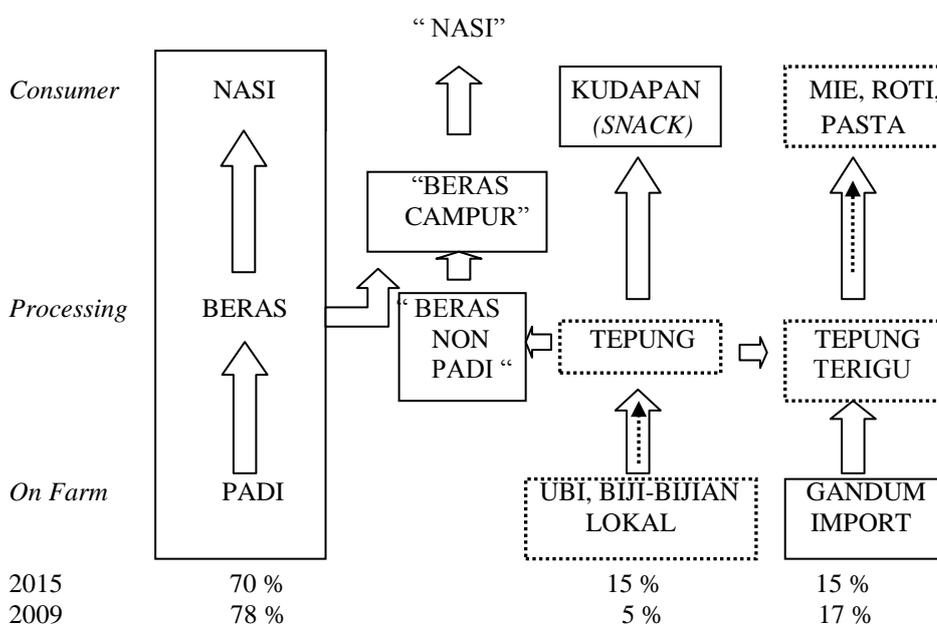


## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Beras Tiruan Instan

Beras tiruan instan merupakan beras yang dapat dibuat dengan teknik tertentu dari bahan-bahan seperti umbi-umbian dan serealialia yang bentuk maupun komposisi gizinya mirip seperti beras. Beras ini dibuat sebagai salah satu langkah atau upaya diversifikasi pangan. Bahan untuk pembuatan beras tiruan instan bisa berasal dari serealialia atau umbi-umbian yang merupakan sumber karbohidrat. Pembuatan beras tiruan instan dengan bahan baku lokal selaras dengan program Kementerian Pertanian untuk tahun 2015 yang dijelaskan secara sederhana lewat skema pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pengembangan Konsumsi Pangan  
Sumber: Kementerian Pertanian (2010)

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa sampai tahun 2015 mendatang, nasi akan tetap menjadi ciri khas utama makanan pokok penduduk Indonesia, sehingga bentuk beras merupakan bentuk terbaik dalam upaya diversifikasi pangan dibandingkan bentuk lainnya seperti roti dan mie.

Proses pengolahan beras tiruan instan terutama bertujuan untuk memperoleh struktur (berpori-pori) sehingga mempermudah rehidrasi, yaitu kemampuan dalam penetrasi dari proses pemasakan atau pengukusan yang diberikan kepada beras menjadi lebih cepat penyiapan menjadi nasi berlangsung dalam waktu pendek. Perbedaan kadar air, waktu dan suhu pengolahan, kondisi pengeringan, serta tahap proses yang lain dapat menghasilkan beras tiruan instan yang berbeda (Hartomo dan Widiatmoko, 1992).

Beras masak (nasi atau beras setengah masak) dapat dikeringkan dengan beberapa cara. Produk akhir yang dihasilkan akan bersifat kering, berbutir-butir, tidak menggumpal dan mempunyai volume kira-kira 1,5 – 3 kali dari volume beras awal yang digunakan. Beras tiruan instan yang dihasilkan diharapkan dapat siap dihidangkan dalam waktu relatif singkat melalui pemasakan atau pengukusan (Hartomo dan Widiatmoko, 1992).

## **B. Ubi Jalar**

Ubi jalar (*Ipomoea batatas*) digolongkan kedalam famili *Convolvulaceae*. Produksi ubi jalar di Indonesia pada tahun 2013 dilaporkan sebesar 2.366.410 ton dari luas lahan 166.332 Ha (BPS, 2013). Produksi ubi jalar di Provinsi Lampung menunjukkan peningkatan setiap tahunnya. Tahun 2012 produksi ubi jalar mencapai 48.191 ton naik sekitar 5,22 persen dibandingkan produksi tahun 2011

dengan sentra produksi ubi jalar terbesar di Kabupaten Lampung Tengah dengan jumlah produksi sebesar 9.777 ton atau 20,58 persen dari total produksi ubi jalar di Provinsi Lampung. Data produksi ubi jalar menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Lampung Tahun 2009-2012, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Produksi Ubi Jalar Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Lampung Tahun 2009-2012 (dalam Ton)

<b>Kabupaten / Kota</b>	<b>Tahun</b>			
	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Kabupaten Lampung Barat	3.499	3.788	4.093	5.888
Kabupaten Tanggamus	4.774	4.065	4.890	6.919
Kabupaten Lampung Selatan	9.192	9.893	7.985	6.816
Kabupaten Lampung Timur	6.882	4.227	6.562	6.738
Kabupaten Lampung Tengah	11.094	9.979	9.786	9.777
Kabupaten Lampung Utara	2.740	4.233	7.228	7.388
Kabupaten Way Kanan	3.771	2.882	3.190	2.075
Kabupaten Tulang Bawang	3.565	4.278	4.557	6.778
Kabupaten Pesawaran	1.713	1.021	1.524	2.928
Kabupaten Pringsewu	1.812	1.222	1.583	1.720
Kabupaten Tulang Bawang Barat	197	342	411	557
Kabupaten Mesuji	101	112	125	256
Kota Bandar Lampung	697	622	661	1.082
Kota Metro	349	482	388	310

Sumber: Lampung dalam Angka (BPS, 2013)

Tanaman ubi jalar merupakan sumber karbohidrat penting selain padi, jagung, sagu, ubi kayu, kentang, dan lain-lain, sehingga komoditas ini bisa menjadi salah

satu alternatif untuk mendampingi beras menuju ketahanan pangan. Sistematika (taksonomi) tumbuhan, tanaman ubi jalar dapat di klasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*

Devisi : *Spermatophyta*

Subdivisi : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotyledonae*

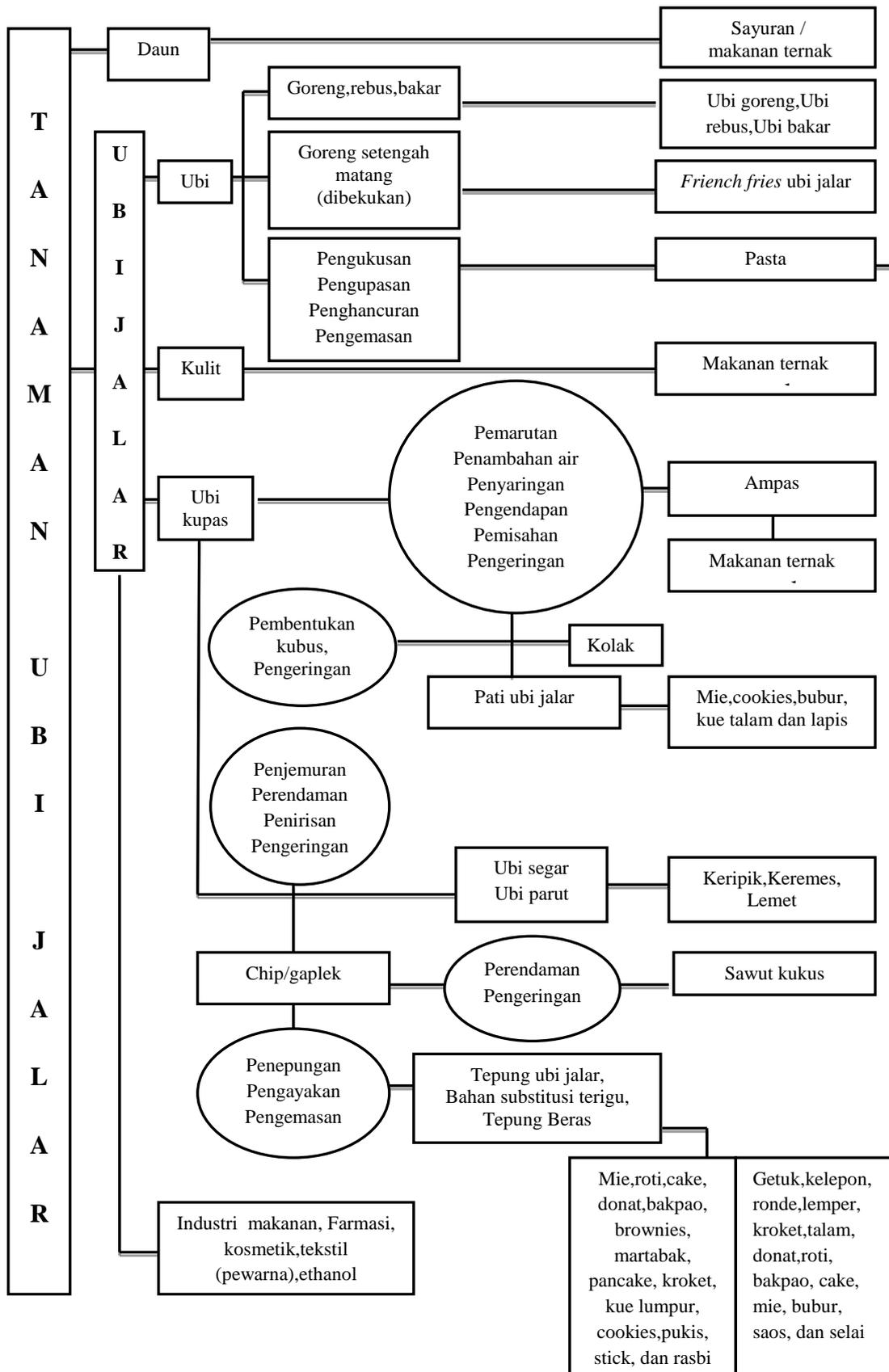
Ordo : *Convolvulales*

Famili : *Convolvulaceae*

Genus : *Ipomoea*

Spesies : *Ipomoea Batotas* (Rukmana, 1997)

Pemanfaatan ubi jalar di Indonesia pada umumnya masih relatif sedikit dan baru dikonsumsi dalam bentuk olahan primer yaitu dibuat menjadi makanan kecil seperti ubi rebus, ubi kukus, ubi panggang, keripik ubi, dan kolak ubi. Beberapa daerah Irian Jaya dan Maluku ubi jalar dikonsumsi sebagai makanan pokok, namun konsumsi komoditas ini juga telah semakin berkurang secara bertahap karena masyarakat setempat cenderung beralih mengkonsumsi beras. Produk olahan lainnya antara lain keremes, keripik/ceriping, dan sebagainya. Selain itu ubi jalar juga digunakan dalam pembuatan saos sebagai pengisi (*filler*). Pemanfaatan ubi jalar disajikan dalam bentuk pohon industri ubi jalar yang tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Pohon Industri Ubi Jalar  
 Sumber: Kementerian Pertanian (2009)

Ubi jalar ungu mengandung pigmen antosianin yang lebih tinggi daripada ubi jalar jenis lain. Selain itu, ubi jalar ungu juga memiliki kandungan nutrisi lainnya yang tidak sedikit. Beberapa zat penting yang terkandung di dalam ubi jalar ungu diantaranya adalah vitamin A, vitamin C, vitamin B1, zat besi, kalsium, lemak, protein, serat kasar, fosfor, dan riboflavin (Ditjen Bina Produksi Tanaman Pangan, 2002). Senyawa antosianin yang tinggi pada umbi ini memiliki tingkatan kestabilan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan ubi jalar lainnya. Kandungan gizi ubi jalar ungu setiap 100 g dapat dilihat pada Tabel 2, sebagai berikut:

Tabel 2. Kandungan Gizi Ubi Jalar Ungu

<b>Kandungan Kimiawi</b>	<b>Jumlah</b>
Warna kulit	Ungu
Warna daging	Ungu
Kadar air (%)	61,64
Kadar abu (%)	1,62
Kadar protein (%)	4,40
Kadar lemak (%)	0,75
Kadar karbohidrat (%)	93,23

Sumber: Astawan dan Widowati (2005)

### **C. Tepung Ubi Jalar Ungu**

Salah satu potensi pengembangan ubi jalar ungu adalah dengan diolah menjadi tepung. Proses pembuatan tepung cukup sederhana dan dapat dilakukan dalam skala rumah tangga maupun industri kecil. Pembuatan tepung ubi jalar ungu

meliputi pembersihan, pengupasan, pengirisan, dan pengeringan sampai kadar air tertentu kemudian ditepungkan.

Pengolahan ubi jalar ungu menjadi tepung memberikan beberapa keuntungan seperti meningkatkan daya simpan, praktis dalam pengangkutan dan penyimpanan, dan dapat diolah menjadi beraneka ragam produk makanan (Winarno dan Aman, 1981). Tepung ubi jalar ungu dapat digunakan untuk produk roti, makanan bayi, permen, saus, makanan sarapan, makanan ringan, biskuit, *reconstituted chips*, dan lain sebagainya. Komposisi kimia tepung ubi jalar ungu dapat dilihat pada Tabel 3, sebagai berikut:

Tabel 3. Komposisi Kimia Tepung Ubi Jalar Ungu

<b>Komponen</b>	<b>Jumlah</b>
Air (%)	7,00
Protein (%)	5,12
Lemak (%)	0,50
Karbohidrat (%)	85,26
Abu (%)	2,13
Serat Kasar (%)	1,95
Kalori (kal/100 g)	366,89

Sumber: Antarlina (1998)

Tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena lebih tahan disimpan, mudah dicampur (dibuat komposit), diperkaya zat gizi (difortifikasi), dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang serba praktis. Pembuatan tepung ubi jalar ungu mendorong munculnya produk olahan ubi jalar ungu yang lebih beragam, praktis

dan sesuai kebiasaan konsumsi masyarakat saat ini sehingga menunjang program diversifikasi konsumsi pangan. Karakterisasi sifat tepung sangat diperlukan untuk menyusun formulasi produk yang sesuai dengan mutu yang ditargetkan. (Merdiyanti, 2008).

#### **D. Karakteristik Tepung Ubi Jalar Ungu**

Pengolahan ubi jalar ungu menjadi tepung merupakan salah satu upaya pengawetan ubi jalar ungu. Selain itu juga merupakan upaya peningkatan daya guna ubi jalar ungu supaya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pangan (Winarno dan Aman 1981). Pengolahan ubi jalar menjadi tepung memberi beberapa keuntungan seperti meningkatkan daya simpan, praktis dalam pengangkutan dan penyimpanan, dan dapat diolah menjadi beraneka ragam produk makanan (Winarno, 1981). Tepung ubi jalar mempunyai beberapa kelebihan yaitu tahan lama, fleksibel, dan dapat diperoleh sepanjang tahun akan tetapi beberapa peneliti melaporkan bahwa tepung ubi jalar mempunyai beberapa kelemahan antara lain sifat reologi yang tidak elastis dan rapuh (Yadav *et al.*, 2007, Sugiyono *et al.*, 2011). Kelemahan tepung ubi jalar ini juga diduga terdapat pada tepung ubi jalar ungu.

Salah satu upaya untuk memperbaiki karakteristik tepung ubi jalar ungu adalah dengan cara modifikasi pati. Melalui proses modifikasi, pati diharapkan akan mengalami perbaikan karakteristik yang antara lain tercermin dari peningkatan daya serap air (Afrianti, 2002), peningkatan kelarutan, dan penurunan viskositas (Kearsley and Dziedzic, 1995). Menurut Risma (2002), proses modifikasi pati dapat dilakukan secara fisik, kimiawi, maupun enzimatik. Metode fisik merupakan

metode yang paling murah dan sederhana sehingga lebih umum digunakan untuk memodifikasi pati. Prinsip proses modifikasi pati secara fisik adalah dengan cara *precooking* (pemasakan awal) pada suhu di atas suhu gelatinisasi pati, dilanjutkan dengan *drying* (pengeringan) untuk mengubah sebagian atau seluruh granula (butiran) pati. Menurut Kearsley and Dziedzic (1995), pati ubi jalar memiliki kisaran suhu gelatinisasi 52-64°C.

Hasil penelitian Hidayat *et al.* (2010), menunjukkan bahwa tepung ubi kayu yang diproses menggunakan metode pragelatinasi parsial akan memiliki karakteristik kelarutan dan daya serap air yang lebih tinggi, serta viskositas yang lebih rendah. Penelitian lebih lanjut diperlukan dalam bentuk aplikasi tepung ubi kayu yang diproses menggunakan metode gelatinisasi parsial sebagai bahan baku pada pengolahan aneka produk pangan.

#### **E. Karbohidrat dalam Ubi Jalar**

Kebutuhan energi bagi manusia untuk melakukan aktivitas sehari-hari sebagian besar disumbangkan oleh karbohidrat. Karbohidrat tersusun dari unit-unit glukosa. Menurut Brand-Miller (2000), berdasarkan kemampuannya untuk dicerna dan diserap tubuh, karbohidrat dibagi menjadi dua yaitu *digestible carbohydrate* dan *non digestible carbohydrate*. *Digestible carbohydrate* adalah jenis karbohidrat yang dapat dicerna dan diserap oleh tubuh manusia dan sebagian besar terdapat dalam bentuk pati, sedangkan *non digestible carbohydrate* adalah jenis karbohidrat yang tidak dapat dicerna dan tidak dapat diserap oleh tubuh manusia. Kandungan karbohidrat yang banyak terdapat pada ubi jalar adalah pati, gula dan serat pangan.

## 1. Pati Ubi Jalar

Sebagian besar karbohidrat pada pati ubi jalar terdapat dalam bentuk pati. Komponen lain selain pati adalah serat pangan dan beberapa jenis gula yang bersifat larut seperti maltosa, sukrosa, fruktosa, dan glukosa. Sukrosa merupakan gula yang banyak terdapat dalam ubi jalar. Total gula dalam ubi jalar berkisar antara 0.38% hingga 5.64% dalam berat basah (Sulistiyo, 2006). Granula pati ubi jalar berbentuk poligonal dengan kandungan amilosa dan amilopektin berturut-turut adalah 20% dan 80% (Swinkels, 1985). Pati ubi jalar memiliki derajat pembengkakan 20-27 ml/gram, kelarutan 15-35%, dan tergelatinisasi pada suhu 75-88°C untuk granula berukuran kecil (Moorthy, 2000).

Pati merupakan polisakarida yang tidak mempunyai rasa manis dan merupakan jenis karbohidrat yang paling sering digunakan sebagai sumber energi dalam bentuk makanan pokok serta dalam bentuk jenis makanan lain. Dalam keadaan murni pati bewarna putih, tidak berbau dan tidak berasa (Winarno, 1997).

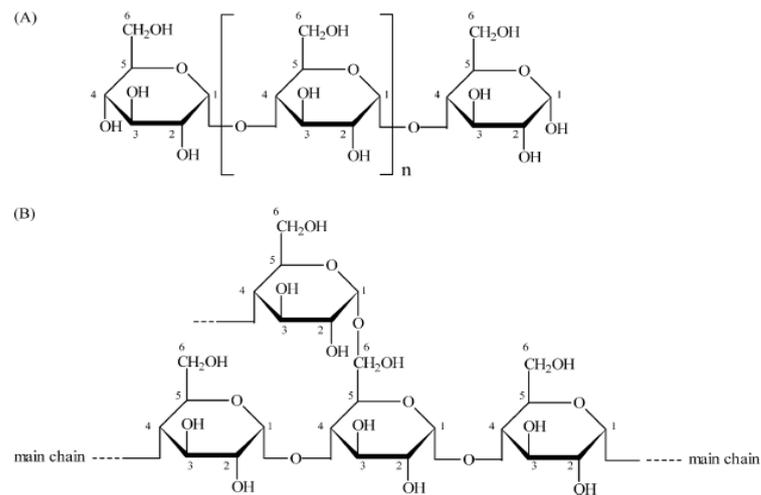
Pati adalah homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik. Menurut Murhadi (2005) jenis pati dapat dibedakan karena mempunyai bentuk, ukuran, letak hilum yang unik, dan juga dengan sifat *birefringent* yaitu kemampuan granula pati merefleksikan cahaya terpolarisasi, sehingga secara mikroskopik terlihat sebagai kristal hitam putih. Sifat pati berbeda-beda tergantung dari panjang rantai C-nya serta lurus atau bercabang rantai molekulnya.

Pati terdiri dari dua fraksi yaitu:

1. Amilosa, struktur lurus dengan ikatan  $\alpha$  (1,4) D-glukosa yang bersifat hidrofilik.

2. Amilopektin, polimer berantai cabang dengan ikatan  $\alpha$  (1,4) D-glukosa dan percabangannya dengan ikatan  $\alpha$  (1,6) D-glukosa (Winarno,1997).

Struktur kimia amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Kimia Amilosa (A) dan Amilopektin (B)  
Sumber : Tharanathan, 2005

Amilosa bersifat hidrofilik karena terdapat gugus hidroksil pada molekulnya dimana gugus ini bersifat polar dan memiliki derajat polimerisasi 350-1000. Rantai lurus terdiri dari amilosa cenderung membentuk susunan paralel satu sama lain saling berikatan melalui ikatan hidrogen. Jika hal ini terjadi, maka afinitas amilosa terhadap air akan menurun karena adanya ikatan antar molekul (Sihombing, 1993 dalam Apriyani, 2005).

Molekul amilosa cenderung membentuk susunan paralel melalui ikatan hidrogen. Molekul-molekul amilosa dapat dipisahkan dari pasta pati dengan menambahkan n-butanol dan dipanaskan sampai mendekati titik didih butanol lalu secara perlahan suhu diturunkan sampai suhu ruang. Selama penurunan suhu akan

diperoleh kristal butanol-amilosa yang terpisah dan dapat dipisahkan dengan cara pengeringan atau *sentrifuge*. Amilopektin memiliki struktur yang bercabang, pati akan mudah mengembang dan membentuk koloid dalam air.

Amilopektin mempunyai bentuk globular yang memperlihatkan peningkatan pembengkakan dan viskositas yang lebih tinggi daripada amilosa dalam larutan. Hal ini menunjukkan bahwa struktur molekul amilopektin lebih kompak dalam larutan (Glicksman, 1969). Perbandingan amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Amilosa dan Amilopektin

<b>Faktor pembeda</b>	<b>Amilosa</b>	<b>Amilopektin</b>
Struktur	Tidak bercabang	Bercabang
Panjang	250 – 2500 unit	15- 25 unit
Derajat polimerisasi	1000	10.000-100.000
Reaksi dengan iodin	biru	merah
Kestabilan	tidak stabil	stabil
Retrogradasi	cepat	lambat

Sumber : Fennema (1996)

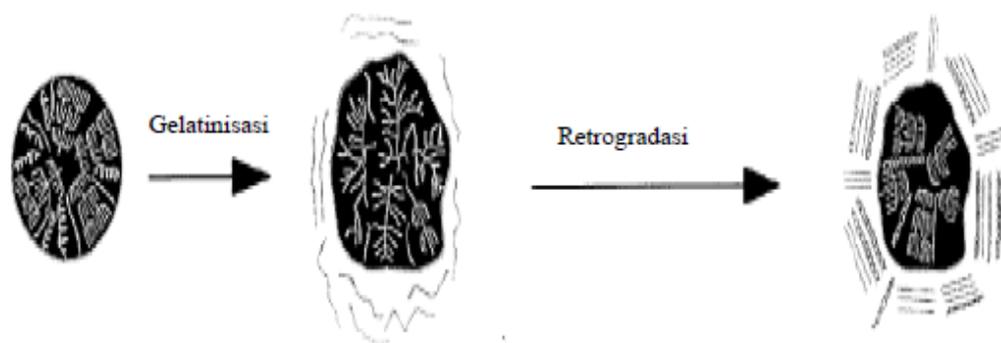
## **2. Gelatinisasi Pati**

Gelatinisasi berkaitan dengan perusakan ikatan antara molekul pati (Swinkels, 1985). Whistler *et al.* (1984) menyatakan bahwa pati tidak larut dalam air dingin, tetapi jika dipanaskan akan mengalami gelatinisasi dan viskositasnya akan naik. Hal ini disebabkan karena pemanasan yang menyebabkan energi kinetik molekul – molekul air menjadi lebih kuat dari pada daya tarik menarik antara molekul pati

dalam granula, sehingga air dapat masuk kedalam pati dan pati akan mengembang. Granula pati dapat terus mengembang dan pecah sehingga tidak bisa kembali pada kondisi semula. Perubahan sifat inilah yang disebut dengan gelatinisasi. Suhu pada saat butir pati pecah disebut suhu gelatinisasi ( $52 - 80^{\circ}\text{C}$ ). Granula pati memiliki sifat merefleksikan cahaya terpolarisasi sehingga dibawah mikroskop terlihat kristal hitam putih. Sifat ini disebut *birefringent*. Pada waktu granula pati mulai pecah karena proses gelatinisasi, sifat *birefringent* akan hilang (Winarno, 2002).

Suhu gelatinisasi adalah suhu pada saat mulai terjadi kenaikan viskositas suspensi pati bila dipanaskan. Suhu tersebut dinamakan suhu awal gelatinisasi. Apabila suhu terus meningkat, akan terjadi peningkatan gelatinisasi maksimum. Peristiwa gelatinisasi terjadi karena adanya pemutusan ikatan hidrogen sehingga air masuk kedalam granula pati dan mengakibatkan pengembangan granula (Smith, 1982).

Menurut Meyer (1985), secara mikroskopik perubahan granula pati selama pengolahan berlangsung cepat dan melalui 3 tahap. Tahap pertama pada air dingin akan terjadi penyerapan air sampai kira-kira 5-30% yang bersifat *reversible*. Tahap kedua terjadi pada suhu sekitar  $65^{\circ}\text{C}$  ketika granula pati mulai mengembang dan menyerap air dalam jumlah banyak sehingga bersifat *irreversible*, selanjutnya pada tahap ketiga terjadi pengembangan granula yang lebih besar lagi dan amilosa keluar dari granula pati terdispersi kedalam larutan hingga akhirnya granula pati pecah. Makin banyak amilosa keluar dari granula pati akan lebih banyak terdispersi kedalam larutan sehingga daya larut pati makin tinggi. Perubahan granula pati selama pengolahan tertera pada Gambar 4.



Gambar 4. Perubahan Granula Pati selama Pengolahan  
Sumber : Eliasson, 2004

### 3. Serat Pangan

Serat pangan (*dietary fiber*) merupakan bagian dari jaringan tanaman yang tahan terhadap proses hidrolisis oleh enzim dalam lambung dan usus kecil (Winarno, 2002). *Dietary fiber* pada umumnya merupakan karbohidrat atau polisakarida, dengan demikian serat pangan adalah bagian dari makanan yang tidak dapat dicerna secara enzimatik (enzim yang dikeluarkan manusia) sehingga tidak digolongkan sebagai sumber zat gizi makanan (Linder, 1992). Konsumsi serat yang dianjurkan perhari untuk orang dewasa adalah 30 gram (Jahari dan Sumarno, 2001). Menurut Bradburry dan Holloway (1988) yang dikutip Djuanda (2003), kandungan serat pangan ubi jalar secara umum 1.64 % (bb). Nurdjanah (2011) melaporkan bahwa limbah padat ekstraksi pati ubi jalar, suweg dan uwi mengandung serat pangan berupa pektin (12.5 – 40 %), hemiselulosa (18 – 43 %) dan selulosa (34 – 53 %).

Pengertian *dietary fiber* atau serat pangan berbeda dengan *crude fiber* (serat kasar). Menurut Winarno (2002) terdapat sekitar seperlima sampai setengah dari seluruh serat kasar yang benar-benar berfungsi sebagai *dietary fiber*. Serat kasar

adalah bagian dari makanan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan serat kasar yaitu asam sulfat 1.25 % dan natrium hidroksida 1.25 %. Kandungan serat kasar memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan serat pangan karena asam sulfat dan natrium hidroksida mempunyai kemampuan lebih besar untuk menghidrolisis komponen-komponen makanan dibandingkan dengan enzim-enzim pencernaan (Muchtadi, 1989).

Berdasarkan sifat kelarutannya di dalam air, serat pangan (*dietary fiber*) dibedakan menjadi dua kelompok yaitu yang bersifat larut air (*Soluble Dietary Fiber* atau SDF) dan bersifat tidak larut air (*Insoluble Dietary Fiber* atau IDF). SDF diartikan sebagai serat pangan yang dapat larut dalam air hangat atau panas serta dapat terendapkan oleh air yang telah tercampur dengan empat bagian etanol. IDF diartikan sebagai serat pangan yang tidak larut dalam air panas atau air dingin. Gabungan dari serat pangan yang larut air dan serat pangan yang tidak larut air disebut total serat pangan (*Total Dietary Fiber* atau TDF). Termasuk kedalam serat yang larut air adalah gum, musilase, pektin dan beberapa hemiselulosa larut air sedangkan serat yang bersifat tidak larut air adalah selulosa, lignin, sejumlah kecil lilin dan kitin tanaman dan sebagian besar hemiselulosa.

Secara fisiologis serat pangan larut (SDF) lebih efektif dalam mereduksi serum kolesterol plasma (*Low Density Lipoprotein* atau LDL) yang berkaitan dengan kolesterol. Hal ini berhubungan dengan penurunan secara signifikan terhadap resiko jantung koroner dan tekanan darah tinggi. Selain itu SDF juga bermanfaat bagi penderita diabetes mellitus karena dapat mereduksi absorpsi glukosa usus. Serat pangan tidak larut (IDF) lebih bermanfaat mengatasi gangguan sistem

pencernaan seperti sembelit, mempercepat transit bahan makanan di usus dan meningkatkan volume feses sehingga dapat mencegah penyakit kanker kolon dan divertikulosis serta dapat digunakan untuk mengontrol berat badan (Prosky and De Vries, 1992).

#### **F. Pati Termodifikasi**

Upaya untuk memodifikasi pati umumnya ditujukan untuk memperbaiki kelemahan karakter granula pati tersebut sehingga diharapkan dapat diperoleh granula pati yang lebih tahan terhadap berbagai perlakuan pada tahapan pengolahan selanjutnya.

Menurut Miller *et al.* (1996) terdapat beberapa alasan perlu dilakukan modifikasi pati yaitu: memodifikasi karakteristik pati selama pemasakan, menurunkan kecenderungan terjadinya retrogradasi selama tahap pengolahan, meningkatkan kestabilan pasta pati, menurunkan kecenderungan terjadinya sineresis pasta atau gel pati, memperbaiki kejernihan pasta atau gel pati, memperbaiki tekstur pasta atau gel pati, memperbaiki kemampuan untuk membentuk lapisan film, memperbaiki daya adhesi dan menambah gugus hidrofobik untuk stabilisasi emulsi.

Pati diberi perlakuan tertentu yang bertujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk mengubah beberapa sifat lainnya. Perlakuan ini dapat dilakukan dengan penggunaan panas, asam, alkali, zat pengoksidasi, atau bahan kimia lainnya yang akan menghasilkan gugus kimia baru dan atau perubahan bentuk, ukuran, serta struktur molekul pati (Glicksman, 1969).

Modifikasi pati dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain *cross linking*, konversi dengan hidrolisis asam, cara oksidasi, dan *derivatisasi* kimia. Sifat-sifat yang diinginkan dari modifikasi pati adalah pati yang memiliki viskositas yang stabil pada suhu tinggi dan rendah, daya tahan terhadap tekanan mekanis yang baik, serta daya tahan terhadap kondisi asam dan suhu sterilisasi (Wirakartakusumah, 1981).

Modifikasi fisik meliputi perlakuan panas dan uap terkendali seperti pemanasan lalu didinginkan (*annealing*), dan perlakuan uap misalnya disintegrasi seluruh granula oleh pregelatinisasi, baik dengan ekstrusi, *drum drying*, atau *spray-drying* (Bergthaller, 2000). Proses modifikasi pati dapat dilakukan dengan menggunakan panas yang akan menghasilkan gugus kimia baru dan atau perubahan bentuk, ukuran, serta molekul pati. Penyangraian pati juga merupakan salah satu bentuk modifikasi pati dengan panas.

Pati pregelatinisasi merupakan pati yang telah mengalami gelatinisasi dengan cara pemasakan dengan air di atas suhu gelatinisasinya kemudian dikeringkan, dibuat untuk memudahkan pelarutan dalam proses pengolahan. Biasanya pregelatinisasi pati dibuat dengan cara membuat pasta (kadar pati dalam pasta 55% dan 45% berat kering), selanjutnya dikeringkan pada suhu sekitar 80°C dan 100°C dengan menggunakan *drum drier* (Anonim, 2001). Nama lain dari pati pregelatinisasi adalah *precooked starch*, *pregelled starch*, *instant starch*, *cold water starch*, dan *cold water swellable starch*. Pregelatinisasi merupakan salah satu bentuk transformasi fisik, untuk menghasilkan pati yang larut dalam air dingin (Fennema, 1996).

## G. Antosianin

Ubi jalar ungu mengandung antosianin berkisar  $\pm 519$  mg/100 g berat basah. Kandungan antosianin yang tinggi pada ubi jalar ungu dan stabilitas yang tinggi dibanding antosianin dari sumber lain membuat tanaman ubi jalar ungu sebagai pilihan yang lebih sehat dan sebagai alternatif pewarna alami (Kumalaningsih, 2008).

Ubi jalar ungu juga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pangan fungsional karena memiliki antosianin, pigmen yang menyebabkan daging umbi berwarna ungu, yang mempunyai aktivitas antioksidan alami. Antioksidan alami yang terkandung pada ubi jalar ungu dapat menghentikan reaksi berantai pembentukan radikal bebas dalam tubuh yang diyakini sebagai penyebab penuaan dini dan beragam penyakit yang menyertainya seperti penyakit kanker, jantung, tekanan darah tinggi, dan katarak. Radikal bebas dihasilkan dari reaksi oksidasi molekuler dimana radikal bebas yang akan merusak sel dan organ-organ yang kontak dengannya (Sibuea, 2003).

Menurut Pokorny *et al* (2001) antosianin yang diisolasi dari ubi jalar ungu mempunyai aktivitas antioksidan yang kuat. Antosianin adalah glikosida antosianidin, yang merupakan garam polihidroksiflavilium (2-arilbenzopirilium). Sebagian besar antosianin berasal dari 3,5,7-trihidroksiflavilium klorida dan bagian gula biasanya terikat pada gugus hidroksil pada atom karbon ketiga. Beberapa antosianin mengandung komponen tambahan seperti asam organik dan logam (Fe, Al, Mg) (deMann, 1989). Antosianin merupakan pembentuk dasar pigmen warna merah, ungu dan biru pada tanaman, terutama sebagai bahan

pewarna bunga dan buah-buahan. Antosianin peka terhadap panas dimana kerusakan antosianin berbanding lurus dengan kenaikan suhu yang digunakan (Markakis, 1982). Terlebih jika pada pemanasan pH 2-4 maka kerusakan antosianin akan semakin cepat.

Antosianin tergolong pigmen yang disebut flavonoid yang pada umumnya larut dalam air. Flavonoid mengandung dua cincin benzene yang dihubungkan oleh tiga atom karbon. Ketiga karbon tersebut dirapatkan oleh sebuah atom oksigen sehingga terbentuk cincin di antara dua cincin benzene. Warna pigmen antosianin merah, biru, violet, dan biasanya dijumpai pada bunga, buah-buahan, dan sayur-sayuran. Dalam tanaman terdapat dalam bentuk glikosida yaitu membentuk ester dengan monosakarida (glukosa, galaktosa, ramnosa, dan kadang-kadang pentosa). Sewaktu pemanasan dalam asam mineral pekat, antosianin pecah menjadi antosianidin dan gula. Konsentrasi pigmen juga sangat berperan dalam menentukan warna. Pada konsentrasi yang encer antosianin berwarna biru, sebaliknya pada konsentrasi pekat antosianin berwarna merah, dan konsentrasi biasa berwarna ungu (Winarno, 2002).