*High Pressure Processing*), penambahan inhibitor, ultrafiltrasi, dan juga ultrasonikasi. (Zulfahnur, 2009)

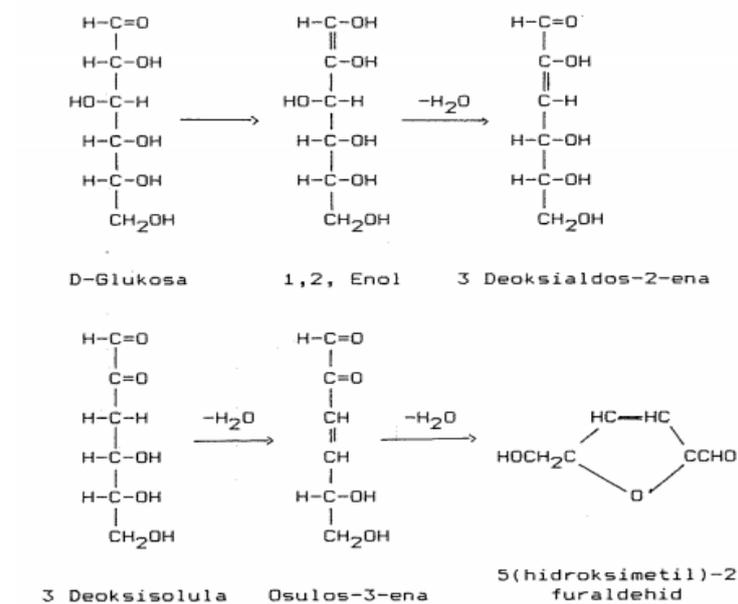
Biji alpukat mengandung senyawa fenolik dopamin (3,4-dihidroksi phenilalanin). Senyawa fenolik ini dapat menyebabkan adanya reaksi pencoklatan (*browning*) secara enzimatis yang disebabkan oleh reaksi antara oksigen dengan substrat fenolik dengan katalisator polifenol oksidase. Hal ini sesuai dengan pendapat Winarno (1986) yang mengatakan bahwa, pencoklatan enzimatis terjadi pada buah-buahan yang banyak mengandung substrat senyawa fenolik. Beberapa senyawa fenolik dapat bertindak sebagai substrat dalam proses pencoklatan enzimatis pada buah-buahan dan sayuran, antara lain katekin, tirosin dan asam kafeat, serta leukoantosianin. Pada alpukat mengandung senyawa tirosin dan magnesium (Erwin A., 2012). Pada alpukat buah dan daun mengandung saponin, alkaloid, flavonoid, polifenol, quersetin dan gula alkohol persiit, sedangkan biji buah alpukat diketahui mengandung flavonoid, tanin, triterpen dan kuinon. (Anonim, 2008) (www.aagos.ristek.go.id/pertanian/alpukat.pdf., 2009). Reaksi pencoklatan umumnya terjadi pada pH 9 sampai pH 10,5. Pada pH rendah, banyak grup amino yang terprotonasi sehingga hanya sedikit asam amino yang tersedia untuk reaksi pencoklatan (Eriksson, 1981). Dengan demikian, untuk mencegah reaksi pencoklatan pada produk pangan, dapat

dilakukan dengan menurunkan pH pangan. Untuk mencegah terjadinya reaksi pencoklatan pada suatu produk pangan, sering dilakukan dengan penambahan zat *antibrowning* seperti asam askorbat, asam asetat, asam sitrat, larutan natrium metabisulfit, dan larutan sirup gula. Berdasarkan percobaan dari Zulfahnur,dkk pada tahun 2009, larutan natrium metabisulfit merupakan senyawa *antibrowning* yang sangat bagus karena dapat menghambat proses pencoklatan yang paling lama di bandingkan dengan asam askorbat, asam asetat, asam sitrat, dan larutan sirup gula. Reaksi pencoklatan secara enzimatik dalam buah pisang dapat dilihat pada Gambar 2.5.



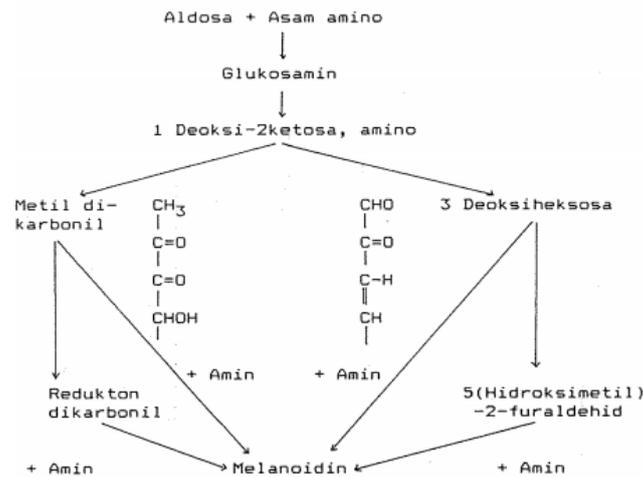
Gambar 2.5 Reaksi *browning* Enzimatis [Meyer, 1973, dan Palmer, 1971]

Pencoklatan secara non enzimatik disebabkan oleh karamelisasi, reaksi Maillard dan oksidasi vitamin C (Eskin, Henderson dan Townsend, 1971). Pemanasan secara langsung pada suhu 170⁰C sampai 200⁰C terhadap karbohidrat khususnya gula, menghasilkan suatu kompleks yang berasal dari proses karamelisasi. Ikatan ganda yang terkonjugasi menyerap cahaya dan menghasilkan warna. Produk karamelisasi biasanya digunakan dalam pembuatan makanan, kembang gula, dan sejenisnya, serta untuk menghasilkan warna pada minuman cola (Wistler dan Daniel, 1985, di dalam Fennema, 1985). Reaksi karamelisasi dapat dilihat pada Gambar 2.6.



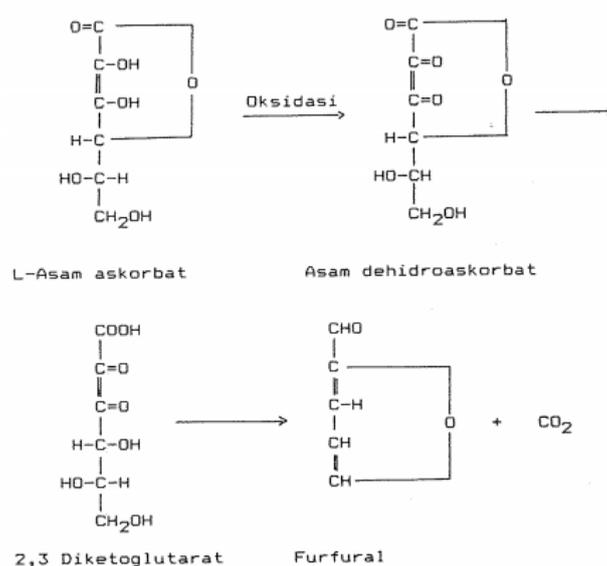
Gambar 2.6 Reaksi Karamelisasi pada Glukosa [Eskin, Henderson dan Townsend, 1971]

Reaksi Maillard merupakan proses terjadinya pencampuran antara gula dengan asam amino, peptida atau protein dengan pemanasan yang akan menghasilkan produk dengan warna yang sangat gelap (melanoidin). Reaksi Maillard dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Rantai Reaksi Maillard [Whistler dan Daniel, 1985]

Menurut Winarno (1986), vitamin C atau asam askorbat merupakan suatu senyawa reduktor dan dapat bertindak sebagai prekursor untuk pembentukan warna coklat non-enzimatik. Asam askorbat berada dalam keseimbangan dengan asam dehidroaskorbat. Dalam suasana asam, cincin lakton asam dehidroaskorbat terurai secara irreversibel dengan membentuk senyawa diketoglukonat dan kemudian berlangsunglah reaksi pencoklatan. Reaksi pencoklatan pada vitamin C dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Reaksi Pencoklatan pada Vitamin C [Theander, 1980]

2.4 Jenis Larutan Perendam

Untuk mencegah terjadinya reaksi pencoklatan pada suatu produk pangan, sering dilakukan dengan penambahan zat *anti browning* seperti asam askorbat, asam asetat, asam sitrat, larutan natrium metabisulfit, dan larutan sirup gula.

2.4.1 Natrium Metabisulfit (Na₂S₂O₅)

Menurut Chichester dan Tanner (1972), Natrium metabisulfit merupakan bahan pengawet anorganik yang termasuk dalam golongan '*Generally Recognized As Safe*' (GRAS), artinya bahan pengawet ini aman untuk digunakan pada bahan pangan sesuai dengan batas konsentrasi yang diijinkan. Natrium metabisulfit telah digunakan secara luas pada bahan pangan sebagai antimikroba, kecuali untuk bahan pangan yang merupakan sumber vitamin B.

Natrium metabisulfit (Na₂S₂O₅) merupakan salah satu garam sulfit berupa kristal atau bubuk berwarna putih yang mudah larut dalam air serta berbau sulfit (SO₂). Natrium metabisulfit (Na₂S₂O₅) merupakan inhibitor yang kuat untuk mencegah terjadinya *browning*, pertumbuhan bakteri, dan sebagai antioksidan (Philip, 2010). Penambahan natrium metabisulfit untuk menghambat reaksi pencoklatan pada biji alpukat. Kandungan natrium metabisulfit dalam bahan makanan sebesar 2000 mg/kg produk (Anonim, 2000).

Natrium metabisulfit sedikit larut dalam alkohol dan lebih stabil dibandingkan dengan Natrium sulfit dan Natrium bisulfit. Pada konsentrasi 200 ppm bahan pengawet ini dapat menghambat pertumbuhan bakteri, kapang, dan khamir (Chichester dan Tanner, 1972). Menurut Desrosier (1970), penggunaan Natrium metabisulfit untuk mengawetkan molase, anggur, buah-buah kering, sari buah dan lain-lain dibatasi pada 200-300 ppm.

Kemampuan sulfit sebagai antimikroba sangat dipengaruhi oleh pH (Frazier, 1979). Menurut Lindsay (1976), Natrium metabisulfit lebih efektif pada pH rendah. Di dalam air, Natrium metabisulfit akan terurai menjadi asam sulfit (H_2SO_3), ion bisulfit (HSO_3^-) dan ion sulfit (SO_3^{2-}), dimana jumlah masing-masing komponen tersebut sangat dipengaruhi oleh pH. Pada pH 4,5 atau lebih rendah, ion bisulfit dan asam sulfit mempunyai jumlah yang dominan, sedang pada pH 3 yang dominan adalah asam sulfit. Asam sulfit yang tidak terdisosiasi inilah yang akan menghambat pertumbuhan mikroba, karena asam sulfit lebih mudah berpenetrasi ke dalam dinding sel mikroba.

Mekanisme penghambat mikroorganisme oleh senyawa-senyawa sulfit adalah sebagai berikut:

- a. Molekul asam sulfit yang tidak terdisosiasi akan masuk ke dalam sel mikroba. Karena sel mikroba mempunyai pH netral, maka asam sulfit ini akan terdisosiasi sehingga dalam sel mikroba terdapat banyak ion-ion hidrogen yang menyebabkan pH sel menjadi rendah. Keadaan ini menyebabkan kerusakan organ-organ sel mikroba (Winarno dan Betty, 1974).
- b. SO_2 akan mereduksi ikatan disulfida ($-\text{S}=\text{S}-$) dari protein enzim, sehingga hal ini akan menghambat kerja enzim yang diperlukan untuk metabolisme sel mikroba (Chichester dan Tanner, 1972; Lindsay, 1976).
- c. Sulfit atau bisulfit akan bereaksi dengan asetaldehid di dalam sel menjadi senyawa yang tidak dapat diserang oleh enzim fermentatis mikroba (Lindsay, 1976).
- d. Sulfit akan membentuk senyawa addisi yang melibatkan nikotinamida dinukleotida (NAD) sehingga sistem pernapasan mikroba akan terhambat (Lindsay, 1976).

Senyawa sulfit dapat menghambat reaksi pencoklatan enzimatik, karena adanya hambatan terhadap enzim fenolase sangat tinggi dan bersifat irreversibel, sehingga tidak memungkinkan terjadinya regenerasi fenolase (Eskin dkk., 1971). Menurut Braverman (1963), mekanisme penghambatan reaksi pencoklatan non enzimatik oleh senyawa sulfit adalah reaksi antara bisulfit dengan gugus aldehyd dari gula sehingga gugus aldehyd tersebut tidak mempunyai kesempatan untuk bereaksi dengan asam amino. Dengan demikian sulfit mencegah konversi D-glukosa menjadi 5-hidroksi-metil-2-furfural (HMF). Senyawa ini merupakan senyawa antara yang akan bereaksi dengan gugus amino dari protein atau asam amino membentuk pigmen coklat melanoidin.

Asam sulfit juga diketahui dapat menghambat autoksidasi asam askorbat (vitamin C) pada suhu normal ($15-18^\circ\text{C}$), tetapi asam sulfit dapat merusak thiamin (vitamin B_1) dengan memecah thiamin tersebut menjadi 4-metil-5-hidroksi etil thiazol dan asam sulfonat dari 2,5-dimetil 4-amino

pirimidin. Reaksi perusakan thiamin oleh bisulfit ini berlangsung cukup cepat pada pH 5, tetapi menjadi lebih lambat pada pH yang lebih rendah (Joslyn dan Braverman, 1954).

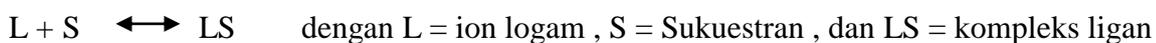
Pada konsentrasi rendah, Natrium metabisulfit tidak berbahaya bagi tubuh manusia, karena di dalam tubuh akan dimetabolisme menjadi asam sulfat dan kemudian diekskresi bersama dengan urine (Lindsay, 1976).

2.4.2 Asam Sitrat

Asam sitrat adalah asam organik yang biasa ditambahkan dalam bahan makanan sebagai bahan pengawet karena mudah dicerna, mempunyai rasa asam, tidak beracun, dan mudah larut.

Dalam reaksi enzim PPO asam sitrat berfungsi sebagai penurun pH dan *chelating agent* (Hutchings, 1994). Sebagai *chelating agent*, asam sitrat mengkelat yang dapat mengikat logam-logam divalen seperti Cu^{2+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , dan Fe^{2+} .

Proses pengikatan logam merupakan proses keseimbangan pembentukan kompleks ion logam dengan sukuestran. Secara umum keseimbangan itu dapat dituliskan sebagai berikut :



Asam sitrat merupakan suku estran yang dapat mengikat logam dalam bentuk ikatan kompleks sehingga mengalahkan sifat dan pengaruh logam yang buruk terhadap bahan pangan dan dapat menstabilkan warna, cita rasa, dan tekstur (Winarno, 1992).

Asam sitrat merupakan senyawa intermediet dari asam organik yang berbentuk kristal atau serbuk putih. Sifat-sifat asam sitrat antara lain: mudah larut dalam air, spiritus, dan etanol, tidak berbau, rasanya sangat asam, serta jika dipanaskan akan meleleh kemudian terurai yang selanjutnya akan terbakar sampai menjadi arang. Asam sitrat menghambat terjadinya pencoklatan karena dapat mengkompleks ion tembaga yang dalam hal ini berperan sebagai katalis dalam reaksi pencoklatan. Selain itu asam sitrat juga dapat menghambat pencoklatan dengan cara menurunkan pH sehingga enzim *polifenolase* (PPO) menjadi inaktif (Winarno, 1997)

2.4.3 Asam Askorbat

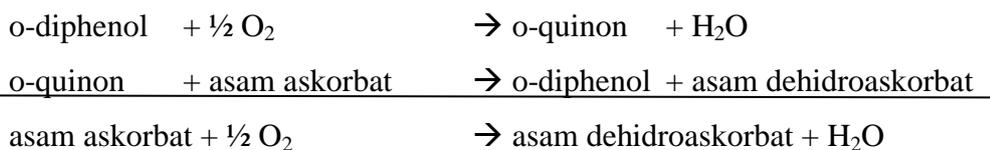
Asam askorbat merupakan jenis asam larut dalam air yang lebih efektif dalam menghambat aktivitas enzim *polifenolase* jika dibandingkan dengan asam sitrat dan asam malat. Asam askorbat tidak berflavor sehingga tidak mengganggu produk akhir yang dihasilkan, selain itu tidak bersifat korosif terhadap logam serta merupakan vitamin C (Eskin, Henderson & Townsend, 1971).

Dalam reaksi pencoklatan enzimatis, asam askorbat berperan sebagai antioksidan yang menghasilkan oksigen pada permukaan. Selain itu secara langsung dengan mereduksi o-quinon kembali menjadi o-diphenol, bereaksi dengan quinon-quinon pada komponen yang mengalami perubahan warna dan menekan kerja enzim (Zawitowski, Biliaderis & Eskin, 1991). Secara tidak

langsung asam askorbat mereduksi ion logam Cu^{2+} menjadi Cu^+ , asam askorbat termasuk sebagai pereduksi logam yang kuat.

Asam askorbat mereduksi o-quinon dengan 2 gugus hidroksilnya (pada C_2 dan C_3), sehingga o-quinon yang dapat berperan sebagai oksidator yang baik, asam askorbat sebagai pereduksi mengakibatkan reaksi oksidasi-reduksi berlangsung relatif cepat. Reaksi ini mencegah terbentuknya polimer o-quinon. Oksigen dapat mengoksidasi vitamin C menghasilkan asam dehidroaskorbat dan hidrogen peroksida. Oksigen yang telah bereaksi dengan vitamin C mencegah oksidasi o-difenol. Dengan tidak terbentuknya o-quinon sebagai hasil oksidasi o-diphenol berarti pencoklatan dapat dicegah (Schuler, 1990).

Mekanisme reduksi bentuk quinon menjadi fenol oleh asam askorbat menurut Eskin (1990) sebagai berikut :



2.5 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu campuran homogen menggunakan pelarut cair (*solvent*) sebagai *separating agent*. Dengan kata lain terjadi pemisahan fisika berdasarkan prinsip beda konsentrasi dan beda kelarutan. Hasil yang didapatkan kemudian dipisahkan menjadi dua bagian yaitu ekstrak dan rafinat. Ekstrak tersebut mengandung solut dan pelarut sedangkan rafinat mengandung inert, sisa pelarut dan sisa solut.

Berdasarkan metode operasinya, ekstraksi dibagi menjadi dua, yaitu ekstraksi tahap tunggal dimana kontak antar umpan dan pelarut dilakukan satu kali dan ekstraksi tahap banyak, ekstraksi tahap banyak ini dibagi menjadi tiga berdasarkan arah alirannya yaitu aliran searah (*co-current flow*), aliran silang (*cross flow*) dan aliran berlawanan arah (*counter current flow*).

2.5.1 Ekstraksi Padat Cair

Ekstraksi padat cair atau *leaching* adalah transfer difusi komponen terlarut dari padatan inert ke dalam pelarutnya. Proses ini merupakan proses yang bersifat fisik karena komponen terlarut kemudian dikembalikan lagi ke keadaan semula tanpa mengalami perubahan kimiawi. Ekstraksi dari bahan padat dapat dilakukan jika bahan yang diinginkan dapat larut dalam pelarut pengestraksi. Ekstraksi berkelanjutan diperlukan apabila padatan hanya sedikit larut dalam pelarut. Sering juga digunakan pada padatan yang larut karena efektivitasnya.

2.5.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekstraksi

Ekstraksi dapat dipengaruhi beberapa faktor yaitu, ukuran bahan, suhu ekstraksi, dan pelarut (<http://www.scribd.com/doc/57345669/12>, 2009).

a. Ukuran Bahan

Proses pengecilan ukuran bahan memiliki tujuan untuk memperluas permukaan bahan sehingga mempercepat penetrasi pelarut ke dalam bahan yang akan diekstrak dan mempercepat waktu ekstraksi. Semakin kecil ukuran bahan akan semakin luas permukaan bahan namun dapat berakibat terbawanya padatan inert di dalam pelarut sehingga mengganggu aktivitas pelarut. Selain untuk memperluas, tujuan lainnya adalah agar homogen sehingga kontak dengan solutnya dapat seragam di semua bagian.

b. Suhu Ekstraksi

Ekstraksi lebih cepat dilakukan pada suhu tinggi. Kondisi suhu yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan berubahnya struktur antioksidan. Sehingga dibutuhkan kondisi suhu yang optimal.

c. Pelarut

Pelarut yang baik untuk ekstraksi adalah pelarut yang mempunyai daya melarutkan yang tinggi terhadap zat yang diekstraksi. Daya melarutkan yang tinggi ini berhubungan dengan kepolaran pelarut dan kepolaran senyawa yang diekstraksi. Terdapat kecenderungan kuat bagi senyawa polar larut dalam pelarut polar dan sebaliknya. Pemilihan pelarut pada umumnya dipengaruhi oleh:

- 1) Selektivitas dimana pelarut hanya boleh melarutkan ekstrak yang diinginkan.
- 2) Kelarutan pelarut sedapat mungkin memiliki kemampuan melarutkan ekstrak yang besar.
- 3) Kemampuan tidak saling bercampur, pada ekstraksi cair, pelarut tidak boleh larut dalam bahan ekstraksi.
- 4) Kerapatan harus sedapat mungkin terdapat perbedaan kerapatan yang besar antara pelarut dengan bahan ekstraksi.
- 5) Reaktivitas dimana pelarut tidak boleh menyebabkan perubahan secara kimia pada komponen bahan ekstraksi.
- 6) Titik didih kedua bahan tidak boleh terlalu dekat karena ekstrak dan pelarut dipisahkan dengan cara penguapan, distilasi dan rektifikasi.
- 7) Kriteria lain, sedapat mungkin murah, tersedia dalam jumlah besar, tidak beracun, tidak mudah terbakar, tidak eksplosif bila bercampur udara, tidak korosif, bukan *emulsifier*, viskositas rendah dan stabil secara kimia dan fisik.

2.6 Metode Ekstraksi Pati

Ekstraksi pati merupakan suatu proses untuk mendapatkan pati dari suatu tanaman dengan cara memisahkan pati dari komponen lainnya yang terdapat pada tanaman tersebut. Ada beberapa metode dalam melakukan ekstraksi pati, antara lain *alkaline steeping*, *wet milling*, *protein digestion*, dan *high intensity ultrasound*. (Drapcho dan Walker, 2008)

2.6.1 *Alkaline Steeping* (David, Luis, dan Gloria, 2002) (Lawal, 2003)

Pengolahan biji jagung dengan alkali adalah proses pembuatan tepung jagung dengan penambahan Ca(OH)_2 sebanyak 1% kemudian direbus dan dikeringkan baru kemudian digiling untuk mendapatkan tepung jagung. Tujuan dari penambahan Ca(OH)_2 adalah untuk meningkatkan kandungan kalsium pada tepung jagung. Pengolahan dengan alkali ini biasanya digunakan pada industri pangan (Johnson, 1991).

Metode *alkaline steeping* merupakan metode dalam ekstraksi pati yang menggunakan senyawa alkali untuk mendispersikan matriks protein sehingga pati yang terbentuk bebas dari protein. Langkah-langkah utama dalam isolasi pati dengan *alkaline steeping* yaitu, perendaman, pengeringan, penghancuran, *screening*, pencucian, sentrifugasi dan sedimentasi.

2.6.2 *Wet Milling* (Whistler, 2009) (Drapcho dan Walker, 2008)

Metode *wet milling* adalah metode konvensional untuk mengambil pati dan produk samping dari bahan dengan menggunakan protease untuk menghilangkan kebutuhan sulfit dan menurunkan waktu pengadukan. Biasanya metode ini banyak digunakan untuk isolasi pati jagung. Bahan baku dibersihkan terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran yang menempel dan terbawa pada kulit bahan baku tersebut. Bahan baku di rendam dengan air panas sehingga strukturnya akan mengembang dan membuat kulit luarnya terkelupas, proses ini disebut degerminasi. Degerminasi selain menghasilkan produk samping kulit luar yang mengandung serat juga menghasilkan minyak. Proses selanjutnya yaitu defiber yang akan memisahkan serat dan pemisahan gluten, gluten merupakan zat perekat yang terkandung dalam bahan baku jenis biji-bijian. Kulit ari atau kulit bagian terluar (*germ*), serat dan gluten biasanya dipakai untuk suplemen tambahan pada makanan hewan sedangkan minyaknya dipakai untuk memasak atau dipakai untuk proses selanjutnya (Whistler, 2009). Produk akhir berupa pati didapatkan setelah melalui proses-proses tersebut.

2.6.3 *Dry Milling* (Drapcho, 2008)

Dry milling merupakan metode yang lebih sederhana dari metode *wet milling* oleh karenanya proses ini lebih dipilih dalam pembuatan ethanol untuk skala industri menengah. *Dry milling* sendiri terbagi dalam 3 tahapan yaitu pra-liquifikasi, liquifikasi, dan sakarifikasi-

fermentasi. Tahap pra-likuifikasi, bahan baku dibersihkan terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran yang terbawa. Bahan baku ditiriskan hingga kering lalu digiling agar didapatkan ukuran yang seragam atau menjadi tepung. Setelah penggilingan, bahan baku ditambahkan air dan dipanaskan pada suhu 60°C selama 5-10 menit sehingga campurannya mirip dengan bubur. Campuran bahan baku tersebut di atur pada kadar pH 6 dan di tambahkan enzim α -amylase, dipanaskan kembali pada suhu 85-95°C (Eny, 2009). 70-80°C, 95°C selama kurang dari 1 jam (Eny, 2009), kurang lebih 2 jam. Proses pemanasan akan mengakibatkan suspensi pati mengalami gelatinisasi karena struktur pati yang terkandung di dalamnya akan mengembang dan mengakibatkan peningkatan viskositas serta kehilangan struktur kristalnya (Eny, 2009) dan merupakan proses pemutusan ikatan pati agar menjadi monomer-monomer atau gula kompleks (dextrin), tahap ini dinamakan tahap likuifikasi.

Pada proses penggilingan cara kering, jagung tidak mengalami perendaman yang lama. Pembasahan hanya dilakukan untuk mengkondisikan agar endosperma jagung melunak sebelum jagung digiling pada *hammer mill*. Pada proses penggilingan kering dihasilkan *grits*, *meal*, *flour* dan *germ*. *Grits* biasanya mengandung kurang dari 1% lemak, 1-1,5% *fine meal*, dan 2% *flour*. *Germ* biasanya digunakan untuk pakan ternak dan hanya sebagian kecil yang digunakan untuk makanan. *Grits* digunakan untuk membuat makanan sereal atau untuk makanan ringan yang dibuat dengan metode ekstrusi (Johnson, 1991).

2.6.4 Protein Digestion dan High Intensity Ultrasound (Wang, 2003)

Metode *protein digestion* dan *high intensity ultrasound* jarang dilakukan karena dibutuhkan reagen/enzim yang cukup mahal untuk melakukan proses isolasi dan *yield* yang didapatkan umumnya rendah. Pada metode *protein digestion* digunakan beberapa variabel, yaitu variasi tepung/bubuk, variasi pH, variasi enzim protease, dan waktu pelarutan (*digestion*). Proses isolasinya dilakukan dalam beberapa tahap yaitu, pencampuran dengan air deionisasi, penambahan enzim protease, pengadukan, pengayakan, dan sentrifugasi.

Pada metode *high intensity ultrasound* digunakan variasi pada *amplitude sonic* dan waktu *sonication*. Tahap-tahapnya yaitu dilakukan pengayakan terlebih dahulu untuk menghilangkan serat, dan sentrifugasi untuk memisahkan pati dari protein. Isolasi pati dengan metode *high intensity ultrasound* ini dilakukan agar memiliki kemampuan untuk mengisolasi pati tanpa menyebabkan kerusakan pati dalam waktu yang singkat.

Metode *high intensity ultrasound* ini digunakan untuk menghilangkan proses perendaman yang lama, sedangkan metode protease *digestion* cukup potensial untuk menghilangkan penggunaan bahan-bahan kimia pada proses isolasi. Kombinasi dari kedua metode ini dapat meningkatkan perolehan pati dan dapat mengurangi residu protein dan pati yang rusak.

2.7 Metode Ekstraksi Pati dari Biji Alpukat

Metode yang digunakan dalam proses ekstraksi pati dari biji alpukat yaitu *alkaline steeping*. Metode *alkaline steeping* merupakan metode ekstraksi yang menggunakan senyawa alkali untuk mendispersikan matriks protein sehingga pati yang terbentuk bebas dari protein, karena bebas dari protein maka dapat mencegah proses *browning*. Metode *dry milling* tidak digunakan karena produk yang dihasilkan dari proses ini yaitu berupa tepung (Lee, 2007). Sedangkan *wet milling* biasanya digunakan untuk mengambil pati pada jagung (Suarni, 2006). Larutan pengekstrak pati yang biasa digunakan yaitu air, NaOH, NaHSO₄, dan lain-lain. (David, Luis, dan Gloria, 2002) (Lawal, 2003) Pati dapat terekstrak ketika proses perendaman dalam larutan. Larutan pengekstrak akan berdifusi masuk ke dalam granula pati, kemudian komponen-komponen dalam biji alpukat berdifusi keluar akibat adanya energi yang mendorong komponen tersebut keluar dari biji. Proses ini terjadi hingga konsentrasi pada permukaan biji sama dengan konsentrasi pada larutan perendam. Proses ekstraksi ini dilakukan dalam suhu kamar, bila proses ekstraksi dilakukan di atas suhu 50 °C, kemungkinan dapat terjadi proses gelatinisasi yang menyebabkan struktur pati tersebut rusak sehingga mengurangi perolehan pati (Gareis, 2007). Suhu gelatinisasi merupakan kisaran suhu, misalnya pati jagung mempunyai suhu gelatinisasi antara 61-72 °C, pati kentang 62-68 °C, tapioka 59-70 °C, gandum 53-64 °C, dan beras 65-73 °C (Wistler dan Daniel, 1985). Tabel 2.7 merupakan beberapa parameter pati pada biji alpukat:

Tabel 2.6 Parameter fisikokimia pati dari biji Alpukat

Parameter	Hasil
Yield (% w/w)	20.5 ± 0.5
Kadar Abu (% w/w)	0.42 ± 0.10
Kadar air (%)	7.81 ± 0.35
Amilosa : Amilopektin (%)	32.5 ± 0.5 : 67.5 ± 0.9
Total Lipid (g)	0.075 ± 0.002
Foaming capacity (%)	19.05 ± 0.6
Densitas (g/mL)	
Bulk	0.625 ± 0.010
Tapped	0.833 ± 0.020
True density	1.5306 ± 0.05
Micro elemental content (mg/100g)	
Mg	2.04
Fe	1.44
Zn	0.03
Pb	0.00
Cd	0.00

[Sumber: Philip, 2010]

2.8 Tahap Ekstraksi Pati pada Biji Alpukat [Linda, 2008] [Farida, 2007]

Tahap-tahap dalam proses ekstraksi pati dari biji alpukat adalah sebagai berikut :

1. Sortasi Biji Alpukat
Pemisahan biji dari biji yang baik dan yang telah rusak atau busuk, serta pemisahan biji dari benda-benda asing misalnya kayu, kulit buah, dll.
2. Pengupasan Kulit Biji Alpukat
Pengupasan kulit biji sebaiknya menggunakan pisau karena kulit buah alpukat tidak terlalu keras dan tipis, sehingga mudah untuk dikupas.
3. Pencucian Biji Alpukat
Pencucian biji alpukat dilakukan dengan menggunakan air bersih yang mengalir. Proses ini dilakukan agar kotoran yang menempel pada biji dapat hilang dengan maksimal serta dapat menghilangkan residu fungisida atau insektisida.
4. Pengecilan Ukuran Biji Alpukat
Pengecilan ukuran biji alpukat dilakukan dengan pisau. Pemotongannya secara pengirisan (*slicing*) atau dengan mesin penghancur kasar, seperti blender.
5. Perendaman dalam $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$
Biji alpukat direndam dalam larutan perendam air. Perendaman ini dilakukan dengan penambahan natrium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) dengan konsentrasi 2000 ppm. Rasio perendaman antara biji alpukat dengan larutan perendam yang digunakan yaitu 1:5. Dan variasi waktu yang digunakan dalam perendaman ini yaitu 6 jam, 12 jam, dan 24 jam. Derajat keasaman yang digunakan dalam perendaman ini yaitu asam (4,5), netral (7,5), dan basa (9,5)
6. Penghalusan
Biji alpukat kemudian dihancurkan dengan menggunakan blender sehingga biji akan memiliki ukuran yang lebih kecil. Jumlah biji yang akan diblender lebih baik dalam jumlah sedikit agar luas permukaan menjadi lebih besar sehingga dapat meningkatkan ekstraksi pati.
7. *Screening* dan Pencucian
Suspensi yang didapatkan kemudian dilewatkan pada 100-*mesh screen* dengan tujuan untuk memisahkan serat yang mengandung fraksi padat dari protein dan pati yang mengandung fraksi cair. Padatan sisa dari hasil *screening* dicuci dengan air distilasi.
8. Sedimentasi
Suspensi dibiarkan sampai sedimentasi pati selesai (\pm 6-12 jam) kemudian disaring dengan corong *buchner* agar pati yang dihasilkan lebih maksimal dan sisa air dalam pati tidak terlalu tinggi. Tujuan dari sedimentasi adalah untuk memisahkan protein terlarut dari pati yang ditunjukkan dengan terbentuknya layer berbeda warna, dimana protein berada di bagian atas sedangkan pati berada di bagian bawah.

9. Pengerinan

Proses pengerinan dilakukan dengan menggunakan oven selama 16 jam pada 50 °C kemudian ditimbang.

10. Penyimpanan

Pati merupakan zat yang higroskopis, maka penyimpanannya pun perlu tempat yang kedap udara. Proses penyimpanan dilakukan dengan cepat agar kadar air dalam sampel pati tidak meningkat.

BAB III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini dibedakan menjadi dua macam, yaitu bahan utama, dan bahan analisis. Bahan analisis ini akan digunakan untuk menganalisis pati dari biji alpukat.

3.1.1 Bahan Utama

Bahan-bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- 1) Biji alpukat (*Persea americana Mill*)
- 2) Larutan natrium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) dengan konsentrasi 2000 ppm
- 3) Aquades
- 4) Asam Asetat (CH_3COOH)
- 5) Asam sitrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$)

3.1.2 Bahan Analisis

Bahan-bahan analisis yang digunakan untuk menganalisis pati yang didapat dari biji alpukat antara lain:

- 1) Larutan iodine untuk melakukan uji pati
- 2) Na_2CO_3 anhidrat, aquadest, asam sitrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$), kapur, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, HCl, NaOH, indikator pp, H_2SO_4 , KI, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, indikator kanji digunakan untuk analisis kadar pati
- 3) Iodum, kalium iodida, HCl, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, indikator kanji digunakan untuk analisis kadar sulfit

3.2 Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu peralatan utama dan peralatan pendukung.

3.2.1 Peralatan Utama

Peralatan yang digunakan dalam percobaan utama isolasi pati dari biji alpukat antara lain:

- 1) *Blender*
- 2) *Screen* 100-mesh
- 3) Oven
- 4) Pisau
- 5) *Beaker glass*
- 6) Corong *buchner*

- 7) Cawan porselen
- 8) pH meter
- 9) Mortar dan Alu

3.2.2 Peralatan Pendukung

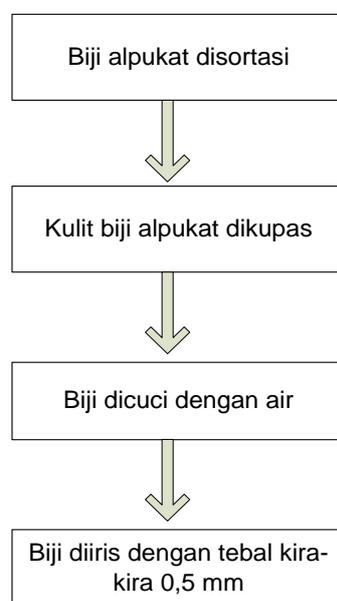
Peralatan pendukung percobaan utama antara lain yaitu gelas kimia, labu erlenmeyer, buret, krus porselen, timbangan digital, kain saring, pipet tetes, gelas ukur, labu takar, batang pengaduk, corong, tabung reaksi, kondensor, dan pemanas listrik (*hotplate*).

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa metode yaitu persiapan bahan baku, pembuatan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, dan percobaan ekstraksi pati.

3.3.1 Persiapan Bahan Baku

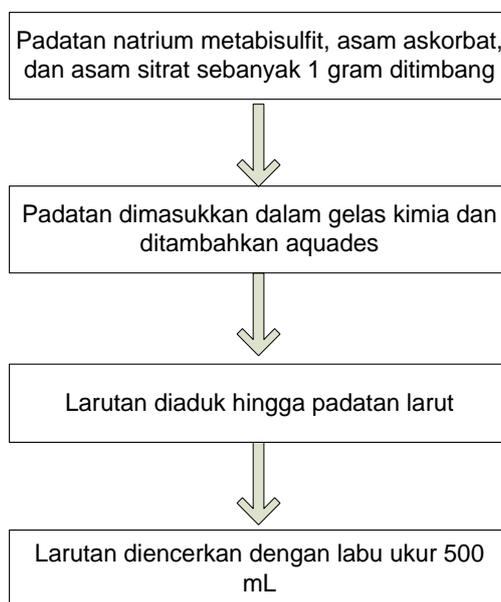
Pada persiapan bahan baku dilakukan perlakuan awal pada biji alpukat. Metode yang dilakukan adalah dengan pemilihan biji alpukat yang baik, pencucian biji alpukat, pengelupasan kulit biji dan teknik pemotongan biji alpukat. Pengelupasan kulit biji alpukat dapat dilakukan dengan menggunakan pisau karena kulit biji alpukat tipis dan mudah dikelupas. Pemotongan biji alpukat dilakukan secara irisan (*slicing*) dengan tebal kira-kira 0,5 mm menggunakan pisau agar luas permukaan biji alpukat semakin besar sehingga pati pada biji alpukat lebih mudah terekstrak oleh larutan perendam. Skema metode perlakuan awalnya ditunjukkan pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Skema persiapan bahan baku

3.3.2 Pembuatan Larutan Konsentrasi 2000 ppm

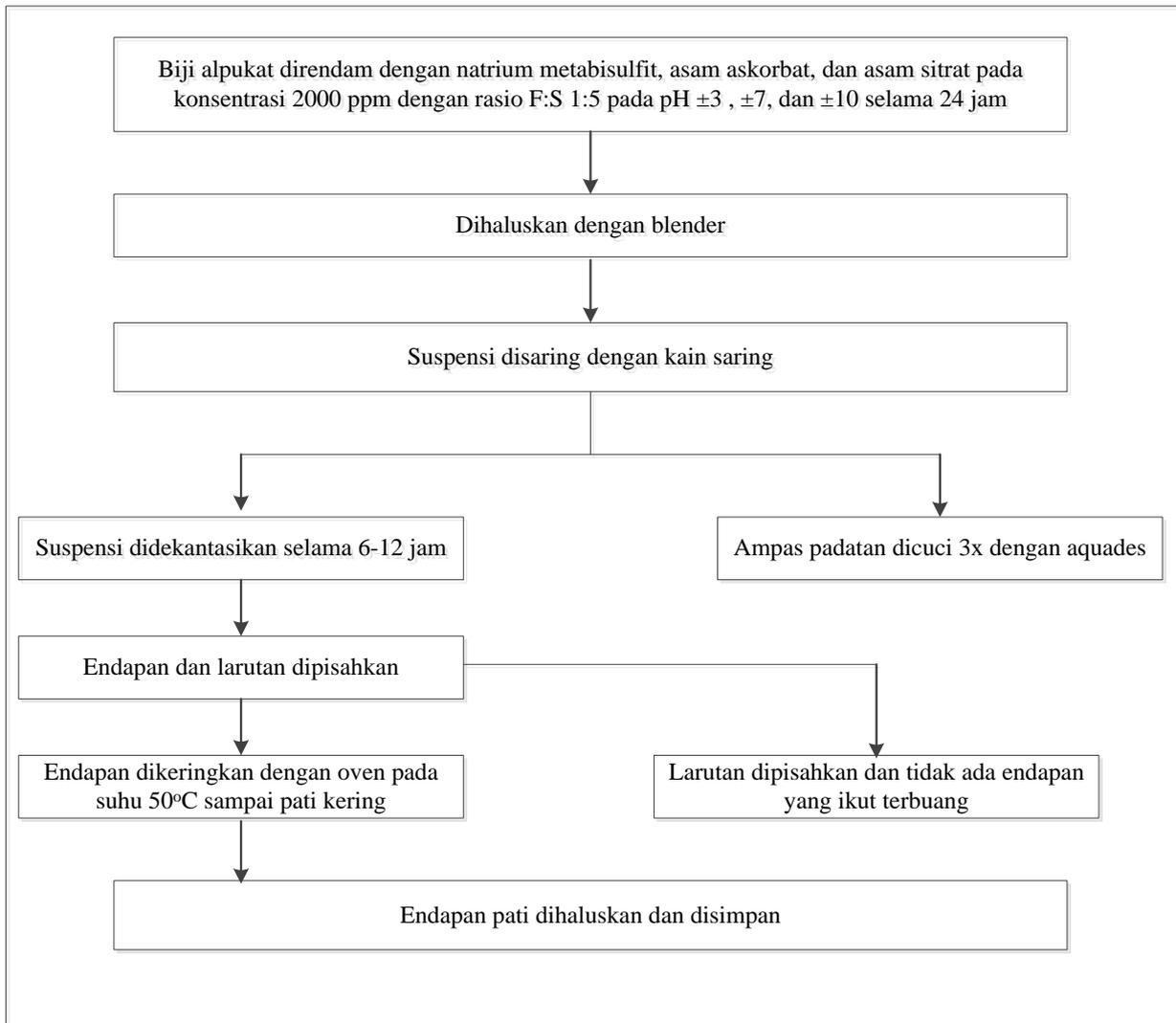
Padatan natrium metabisulfit, asam askorbat, dan asam sitrat ditimbang sesuai sebanyak 1 gram. Padatan dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan dengan aquades hingga volume yang ditentukan. Kemudian larutan diaduk dengan menggunakan batang pengaduk hingga padatan natrium metabisulfit, asam askorbat, dan asam sitrat larut dalam aquades. Skema pembuatan larutan konsentrasi 2000 ppm ditunjukkan pada Gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.2 Skema pembuatan larutan konsentrasi 2000 ppm

3.3.3 Percobaan Ekstraksi Pati

Biji alpukat direndam dengan variasi jenis pelarut yaitu natrium metabisulfit, asam askorbat, dan asam sitrat serta variasi pH yaitu pH ± 3 (asam), ± 7 (netral), dan ± 10 (basa), perendaman selama 24 jam, rasio biji alpukat dan larutan perendam (F/S) 1:5 (gr/mL). Pengaturan pH basa dilakukan dengan menambahkan natrium hidroksida. Sedangkan pengaturan pH asam menggunakan asam asetat pada larutan perendaman dengan natrium metabisulfit, larutan perendam asam askorbat pengatur pH asam dengan asam askorbat, dan larutan perendam asam sitrat pengatur pH asam dengan asam sitrat. Biji alpukat dihaluskan menjadi ukuran yang lebih kecil yang homogen menggunakan *blender*. Dari campuran tersebut terbentuk *slurry* yang disaring dengan kain saring. Ampas biji alpukat dicuci sebanyak 3 kali dengan aquadest, sedangkan suspensi yang diperoleh diendapkan selama 6-12 jam, kemudian pemisahan dibantu dengan menggunakan *sentrifuge*. Setelah terpisah, endapan dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C sampai pati kering. Pati yang telah dikeringkan kemudian disimpan ke dalam penyimpanan. Skema percobaan ditunjukkan Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skema percobaan utama

3.4 Analisis

Dari pati yang telah dihasilkan, maka dilakukan beberapa analisis antara lain analisis kadar pati, kadar air, kadar sulfit, kadar abu, dan kadar protein, FTIR, viskositas dan densitas pati, *swelling power*, dan *water absorption*. Analisis kadar pati dilakukan dengan metode HPLC, kadar air menggunakan *moisture analyzer*, kadar abu menggunakan *burner*, serta kadar sulfit menggunakan metode *iodine* berdasarkan AOAC.

BAB IV. JADWAL PELAKSANAAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Terapan, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Jalan Ciumbuleuit 94 Bandung. Penelitian dilakukan selama delapan bulan mulai dari bulan Januari 2013 hingga bulan Juli 2013. Jadwal kerja penelitian disajikan pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Jadwal pelaksanaan

No	Kegiatan	Jan				Feb				Mar				Apr				Mei				Jun				Jul				Agust		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1	Persiapan alat dan bahan																															
2	Persiapan Sampel																															
3	Percobaan dan analisis																															
4	Pembuatan laporan																															

BAB V. PEMBAHASAN

5.1 Ekstraksi Pati Biji Alpukat

Pada proses ekstraksi, biji alpukat yang telah diiris tipis direndam dengan variasi larutan perendam yaitu, larutan natrium metabisulfit, larutan asam askorbat, dan larutan asam sitrat dengan konsentrasi larutan 2000 ppm pada pH asam (± 3), netral (± 7), dan basa (± 10) selama 24 jam.

Pada persiapan bahan baku, proses pengirisan biji alpukat dilakukan dengan waktu yang singkat, karena biji alpukat mengandung senyawa fenolik dopamin (3,4-dihidroksi phenilalanin). Senyawa fenolik ini dapat menyebabkan adanya reaksi pencoklatan (*browning*) secara enzimatik yang disebabkan oleh reaksi antara oksigen dengan substrat fenolik dengan katalisator polifenol oksidase. Hal ini sesuai dengan pendapat Winarno (1986) yang mengatakan bahwa, pencoklatan enzimatik terjadi pada buah-buahan yang banyak mengandung substrat senyawa fenolik.

Pencoklatan pada buah apel dan buah lain setelah di kupas disebabkan oleh aktifitas enzim *polyphenol oxidase*, yang dengan bantuan oksigen akan mengubah gugus monophenol menjadi O-hidroksi phenol, yang selanjutnya diubah lagi menjadi O-kuinon. Gugus O-kuinon inilah yang membentuk warna coklat. Untuk mencegah terbentuknya warna coklat pada buah apel tersebut, dapat dilakukan dengan cara *blanching*. Perendaman biji alpukat dengan larutan natrium metabisulfit, larutan asam askorbat, dan larutan asam sitrat bertujuan agar enzim fenolase tidak dapat bereaksi dengan oksigen sehingga reaksi *browning* tidak terjadi.

Natrium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) merupakan inhibitor yang kuat untuk mencegah terjadinya *browning*, pertumbuhan bakteri, dan sebagai antioksidan (Philip, 2010). Penambahan natrium metabisulfit untuk menghambat reaksi pencoklatan pada biji alpukat. Menurut Lindsay (1976), Natrium metabisulfit lebih efektif pada pH rendah. Di dalam air, Natrium metabisulfit akan terurai menjadi asam sulfat (H_2SO_3), ion bisulfit (HSO_3^-) dan ion sulfat (SO_3^{2-}), dimana jumlah masing-masing komponen tersebut sangat dipengaruhi oleh pH. Pada pH 4,5 atau lebih rendah, ion bisulfit dan asam sulfat mempunyai jumlah yang dominan, sedang pada pH 3 yang dominan adalah asam sulfat.

Salah satu faktor lain penyebab terjadinya pencoklatan adalah pemotongan biji alpukat dengan menggunakan pisau dari logam/*stainless steel*. Penggunaan pisau ini memungkinkan adanya ion-ion logam yang terlepas dari pisau dan menempel pada permukaan biji alpukat yang dapat mempercepat reaksi pencoklatan. Di sini dapat dilihat bahwa ion-ion logam tersebut berfungsi sebagai katalis reaksi senyawa fenolik menjadi gugus O-kuinon. Untuk itu, di dalam penelitian ini juga dicoba pemotongan dengan pisau keramik, dan hasilnya menunjukkan bahwa potongan biji alpukat hampir tidak terjadi proses pencoklatan sebelum mengalami proses

selanjutnya, walaupun tidak direndam dalam larutan natrium metabisulfit. Asam sitrat dapat menghambat terjadinya pencoklatan karena dapat menurunkan pH sehingga enzim *polifenolase* (PPO) menjadi inaktif (Winarno, 1997). Selain itu asam sitrat juga berperan sebagai *chelating agent* (Hutchings, 1994). Sebagai *chelating agent*, asam sitrat mengkelat yang dapat mengikat logam-logam divalen seperti Cu^{2+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , dan Fe^{2+} . Dalam penelitian ini didapatkan pula bahwa warna untuk seluruh larutan perendam setelah proses perendaman berubah menjadi merah bata, hal ini dapat digunakan sebagai bahan pewarna alami dalam proses pembuatan bahan pangan. Warna merah bata tersebut dikarenakan adanya dominan ion-ion Fe^{2+} dalam biji alpukat, kemudian terurai dari biji selama perendaman dan diikat pada larutan perendam serta mengalami proses oksidasi.

Dalam reaksi pencoklatan enzimatik, asam askorbat berperan sebagai antioksidan yang menghasilkan oksigen pada permukaan. Selain itu secara langsung dengan mereduksi O-kuinon kembali menjadi O-diphenol, bereaksi dengan kuinon-kuinon pada komponen yang mengalami perubahan warna dan menekan kerja enzim (Zawitowski, Biliaderis & Eskin, 1991).

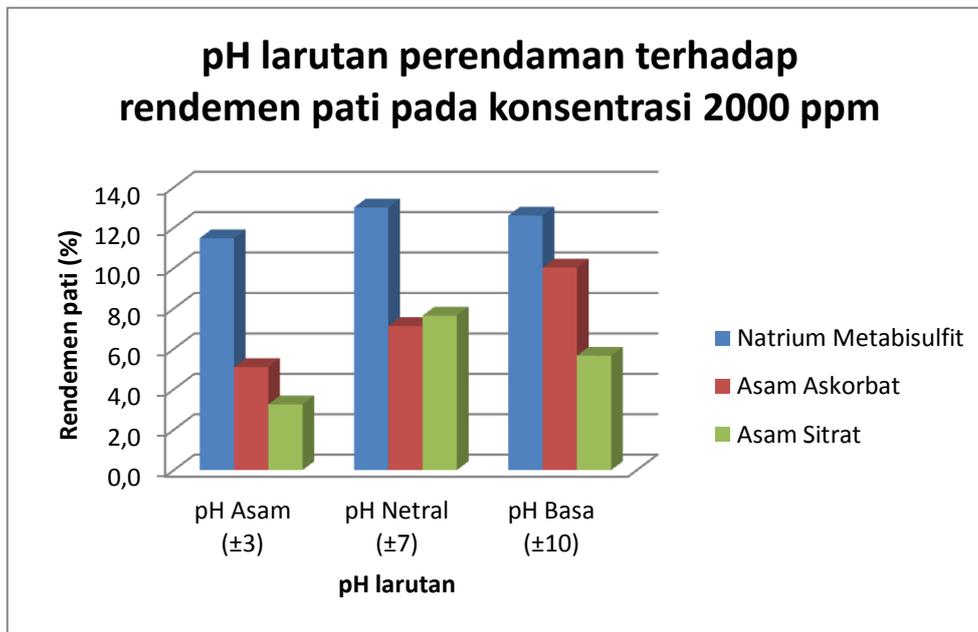
Reaksi pencoklatan umumnya terjadi pada pH 9 sampai pH 10,5. Pada pH rendah, banyak gugus amino yang terprotonasi sehingga hanya sedikit asam amino yang tersedia untuk reaksi pencoklatan (Eriksson, 1981). Dengan demikian, untuk mencegah reaksi pencoklatan pada produk pangan, dapat dilakukan dengan menurunkan pH pangan.

5.2 Pengaruh Variasi Jenis Larutan Perendam dan pH larutan terhadap Perolehan Pati Biji Alpukat

Pada proses ekstraksi pati, pH larutan akan mempengaruhi banyaknya pati yang terdifusi ke dalam larutan perendam. Hasil perolehan pati dalam penelitian ini yaitu untuk mendapatkan pati yang banyak dengan kadar pati yang tinggi. Perolehan pati dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Persen rendemen pati dalam variasi jenis larutan perendam dan pH larutan.

Jenis Pelarut	Rendemen pati (% basis kering)		
	pH Asam (± 3)	pH Netral (± 7)	pH Basa (± 10)
Natrium Metabisulfit	11.48	12.99	12.60
Asam Askorbat	5.10	7.13	10.02
Asam Sitrat	3.26	7.65	5.66



Gambar 5.1 pH larutan perendaman terhadap rendemen pati pada konsentrasi 2000 ppm

Rendemen pati pada percobaan ini berkisar antara 3,26% – 12,99%. Hasil rendemen pati tertinggi didapatkan pada perendaman dengan larutan natrium metabisulfit saat pH netral (± 7). Hasil rendemen dengan larutan natrium metabisulfit lebih tinggi dibandingkan dengan perolehan rendemen pada larutan asam askorbat dan larutan asam sitrat. Hal ini dapat disebabkan oleh larutnya natrium metabisulfit dalam air yang mengakibatkan terbentuknya ion Na^+ dan ion bisulfit (HSO_3^-), ion bisulfit bereaksi dengan H^+ membentuk SO_2 . Penggunaan SO_2 sangat penting karena SO_2 sebagai agen pereduksi mampu memecah ikatan disulfida matriks protein yang membungkus granula pati, sehingga dapat membebaskan granula pati. Selain itu SO_2 mampu menciptakan kondisi yang menguntungkan bagi pertumbuhan bakteri asam laktat (*Lactobacillus*). Asam laktat yang dihasilkan bakteri asam laktat dapat membantu pemisahan pati dan meningkatkan jumlah pati yang dihasilkan. Asam laktat dapat meningkatkan pelunakan biji, melarutkan protein endosperm, dan melemahkan dinding sel endosperm (Johnson dan May, 2003).

SO_2 akan merusak matriks protein yang mengelilingi granula pati dengan memecahkan ikatan inter dan intra molekul SO_2 , dan memudahkan pemisahan protein dan pati. Penggunaan SO_2 juga meningkatkan aktivitas protease pada endosperm, yang memudahkan pelarutan matriks protein (Wahl, 1969)

Pengaturan pH larutan pada percobaan ini menggunakan golongan alkali yaitu natrium hidroksi. Dari Tabel 5.1, dapat dilihat bahwa perolehan pati semakin meningkat seiring dengan peningkatan pH, hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi alkali sehingga semakin banyak glutelin yang terlarut dan terdispersi. Pada percobaan dengan larutan perendaman asam sitrat dan pH basa terjadi penurunan rendemen pati disebabkan karena lama pengendapan. Pengaruh

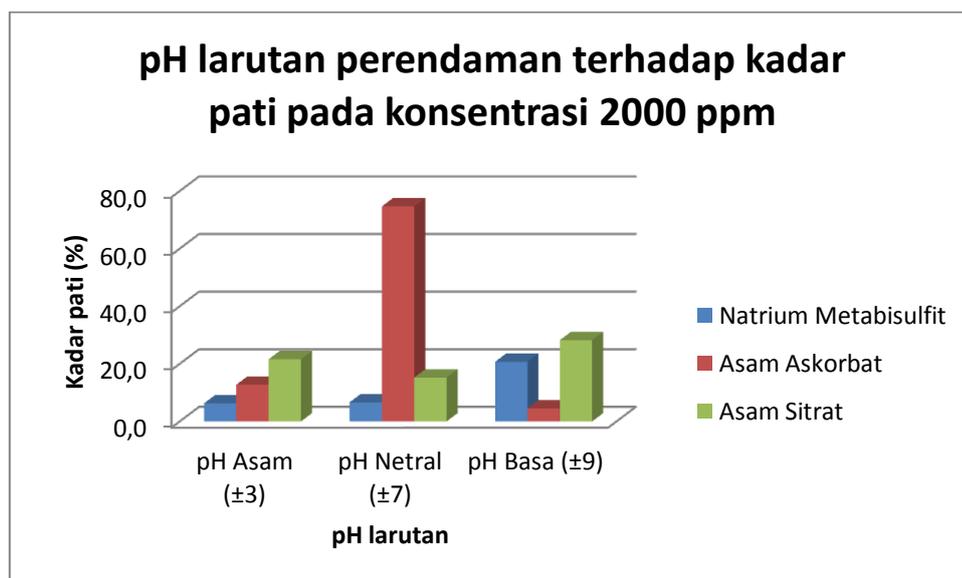
lama pengendapan terhadap rendemen pati ubi jalar. Rendemen optimum diperoleh pada lama pengendapan sebesar 6 jam. Pengendapan kurang dari 6 jam menyebabkan belum sempurnanya pati yang terendapkan, sedangkan jika lebih dari 6 jam ada kemungkinan terjadinya penguraian pati oleh mikroorganisme menjadi komponen-komponen yang lebih kecil seperti glukosa yang larut dalam air (Setyawati, 1981).

5.3 Pengaruh Variasi Jenis Pelarut dan pH Larutan terhadap Kadar Pati Biji Alpukat

Kadar pati merupakan kriteria mutu dan kualitas pati murni yang dihasilkan. Pati yang dihasilkan dari proses ekstraksi dianalisa dengan metode HPLC sehingga dapat diketahui kadar glukosa yang terkandung di dalam pati tersebut, kemudian dapat dikonversi menjadi kadar pati. Data kecenderungan untuk kadar pati dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Kadar pati dalam variasi jenis larutan perendam dan pH larutan

Jenis Pelarut	Kadar pati (%)		
	pH Asam (± 3)	pH Netral (± 7)	pH Basa (± 10)
Natrium Metabisulfit	6.26	7.62	20.71
Asam Askorbat	12.75	74.68	4.51
Asam Sitrat	21.60	15.23	28.23



Gambar 5.2 pH larutan perendaman terhadap kadar pati pada konsentrasi 2000 ppm

Dari Tabel 5.2, analisis kadar pati memiliki rentang antara 4,51% - 74,68%. Kadar pati yang tertinggi terdapat pada larutan perendaman asam askorbat dengan pH netral (± 7). Dilihat secara keseluruhan kadar pati yang cukup tinggi diperoleh pada larutan asam askorbat, hal ini disebabkan karena karena struktur pati yang beraksi dengan asam askorbat untuk mencegah reaksi *browning*

sehingga gugus pati yang terputus dari ikatan yang menyebabkan kadar pati meningkat. Sedangkan pati yang terendah diperoleh pada larutan natrium metabisulfit, hal ini disebabkan karena pati dalam bentuk serat banyak terbuang melalui pemisahan ampas selama ekstraksi pati (Alsuhendra, 1995).

Pengaturan pH larutan pada percobaan ini menggunakan golongan alkali yaitu natrium hidroksida. Dari Tabel 5.2, dapat dilihat bahwa kadar pati semakin meningkat seiring dengan peningkatan pH, hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi alkali sehingga semakin banyak protein yang terlarut dan terdispersi. Pada percobaan dengan larutan perendaman asam askorbat dan pH basa terjadi penurunan kadar pati disebabkan karena telah terjadi *swelling* (Steel, 1980).

5.4 Analisis Pati Biji Alpukat

Analisis pati yang dilakukan yaitu penentuan kadar air, kadar abu, kadar pati, kadar sulfit, dan kadar protein. Prosedur dan parameter analisa mengikuti SNI dan AOAC untuk analisis pati (tepung). Sampel pati yang digunakan untuk analisis adalah sampel masing-masing yang dilakukan secara duplo dari setiap variasi.

5.4.1 Penentuan Kadar Air

Air merupakan komponen penting dalam bahan pangan yang dapat mempengaruhi kualitas produk. Penurunan jumlah air dapat mengurangi laju kerusakan bahan pangan akibat proses mikrobiologis, kimiawi, dan enzimatis. Rendahnya kadar air suatu bahan pangan memiliki umur simpan yang lebih lama.

Kadar air perlu ditetapkan sebab sangat berpengaruh terhadap daya simpan bahan. Makin tinggi kadar air suatu bahan maka makin besar pula kemungkinan bahan tersebut rusak atau tidak tahan lama. Proses pengeringan sangat berpengaruh terhadap kadar air yang dihasilkan.

Pengeringan pada pati mempunyai tujuan untuk mengurangi kadar air sehingga pertumbuhan mikroba dan aktivitas enzim penyebab kerusakan pada pati dapat dihambat. Batas kadar air minimum dimana mikroba masih dapat tumbuh adalah 14-15% (Fardiaz, 1989). Pada waktu pengeringan, berbagai senyawa yang dapat menimbulkan bau khas seperti alkohol, aldehid, dan keton akan hilang karena bersifat volatil (Alsuhendra, 1995).

Pati kering dianalisis kadar airnya dengan menggunakan *Moisture Analyzer*. Prinsip kerja dari *Moisture Analyzer* adalah pengurangan berat sampel karena adanya pemanasan dari lampu halogen. Pada grafik di lampiran C, dapat dilihat kecenderungan bahwa terjadi peningkatan dan penurunan kadar air pada berbagai variasi. Dari hasil analisis, pati yang dihasilkan memiliki kadar air yang bervariasi namun cukup berbeda untuk berbagai variasi. Pati yang didapatkan memiliki kadar air seperti yang terlihat di Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Kadar air pati dalam variasi jenis larutan perendam dan pH larutan

Jenis Pelarut	Kadar air (%)		
	pH Asam (± 3)	pH Netral (± 7)	pH Basa (± 10)
Natrium Metabisulfit	12.71	15.73	11.81
Asam Askorbat	13.98	14.73	13.68
Asam Sitrat	12.87	13.58	12.05

Standar mutu pati menurut standar industri Indonesia untuk nilai kadar air adalah maksimum 14%, sehingga kadar air pati yang dihasilkan secara garis besar masih memenuhi syarat standar industri Indonesia pati, kecuali pada jenis pelarut natrium metabisulfit pH netral (± 7) dan jenis pelarut asam askorbat pH netral (± 7), sebaiknya dilakukan pengeringan lebih lanjut pada dua percobaan tersebut.

5.4.2 Penentuan Kadar Abu

Abu adalah residu anorganik dari pembakaran bahan organik, kadar abu dapat dihitung berdasarkan pengurangan bobot sampel selama proses pembakaran pada suhu tinggi (500–600 °C) melewati proses penguapan dari material organik. Total abu merupakan parameter yang bermanfaat bagi nilai nutrisi dari banyak produk makanan. Kadar abu menunjukkan kandungan mineral suatu bahan pangan. Abu didefinisikan sebagai residu yang tertinggal setelah suatu bahan pangan dibakar hingga bebas karbon. Kadar abu suatu bahan pangan menggambarkan banyaknya mineral yang tidak terbakar menjadi zat yang dapat menguap. Komponen yang umum terdapat pada senyawa organik alami adalah kalium, natrium, kalsium, magnesium, mangan, dan besi. Secara kuantitatif nilai kadar abu dalam pati yang dihasilkan berasal dari mineral-mineral dalam biji, pemakaiaan pupuk, dan dapat juga berasal dari kontaminasi tanah dan udara selama pengolahan (Soebito, 1998). Semakin besar kadar abu suatu bahan pangan menunjukkan semakin tinggi kandungan mineral bahan pangan tersebut (Nollet, 1996).

Analisis kadar abu menggunakan *burner*. Dari hasil analisis, pati yang dihasilkan memiliki rentang kadar abu sekitar 0,97% – 1,25%. Hasil yang diperoleh tersebut masih memenuhi standar mutu pati berdasarkan standar industri Indonesia, yaitu kadar abu maksimal yang diperoleh sebesar 1,5%.

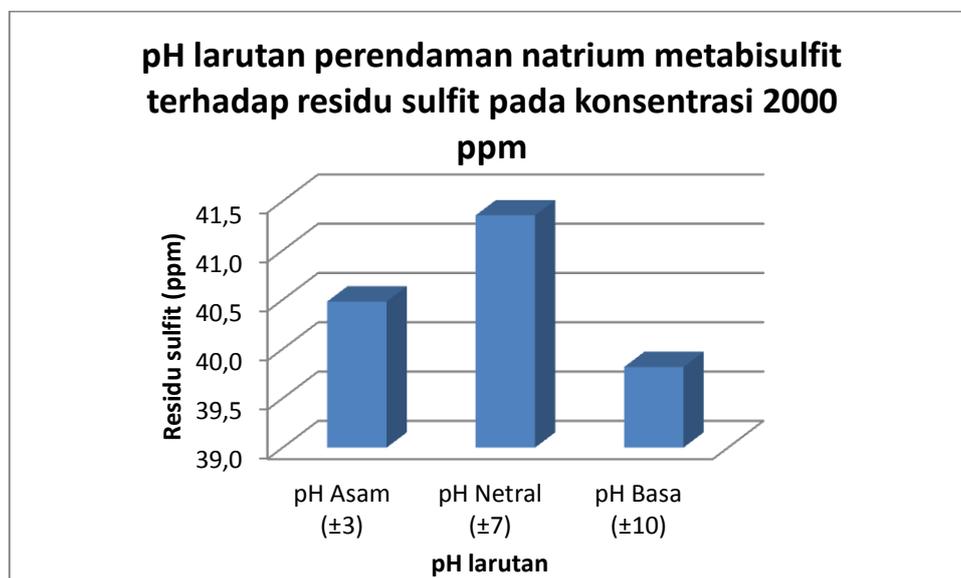
Kadar abu pati biji alpukat lebih rendah dibandingkan dengan kadar abu biji alpukat. Hal ini disebabkan karena adanya proses ekstraksi dan pencucian berulang-ulang dengan air. Pencucian tersebut dapat menyebabkan terlarutnya sebagian mineral dalam biji alpukat oleh air pencuci sehingga kandungan mineralnya menjadi berkurang. Selain itu proses pemerasan juga dapat

menyebabkan hilangnya mineral, karena proses pemerasan yang bertujuan untuk memisahkan larutan pati dari ampasnya, memungkinkan terbawanya mineral tersebut ikut terbangung bersama ampas.

5.4.3 Penentuan Kadar Sulfit

Analisa terhadap sisa SO_2 pada pati penting dilakukan sebab kadarnya dapat berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Menurut Buckle et al., (1985) dalam konsentrasi tinggi sulfit akan ditolak karena rasanya. Sulfit akan bergabung dengan komponen aldehid dan keton dari beberapa bahan pangan, minuman dan menjadi tidak berfungsi sebagai anti mikroorganisme.

Untuk mengetahui kandungan natrium metabisulfit yang tersisa pada pati akibat perendaman biji alpukat dalam larutan natrium metabisulfit, maka dilakukan analisis residu SO_2 . Analisis kadar sulfit dilakukan dengan metode *iodine*. Dari Gambar 5.3, dapat dilihat bahwa kadar sulfit tidak memiliki perubahan yang signifikan hal ini disebabkan karena konsentrasi natrium metabisulfit yang dipakai semua sama besar 2000 ppm. Dari hasil analisis kadar sulfit, residu sulfit dalam sampel pati berkisar antara 39,82 ppm – 41,36 ppm.



Gambar 5.3 pH larutan perendaman terhadap residu sulfit

5.4.4 Penentuan Kadar Protein

Pada protein, gugus karbonil α asam amino terikat pada gugus amino α asam amino lain dengan ikatan peptida / ikatan amida secara kovalen membentuk rantai polipeptida. Pada pembentukan suatu dipeptida dari dua asam amino terjadi pengeluaran satu molekul air.

Pada proses ekstraksi pati, pH larutan akan mempengaruhi banyaknya protein yang terkandung didalam pati. Kadar protein dalam pati dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Kadar protein dalam variasi jenis pelarut dan pH larutan

Jenis Pelarut	Kadar protein (%)		
	pH Asam (± 3)	pH Netral (± 7)	pH Basa (± 10)
Natrium Metabisulfit	2.26	3.41	4.46
Asam Askorbat	4.27	4.02	3.15
Asam Sitrat	2.77	3.45	3.82

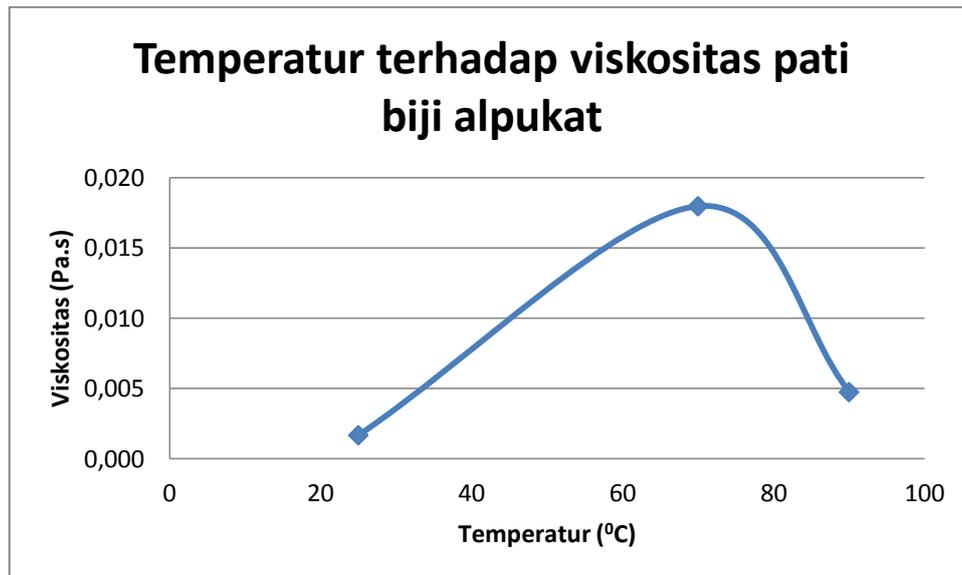
Kadar protein diperoleh dengan cara menganalisis kadar nitrogen yang terdapat pada pati biji alpukat menggunakan metode Kjeldahl. Faktor konversi yang digunakan yaitu 6,2. Data hasil analisa pada Tabel 5.4 menunjukkan kadar protein tertinggi pada hasil penelitian yaitu pada larutan natrium metabisulfit pada pH basa (± 10). Hasil kadar protein pada percobaan ini antara 2,26 – 4,46%. Semakin tinggi pH pelarut perendaman, maka kadar protein akan semakin meningkat. Pada suasana basa sebagian besar asam amino akan bermuatan negatif. Muatan yang sejenis ini akan saling tolak-menolak yang menyebabkan minimumnya interaksi antara residu-residu asam amino yang berarti akan meningkatkan kelarutannya (Cheptel dan Cuq, 1985).

5.4.5 Viskositas dan Densitas Pati

Densitas dan viskositas yang diukur adalah densitas dan viskositas pati yang diperoleh dengan perendaman larutan asam askorbat dan pH netral (± 7). Densitas diperlukan terutama dalam kebutuhan ruang baik dalam pengemasan, penyimpanan, maupun pengangkutan. Parameter densitas ini banyak digunakan untuk mengkarakterisasi wadah untuk produk pangan terutama produk sejenis tepung-tepungan. Pengukuran densitas partikel dilakukan dengan menggunakan piknometer dengan volume tertentu dengan tipol sebagai fluidanya. Tipol digunakan karena memiliki tegangan permukaan dan viskositas tinggi sehingga cenderung tidak memasuki pori-pori partikel. Dengan demikian di dapatkan nilai densitas padatan pati biji alpukat sebesar 2,522 g/mL. Nilai ini lebih besar daripada densitas padatan pati umbi garut yang mempunyai densitas sebesar 0,673 g/mL. Hal ini memperlihatkan setiap partikel dalam pati biji alpukat mempunyai ruang gerak yang lebih kecil daripada pati ubi jalar. Adanya ruang gerak yang lebih kecil membuat partikel tidak dapat mengembang dengan cepat karena energi kinetika partikelnya lebih tinggi dari molekul air (Alsuhendra, 1995).

Penentuan nilai viskositas pati biji alpukat dilakukan pada tiga temperatur, yaitu pada temperatur 25°C, 70°C, dan 90°C. Pada temperatur 90°C, viskositas pati biji alpukat sebesar 0,00474 Pa.s. Nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan viskositas pati sagu yang bernilai 0,00588 Pa.s. Rendahnya viskositas pati biji alpukat pada suhu 90°C disebabkan karena rusaknya struktur granula

pati menyebabkan amilosa keluar sehingga dapat menurunkan viskositas atau kekuatan gel (Sunarti et al., 2007).



Gambar 5.4 Temperatur terhadap viskositas pati biji alpukat

Dari Gambar 5.4 viskositas tertinggi pada temperatur 70°C yaitu sebesar 0,01796 Pa.s. Viskositas ini merupakan viskositas maksimum selama pemanasan. Viskositas maksimum adalah viskositas pada titik granula pati yang mengembang mulai pecah dan diikuti dengan penurunan viskositas (Glicksman, 1969). Pemanasan pada temperatur yang semakin meningkat mengakibatkan daya kohesif granula yang membengkak menjadi semakin lemah dan viskositas terus meningkat (Swinkels, 1985).

5.5 Analisa *Fourier Transform Infra Red Spectrophotometry* (FTIR)

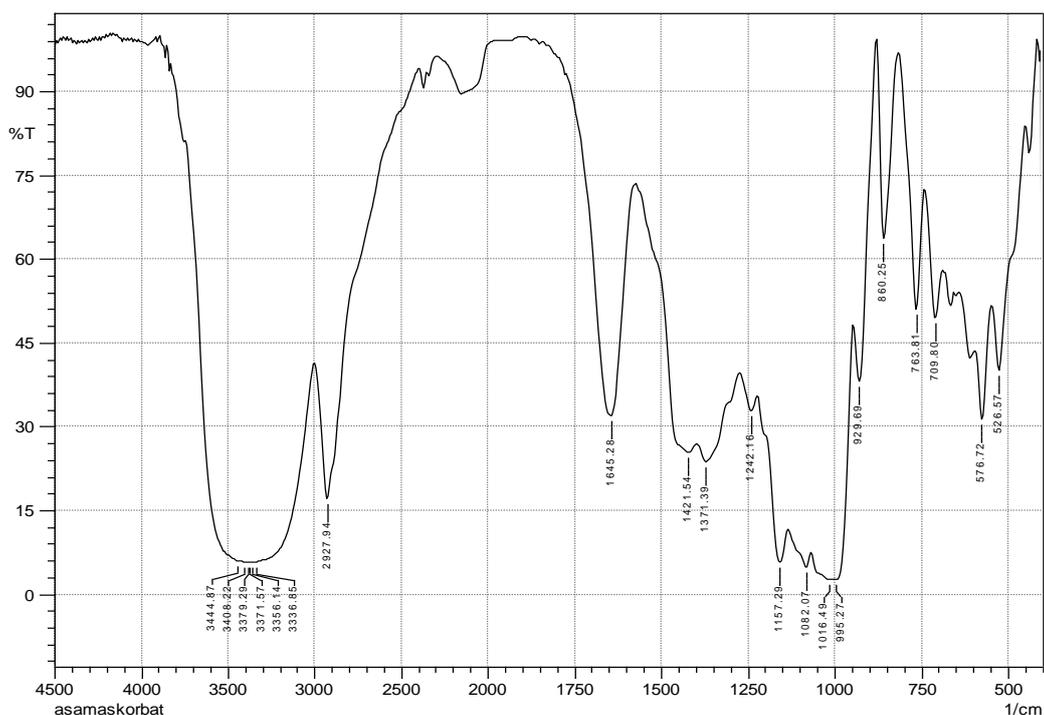
Analisis *Fourier Transform Infra Red Spectrophotometry* (FTIR) ini dilakukan di Institut Teknologi Bandung (ITB) laboratorium MIPA dengan alat FTIR Prestige 21 Shimadzu.

Hasil analisis dengan spektrum menunjukkan adanya ikatan-ikatan tertentu dalam sampel, yang menunjukkan senyawa yang terkandung dalam pati biji alpukat. Senyawa-senyawa ini dapat diketahui dengan melihat posisinya pada frekuensi tertentu dan ada tidaknya puncak yang terbaca pada frekuensi tersebut.

Pada spektrum infra merah pati *native* terlihat ada gugus O – H ($3000 - 3600 \text{ cm}^{-1}$) pada frekuensi $3474,82$; $3447,82$; $3420,81$; dan $1642,41 \text{ cm}^{-1}$, serta gugus C – H pada $2930,89 \text{ cm}^{-1}$ seperti spektrum FTIR yang dilakukan Lu, *et.al.* Terdapat sedikit perbedaan frekuensi dimana pada percobaan Lu, *et.al.* gugus O – H terdapat pada frekuensi 3377 cm^{-1} dan 1646 cm^{-1} , serta frekuensi 1650 cm^{-1} pada percobaan Muljana dan frekuensi 1640 cm^{-1} pada percobaan Sugih. Selain gugus O – H, terlihat juga ada gugus C – O ($900-1250 \text{ cm}^{-1}$) pada frekuensi $1159,24$;

1081,12; dan 1018,43 cm^{-1} pada percobaan Lu, *et al.* terdapat panjang gelombang 1155, 1081, dan 1020 cm^{-1} (Lu, Luo, Yu, & Fu, 2012) (Sugih, 2008) (Muljana, 2010).

Dibandingkan dengan spektrum pati *native*, spektrum infra merah pati biji alpukat terlihat adanya gugus O – H ($3000 - 3600 \text{ cm}^{-1}$) pada 3444,87; 3408,22; 3379,29; 3371,57; 3356,14; 3336,85; dan 1645,28 cm^{-1} seperti pada spektrum FTIR yang dilakukan Lu, *et al.* Gugus C – H pada 2927,94 cm^{-1} seperti pada spektrum FTIR yang dilakukan Lu, *et al.* Selain gugus O – H, terlihat juga adanya gugus C – O ($900 - 1250 \text{ cm}^{-1}$) pada frekuensi 1242,16; 1157,29; 1082,07; 1016,49; 995,27; dan 929,69 cm^{-1} yang pada percobaan Lu, *et al.* terdapat pada panjang gelombang 1155, 1081, dan 1020 cm^{-1} (Lu, Luo, Yu, & Fu, 2012) (Sugih, 2008) (Muljana, 2010).



Gambar 5.5 Spektrum infra merah pati biji alpukat

5.6 Swelling Power

Swelling power adalah kenaikan volume dan berat maksimum pati selama mengalami pengembangan di dalam air. *Swelling power* menunjukkan kemampuan pati mengembang di dalam air. *Swelling power* yang tinggi menunjukkan semakin tinggi pula kemampuan pati mengembang dalam air. Nilai *swelling power* perlu diketahui untuk memperkirakan volume wadah yang digunakan dalam proses produksi sehingga jika pati mengalami *swelling*, wadah yang digunakan masih dapat menampung pati. Pada pati biji alpukat dilakukan analisa *swelling power* dengan temperatur 70°C dan temperatur ruang. Nilai *swelling power* pada temperatur 70°C sebesar 5,7065, sedangkan nilai *swelling power* pada temperatur ruang sebesar 2,7189. Pati yang dimasukkan ke

dalam air dingin, granula pati akan menyerap air dan membengkak, tetapi jumlah air yang terserap dan pembengkakannya terbatas dari granula pati yang dipanaskan. Ketika pati dipanaskan di dalam air, sebagian molekul amilosa akan keluar dari granula pati dan larut dalam air (Adie, 2007).

Sifat *swelling power* pada pati bergantung pada kekuatan dan sifat alami antar molekul di dalam granula pati, dan juga bergantung pada sifat alami dan kekuatan daya ikat granula. Beberapa faktor yang menentukan daya ikat adalah perbandingan amilosa dan amilopektin, bobot molekul dari fraksi-fraksi, distribusi bobot molekul, derajat percabangan, dan panjang dari cabang molekul amilopektin terluar yang berperan dalam kumpulan ikatan (Leach, 1965).

5.7 Water Absorption

Water absorption merupakan berat gel yang diperoleh per gram bahan yang tidak larut. Partikel yang terlarut dalam air adalah karbohidrat yang memiliki berat molekul besar dan mengembang yang merupakan pecahan dari molekul pati (Mercier dan Feillet, 1975). Proses ekstrusi menyebabkan penurunan ukuran molekul pati. Proses ekstrusi menyebabkan penurunan ukuran molekul. Molekul amilopektin yang berukuran lebih besar terdegradasi selama proses ekstrusi menghasilkan β -limit dekstrin (Davidson *et al.*, 1984).

Semakin meningkat jumlah pati yang tergelatinisasi pada proses ekstrusi tinggi akan menyebabkan semakin banyak pati yang mengalami dekstrinisasi. Pati yang terdeksrinisasi yang berperan dalam penyerapan air. Semakin banyak pati terdeksrinisasi semakin banyak air yang dapat diserap (Wulandari, 1997). *Water absorption* tergantung pada ketersediaan gugus hidrofilik untuk dapat mengikat air (Gomes dan Aguilera, 1983). Pati yang mengalami gelatinisasi memiliki kemampuan penyerapan air yang sangat besar dan cepat (Gomez dan Munro, 1979). Penyerapan air tergantung pada ketersediaan gugus hidrofilik yang mengikat molekul air pada kapasitas pembentukan gel dari makromolekul (Gomez dan Aguilera, 1983).

Tabel 5.5 Nilai *water absorption* dalam berbagai variasi kecepatan (rpm)

rpm	<i>Water absorption</i>
2000	26.6235
4000	26.2612
6000	25.2139

Dari hasil analisa *water absorption* pada 2000 ppm, 4000 ppm, dan 6000 ppm. Di dapat kecenderungan data yang semakin rendah seiring dengan meningkatnya kecepatan *sentrifuge*, hal ini disebabkan karena pada kecepatan *sentrifuge* yang lebih tinggi depolimerisasi rantai pati lebih banyak terjadi, yang mengakibatkan peningkatan nilai *solubility water* sehingga nilai *absorption water* menjadi lebih rendah (Resna, 2009).

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Hasil rendemen pati terbaik didapat pada proses ekstraksi pati biji alpukat dengan perendaman menggunakan larutan natrium metabisulfit konsentrasi 2000 ppm, pH netral (± 7), dan waktu perendaman selama 24 jam yaitu sebesar 12,10 %.
2. Kadar pati terbaik didapat pada proses ekstraksi pati biji alpukat dengan perendaman menggunakan larutan asam askorbat konsentrasi 2000 ppm, pH netral (± 7), dan waktu perendaman selama 24 jam yaitu sebesar 74,68%.
3. Semakin tinggi pH larutan perendaman (dari pH 3 sampai pH 10), maka rata-rata perolehan pati akan semakin meningkat.
4. Semakin tinggi pH larutan perendaman (dari pH 3 sampai pH 10), maka semakin tinggi kadar protein.
5. Viskositas pati biji alpukat yang tinggi pada temperatur 70 °C yaitu sebesar 0,01796 Pa.s
6. Densitas padatan pati biji alpukat sebesar 2,522 g/mL.
7. Pati biji alpukat mempunyai nilai *swelling power* pada temperatur 70 °C sebesar 5,7065.
8. Pati biji alpukat dengan kecepatan *sentrifuge* 2000 rpm di dapat nilai *water absorption* sebesar 26,623 mL/g.

6.2 Saran

1. Perlunya penelitian lebih lanjut dengan berbagai variasi konsentrasi pada larutan perendaman asam sitrat dan asam askorbat untuk mendapatkan kondisi optimum.
2. Perlunya penelitian lebih lanjut dengan berbagai variasi waktu perendaman pada perendaman dengan larutan asam sitrat dan asam askorbat untuk mendapatkan kondisi optimum.
3. Perlu dilakukan analisis karakteristik pati lebih mendalam agar dapat diketahui kegunaan pati biji alpukat dalam industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, S., 2004. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Alsuhehndra. 1995. Studi Karakteristik Fisikokimia Dan Fungsional Serta Daya Terima Pati Biji Alpukat (*Persea americana Mill*). Departemen Teknologi Pertanian. IPB Bogor.
- Anonim, 2000. *Pengawetan dan Bahan Kimia*. Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Jakarta.
- Anonim. 2008. Apokat. <http://www.wikipedia.org>.
- Biale, J.B. and R.E. Young, 1971. *The Avocado Pear: Biochemistry of Fruits and Their Product*. Academic Press, London.
- BPS. 1997/2011. *Survey Pertanian Produksi Buah-buahan di Indonesia*. Bagian I. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Braverman, J.B.S. 1963. *Introduction to the Biochemistry of Food*. Elsevier Publishing CO., Amsterdam.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G. H. Fleet, and M. Wooton. 1985. *Ilmu Pangan*. Diterjemahkan oleh H. Purnomo dan Adiono. UI Press, Jakarta.
- Caye M., Drapcho, N.P.N., and Terry H.W. 2008. *Biofuels Engineering Process Technology*. The McGraw-Hill Companies, Inc. USA.
- Cheptel, J.C. and J.L. Cuq. 1985. Amino Acids, Peptides and Proteins. Di dalam Fennema, O. R (ed.). 1996. *Food Chemistry*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Chichester, D.E. and F.W. Tanner Jr. 1972. Antimicrobial food additives. In Furia, T. E. *Handbook of Food Additives*. Chemical Rubber Co., New York.
- David A.B, L.A Bello-Perez, and G.D Ortiz. 2002. *Isolation of Velvet Bean (Mucuna pruriens) starch: physicochemical and functional properties*. Starch. pp. 303-309.
- deMan, J.M., 1997. *Kimia Makanan*. Edisi Kedua. Penerjemah K. Padmawinata. ITB-Press, Bandung.
- Desrosier, N.W. 1970. *The Technology of Food Preservation*. AVI Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut.
- Eny I.R. 2009. *Biomassa sebagai bahan baku bioetanol*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Vol. 28 **No. 3**.
- Eriksson, C. 1981. *Maillard Reaction in Food: Chemical, Physiological and Technological Aspects*. Pergamon press, Oxford.
- Erwin A. 2012. *The Great Memory Book* by Karen Markowitz and Eric Jensen.

- Eskin, N.A.M. 1990. *Biochemistry of Food*. 2nd Ed. Departement of Food and Nutrition, The University of Mannitoba, Canada.
- Eskin, N.A.M., H.M. Henderson, and R.J. Townsend. 1971. *Biochemistry of Foods*. Academic Press, New York, San Francisco, London.
- Fardiaz, S., S. Budijanto, D. Fardiaz, S. Yasni, dan N.L. Palupi. 1989. *Analisa Pangan*. PAU IPB, Bogor.
- Farida R. 2007. *Pengaruh Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Suhu Pengeringan terhadap Mutu Pati Biji Alpukat*. Universitas Sumatera Utara.
- Fleche G. 1985. *Chemical modification and degradation of starch*. In: Van Beynum GMA dan Roles J. A, editor. *Starch Conversion Technology*. New York and Basel : Marcel Dekker Inc.
- Fox, B.A. and A.G. Cameron, 1970. *Food Science A Chemical Approach*. University of London Press Ltd., Great Britain.
- Frazier, J.H. and D.C. Westhoff. 1979. *Food Microbiology*. Tata McGraw Hill Publishing Co., Ltd., New Delhi.
- Gareis, R.S.a.H. 2007. *Gelatine handbook*. Germany: Wiley.
- Glicksman, M. 1969. *Gum Technology in Food Industry*. Academic Press, Inc., New York.
- Harper, J.M. 1981. *Extrusion of Food*. CRC Press Inc., Bota Raton, Florida.
- Hart, H. 1987. *Kimia Organik*. Erlangga, Jakarta.
- Heimann, W. 1980. *Fundamentals of Foods Chemistry*. Avi Publ. Co., Westport, Connecticut.
- Hood, L.F. 1982. *Current Concept of Starch Structure*. Di dalam Food Charbohydrate. D. R. Linneback and C. E. Inglett (eds). Avi Publ. Co., Westport, Connecticut.
- <http://www.aagos.ristek.go.id/pertanian/alpukat.pdf>. [23 Februari 2009]
- Hutchings, JB. 1994. *Food Colour and Appearance*. Blackie Academic and Professional, London.
- Johnson, L.A. dan J.B. May. 2003. *Wet Milling: The Basic for Corn Biorefineries*. Di dalam P.J. White and L.A Jhonson (eds). *Corn: Chemistry and Technology* 2nd ed. American Association of Cereal Chemist, Inc, St. Paul, Minnesota, USA.
- Joslyn, M.A. and J.B.S. Braverman. 1954. *The chemistry and technology of pretreatment and preservation of fruit and vegetable products with sulfur dioxide and sulfites*. Advanced in Food Research.
- Kali, M.B. 1997. *Alpukat: Budidaya dan Pemanfaatan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Lawal, K.O.A.a.O.S. 2003. *Functional properties and retrogradation behaviour of native and chemically modified starch of mucuna bean (*Mucuna pruriens*)*. Journal Sci Food Agric.

- Lee, H.J. 2007. *The isolation and characterisation of starches from legume grains and their application in food formulations*, RMIT University.
- Lehninger, H.L. 1982. *Principles of Biochemistry*. Worth Publ. Inc., New York.
- Leroy W.S and S. D. Glenn. 1931. *Chemical Composition of Avocado Seed*, Chemical Laboratory, University of Southern California, Los Angeles, Calif.
- Lindsay, R.C. 1976. *Other desirable constituents of food*. Di dalam Fennema, O. R. (Ed). Principle of Food Science. **Part I**. Food Chemistry. Marcell Dekker, Inc., New York.
- Lopez. VMG. 2002. *Fruit Characterization of high oil content avocado varieties*. Scientia Agricol.
- Masniary L.L. 2008. *Ekstraksi Pati dari Biji Alpukat*. Departemen Teknologi Pertanian. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Meyer, L.H. 1973. *Food Chemistry*. The Avi Publ. Co., London.
- Nollet, L.M.L. 1996. *Physical Characterization and Nutrient Analysis*. Marcel dekker, Inc., Hogeschool Gent, Ghent.
- Palmer, J.K. 1971. *The Banana*. In *The Biochemistry of Fruit and Their Products*, C. Hulme (ed). Academic Press, New York.
- Philip F.B., A.Nnorum, C.C.Mbah, A.A.Attama, and R.Manek. 2010. *The physicochemical and binder properties of starch from Persea americana Miller (Lauraceae)*.
- Potter, N.N., 1986. *Food Science*. 4th Ed. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Prihatman K. 2000. *Sistim Informasi Manajemen Pembangunan di Perdesaan*. Jakarta: BAPPENAS.
- Samson, J.A. 1980. *Tropical Fruits*. Longman Inc., New York.
- Sarjito, M. 1992. *Mari Mengenal Buah Unggul Indonesia*. Sari Jaya Indah, Jakarta.
- Schuler, P. 1990. *Natural Antioxidant Exploited Commercially*. Dalam *Food Antioksxidant*. Elsevier Science Publisher, USA, 90-170.
- Soebito, S. 1988. *Analisa Farmasi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Steel, R.G. and J.R. Torrie: "*Principles and Procedures of Statistics*". McGraw Hill Book Company, New York, NY, 1980.
- Suarni, N.R.d. 2006. *Teknologi pengolahan jagung*. Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan. pp. 386-409.
- Sunarjono, H.H.1998. *Prospek Berkebun Buah*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sunarti, T.C., N. Richana., F. Kasim., Purwoko, dan A. Budiyanto. 2007. *Karakterisasi Sifat Fisiko Kimia Tepung dan Pati Jagung Varietas Unggul Nasional dan Sifat penerimaannya terhadap Enzim dan Asam*. Departemen Teknologi Pertanian. IPB Bogor.

- Teknologi Tepat Guna Menteri Negara Riset dan Teknologi. 2005. *Alpukat/Avokad*.
- Theander, O. 1980. *Acids and Other Oxidation Products*. Di dalam *The Carbohydrate, Chemistry and Biochemistry*. W. Pigman dan D. Norton (eds). Academic Press, New York.
- W.S. Leroy and S.D. Glenn. 1931, *Chemical Composition of Avocado Seed*. University of Southern California, Los Angeles.
- Wahl, G. 1969. *Present Knowledge of The Maize Steeping Process*. *Starch* **21**. pp. 62-73.
- Wang, L.W.a.Y.-J. 2003. *Rice starch isolation by neutral protease and high-intensity ultrasound*. *Rice Quality and Processing*. pp. 413-419.
- Whistler, J.B.a.R. 2009. *Starch: Chemistry and Technology*. 3rd Ed. USA. Elsevier.
- Whistler, R.L. and J.R. Daniel. 1985. *Carbohydrates*. Di dalam *Food Chemistry*. O. R. Fennema (ed). Marcel Dekker INC., New York.
- Winarno, F.G. 1986. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia, Jakarta.
- Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia, Jakarta.
- Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia, Jakarta.
- Winarno, F.G. dan B.S. Laksmi. 1974. *Dasar Pengawetan Sanitasi dan Keracunan*. Departemen THP, Fatemeta – IPB, Bogor.
- Zawitowski, J., C.G. Biliaderis & N.A.M. Eskin. 1991. *Poliphenol Oxidase*. Dalam Robinson & N. A. M. Eskin (Eds.). *Oxydative Enzym in Food*. Elsevier. New York. pp. 217-253.