

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Umbi Talas

Talas adalah nama untuk berbagai macam tumbuhan yang lazim ditanam untuk dimanfaatkan umbi atau daunnya. Talas tersebar dalam tiga genus tumbuhan yaitu *Colocasia*, *Xanthosoma*, dan *Alocasia*, dari famili *Araceae*. Keladi, *dasheen*, *taro*, *satoimo* dan *eddo* merupakan *Colocasia*, sedangkan kimpul, *yautia*, *tannia* dan *malanga* termasuk *Xanthosoma*, dan sente serta birah adalah *Alocasia*. Semua tanaman tersebut dinamakan talas (Nur, 1956).

Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) merupakan salah satu umbi – umbian yang banyak ditanam di Indonesia. Talas termasuk divisi *Spermatophyta*, subdivisi *Monocotyledoneae*, ordo *Arcales*, famili *Araceae*, genus *Colocasia*, dan spesies *Colocasia esculenta* (L.) Schott (Syamsir, 2012). Talas merupakan tumbuhan asli daerah tropis yang bersifat *perennial herbaceous*, yaitu tanaman yang dapat tumbuh bertahun – tahun dan banyak mengandung air. Habitat tanaman ini diperkirakan berasal dari daerah tropis antara India dan Indonesia. Talas merupakan bahan makanan pokok bagi masyarakat daerah Pasifik, seperti New Zealand dan Australia (Matthews, 2004). Gambar 1 dan 2 dibawah ini menunjukkan bentuk tanaman talas dan umbinya.



Sumber : Syamsir, 2012

**Gambar 1.** Tanaman Talas



**Gambar 2.** Umbi Talas

Talas tumbuh tersebar di daerah tropis, sub tropis dan di daerah beriklim sedang. Di Indonesia talas bisa dijumpai hampir di seluruh kepulauan dan tersebar dari tepi pantai sampai pegunungan di atas 1000 m dpl, baik liar maupun di budidaya.

Pembudidayaan talas dapat dilakukan pada daerah beriklim lembab (curah hujan tinggi) dan daerah beriklim kering (curah hujan rendah). Curah hujan optimum untuk pertumbuhan tanaman talas adalah 175 cm per tahun. Tanaman ini mudah tumbuh pada lingkungan dengan suhu 25 – 30°C, pH 5,5 – 6,5, kelembaban tinggi dan drainase tanah yang baik. Tanaman talas umumnya dapat tumbuh pada ketinggian 0 – 1300 m dpl. Talas banyak dibudidayakan di Indonesia karena talas dapat tumbuh di daerah iklim tropis dan tidak terlalu memerlukan pengairan. Tanaman ini juga dapat dijadikan sebagai tanaman sela dan dapat tumbuh di daerah dataran rendah sampai dataran tinggi.

Tanaman talas bereproduksi secara vegetatif, yaitu dengan anakan, sulur, umbi anak, atau pangkal umbi serta sebagian pelepahnya, karena itulah tanaman ini memiliki kecenderungan untuk membentuk kultivar dengan ciri – ciri serta syarat tumbuh yang berbeda – beda (Sastrahidajat, 1991). Talas berbentuk silinder atau lonjong sampai agak bulat. Kulit umbi talas berwarna kemerahan, bertekstur kasar, dan terdapat berkas-berkas pertumbuhan akar.

Menurut Oschse, dkk. (1961), bentuk dan ukuran tanaman talas bervariasi, umumnya memiliki tinggi sekitar 50 – 150 cm. Tanaman talas umumnya memiliki jumlah bunga 2 – 5 buah yang muncul secara bersama – sama, dan tumbuh di antara sudut daun (*leaf axil*) dengan panjang 15 – 30 cm. Bunga jantan biasanya memiliki benang sari sebanyak 2 – 3 buah, sedangkan bunga betina jarang terdapat pada tanaman.

Talas merupakan tanaman umbi – umbian yang dapat mengeluarkan getah berwarna putih seperti susu. Tanaman ini memiliki daun berbentuk perisai dan warna daun yang sangat bervariasi tergantung varietasnya. Pada setiap permukaan daun dan pelepah tanaman ini dilapisi oleh lapisan lilin untuk melindungi diri. Bentuk umbi talas (*Colocasia esculenta*) adalah lonjong sampai agak membulat

dan berdiameter sekitar 10 cm. Kulitnya berwarna kemerah – merahan dan dagingnya berwarna putih keruh (Muchtadi dan Sugiyono, 1992).

Umbi talas dapat dipanen setelah berumur 6 – 9 bulan, namun hal ini bergantung pula pada varietasnya. Saat panen yang tepat ditandai dengan daun yang mulai menguning sampai kering (Soesarsono, 1976).

Penggunaan talas yang baik untuk mengolahan industri makanan yaitu talas Belitung dan Bogor, akan tetapi talas Bogor dapat menimbulkan rasa gatal saat dimakan. Menurut Sukendro dan Setiadireja (1950), berbagai varietas talas yang ada di bagi menjadi tiga kelompok, yaitu :

1. Talas Pandan : Varietas ini mempunyai ciri berpohon pendek, bertangkai daun agak keunguan, pangkal batang warna merah atau kemerahan dengan umbi lonjong berkulit coklat dan daging buah berwarna keunguan. Talas jenis ini memiliki aroma pandan yang khas saat di rebus.
2. Talas Ketan : Talas ini lebih dikenal dengan sebutan talas mentega. Varietas ini mempunyai ciri daun dan pelepah daun berwarna kuning keunguan, umbi berwarna kuning dan besar.
3. Talas Sutra : Varietas ini mempunyai ciri berdaun halus yang berwarna hijau muda, pelepah daun hijau dengan pangkal berwarna putih dan umbi memiliki warna putih dengan rasa yang sangat enak.

Ada dua jenis talas, yaitu talas yang tidak gatal dan talas yang gatal. Talas yang tidak gatal misalnya talas bote, garbu, lumbu dan jenis talas yang gatal misalnya yang disebut sente. Cara pengolahannya yaitu talas dikupas, dicuci bersih karena biasanya berlendir, dan dicuci dengan air garam agar lendir mudah hilang (Siregar, 2011).

Penyebab kegatalan pada talas hingga kini belum dapat dipastikan dari mana asalnya. Banyak yang mengatakan bahwa rasa gatal yang timbul pada talas disebabkan oleh senyawa yang berbentuk jarum (*raphide*), yakni kalsium oksalat yang menyebabkan iritasi bagi yang mengkonsumsinya. (Bradbury dan Nixon, 1998).

Oksalat dalam talas terdapat dalam bentuk yang larut dalam air (asam oksalat) dan tidak larut air (garam oksalat ataupun kalsium oksalat). Asam oksalat merupakan senyawa kimia yang memiliki rumus  $H_2C_2O_4$  dengan nama sistematis asam etanadioat. Untuk menghilangkan rasa gatal yang disebabkan kalsium oksalat pada umbi talas dapat dilakukan dengan cara perendaman NaCl. Penghilangan kadar oksalat terjadi karena reaksi antara natrium klorida (NaCl) dan kalsium oksalat ( $CaC_2O_4$ ). NaCl akan terionisasi di dalam air menjadi ion  $Na^+$  dan  $Cl^-$  yang akan berikatan dengan kalsium oksalat membentuk natrium oksalat dan endapan kalsium diklorida yang larut dalam air.

Tanaman talas juga mengandung asam perusi (asam biru atau HCN). Racun pada tanaman talas ini sangat dipengaruhi oleh varietas umbi talas itu sendiri, iklim, keadaan tanah dimana talas itu ditanam, bagaimana cara menanam talas tersebut, serta umur panennya, tapi hal ini dapat saja tidak dihiraukan dan kandungan racunnya akan meningkat selama kemarau panjang yang menyebabkan talas lebih sedikit menyerap air yang juga berguna untuk melarutkan racun ini.

Berikut adalah cara pengamanan untuk menghilangkan HCN :

- Fermentasi
- Pemanasan dan perebusan (air rebusan dibuang)
- Perendaman/pencucian (air cucian dibuang)
- Penggorengan dan pengeringan
- Pemerasan/ekstraksi pati
- Pengukusan

## **2.2 Kandungan dan Manfaat**

Talas merupakan jenis tanaman yang hampir seluruh bagian tanamannya dapat dikonsumsi. Daun dan tangkai umbi talas dapat dimakan bila dimasak terlebih dahulu. Di beberapa daerah Indonesia dimana padi tidak dapat tumbuh, antara lain di Kepulauan Mentawai dan Papua, talas dimakan sebagai makanan pokok, dengan cara dipanggang, dikukus atau dimasak dalam tabung bambu.

Menurut Muchtadi dan Sugiyono (1992), komposisi kimia umbi talas tergantung pada varietas, iklim, kesuburan tanah, dan umur panen. Umbi talas mengandung Ca, P, dan Fe yang jumlahnya masih lebih besar dibandingkan umbi – umbian lainnya seperti ubi kayu dan ubi jalar.

Umbi talas berpotensi sebagai sumber karbohidrat dan protein yang cukup tinggi. Umbi talas juga mengandung lemak, vitamin A, B<sub>1</sub> (Thiamin) dan sedikit vitamin C. Umbi talas memiliki kandungan mineral Ca dan P yang cukup tinggi. Mineral – mineral ini penting bagi pembentukan tulang dan gigi yang kuat. Untuk komposisi Umbi Talas dapat dinyatakan pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1.** Komposisi Kimia dalam 100 Gram Umbi Talas

<b>Komposisi</b>	<b>Jumlah (%)</b>
Kadar air	10,20
Protein	12,25
Lemak	0,50
Abu	4,15
Serat kasar	0,75
Karbohidrat total	72,15
Pati	67,42
• Amilosa	2,25
• Amilopektin	65,17

*Sumber : Syamsir, 2012*

Umbi talas memiliki nilai kandungan pati yang tinggi, sehingga menjadikan umbi talas bermanfaat sebagai sumber kalori tubuh dan juga sebagai bahan baku industri. Selain itu kandungan kadar karbohidrat, pati, gula, serat, dan abu umbi talas lebih tinggi dibandingkan kentang, namun dibandingkan dengan ubi jalar kandungannya lebih kecil (Direktorat Gizi Depkes RI, 1972). Selain itu kandungan kadar karbohidrat, pati, gula, serat, dan abu umbi talas lebih tinggi dibandingkan kentang, namun dibandingkan dengan umbi jalar kandungannya lebih kecil (Direktorat Gizi Depkes RI, 1972). Perbandingan persentase kadar zat – zat gizi dari umbi talas, kentang, dan ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perbandingan Persentase Kadar Zat – Zat Gizi Umbi Talas, Kentang, dan Umbi Jalar

Kandungan	Komposisi (%)		
	Talas	Kentang	Umbi Jalar
Air	75,10	77,80	68,50
Protein	2,00	2,00	1,80
Lemak	0,20	0,20	0,70
Karbohidrat	21,50	19,10	27,90
Gula	1,42	0,87	5,35
Pati	18,2	14,70	20,20
Serat	0,80	0,40	1,00
Abu	1,17	0,99	1,07

Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 1972

Adapun karakteristik pati talas tanpa modifikasi menurut Harianingsih dan Wibowo (2016) dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

**Tabel 3.** Karakteristik Pati Talas Tanpa Modifikasi

Kandungan	Jumlah
<i>Swelling Power</i>	3,67 g/g
<i>Solubility</i>	10,88%
<i>Freeze Thaw Stability</i>	1,07%
<i>Paste Clarity</i>	72,78%T

Sumber : Harianingsih dan Wibowo, 2016

### 2.3 Pati

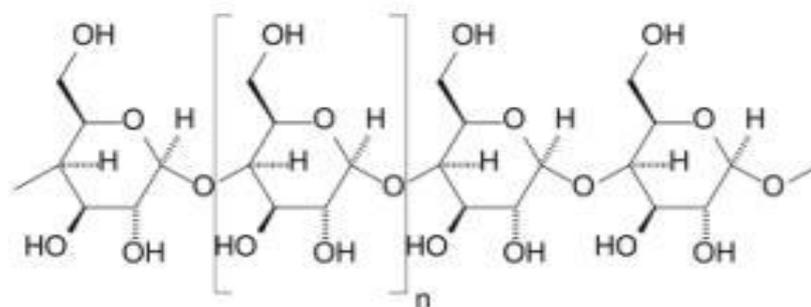
Pati atau amilum adalah karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar, dan tidak berbau dengan rumus molekul  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Pati merupakan bahan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang. Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik, yang banyak terdapat pada tumbuhan terutama pada biji – bijian dan umbi – umbian. Sifat pada pati tergantung panjang rantai karbonnya, serta lurus atau bercabang rantai molekulnya.

Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas, fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin (Hee-Joung An, 2005). Dalam bentuk aslinya secara alami pati merupakan butiran-butiran kecil yang sering disebut granula. Pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin dan material antara seperti, protein dan lemak. Umumnya pati mengandung 15 – 30% amilosa, 70 – 85% amilopektin dan 5 – 10% material antara (Koswara, 2009).

Pada keadaan murni granula pati berwarna putih, mengkilat, tidak berbau dan tidak berasa. Granula pati bervariasi dalam bentuk dan ukuran, ada yang berbentuk bulat, oval, atau bentuk tak beraturan demikian juga ukurannya, mulai kurang dari 1 mikron sampai 150 mikron ini tergantung sumber patinya.

### 2.3.1 Amilosa

Amilosa merupakan bagian polimer dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4) dari unit glukosa dan pada setiap rantai terdapat 500 – 2000 unit D-glukosa, membentuk rantai lurus yang umumnya dikatakan sebagai linier dari pati (Hee-Joung An, 2005). Amilosa dalam suatu larutan adalah kecenderungan membentuk koil yang sangat panjang dan fleksibel yang selalu bergerak melingkar. Struktur ini mendasari terjadinya interaksi iodamilosa membentuk warna biru. Struktur rantai amilosa cenderung membentuk rantai yang linear seperti terlihat pada Gambar 3.



Sumber : Hart, 1987

**Gambar 3.** Struktur Amilosa

Formasi dan integritas struktur dari kompleks amilosa – lemak dipengaruhi oleh suhu, pH, campuran dari polimer amilosa dengan molekul lain dan struktur dari asam lemak atau gliserida. Amilosa mono dan digliserida mempengaruhi

suhu gelatinisasi pati, tekstur, viskositas dan membatasi retrogradasi. Perbandingan antara amilosa dan amilopektin akan memberikan efek pati secara fungsional dalam penggunaannya pada makanan. Contohnya dalam pemasakan dan kualitas makan dari tepung beras. Tepung beras yang terdiri dari 99% amilopektin sangat cocok untuk membuat biskuit dengan tekstur yang ringan dan lembut. Sedangkan tepung beras dengan rasio amilosa yang lebih tinggi, akan menghasilkan produk biskuit dengan tekstur yang lebih kokoh dan lebih renyah.

Pati yang memiliki kandungan amilosa yang tinggi sangat sukar menggelatinisasi karena molekul amilosa cenderung berada dalam posisi sejajar, sehingga gugus-gugus hidroksilnya dapat berikatan dengan bebas dan pati akan membentuk kristal agregat yang kuat (Afdi, 1989). Sebaliknya, pati yang memiliki komponen amilopektin tinggi sangat sukar untuk berikatan sesamanya karena rantainya bercabang, sehingga pati yang amilopektinnya tinggi sangat mudah mengalami gelatinisasi tetapi viskositasnya tidak stabil

Perbandingan amilosa dan amilopektin akan mempengaruhi sifat kelarutan dan derajat gelatinisasi pati. Semakin besar kandungan amilopektin maka pati akan lebih basah, lengket dan cenderung sedikit menyerap air. Pati yang lebih banyak mengandung amilosa bersifat lebih resisten terhadap pencernaan pati dibandingkan dengan pati yang lebih banyak mengandung amilopektin karena struktur linier amilosa yang bersifat kompak (Rashmi dan Urooj, 2003). Kandungan amilosa dan amilopektin untuk berbagai jenis pati dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Kandungan Amilosa dan Amilopektin untuk Berbagai Jenis Pati

Sumber Pati	Amilosa (%)	Amilopektin (%)
Sagu	27	73
Jagung	28	72
Beras	17	83
Kentang	21	79
Gandum	28	72
Ubi Kayu	17	83

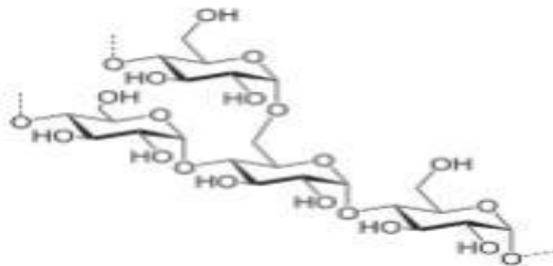
Sumber : Afdi, 1989

Menurut Belitz dan Grosch (1987) pengaturan dan susunan molekul amilosa dan amilopektin dalam granula pati bersifat khas untuk setiap sumber pati sehingga akan menentukan bentuk dan ukuran granula. Struktur amilosa yang cenderung lurus sebagian besar berada pada bagian amorphous dari granula pati dan sebagian kecil menyusun bagian kristalin pati. Sementara itu, molekul amilopektin berperan sebagai komponen utama penyusun bagian kristalin pati. Macam – macam bentuk granula pati umumnya adalah bulat, lonjong, ataupun bersegi banyak. Ukuran granula pati umumnya berkisar antara 1 mikron sampai 100 mikron.

### 2.3.2 Amilopektin

Amilopektin adalah polimer berantai cabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-glikosidik dan ikatan  $\beta$ -(1,6)-glikosidik di tempat percabangannya. Setiap cabang terdiri atas 25 - 30 unit D-glukosa . Selain perbedaan struktur, panjang rantai polimer, dan jenis ikatannya, amilosa dan amilopektin mempunyai perbedaan dalam hal penerimaan terhadap iodine. Amilosa akan membentuk kompleks berwarna biru sedangkan amilopektin membentuk kompleks berwarna ungu-coklat bila ditambah dengan iodine (Hee-Joung An, 2005).

Amilopektin mempunyai ikatan  $\alpha$ -(1,4) pada rantai lurusnya, serta ikatan  $\beta$ -(1,6) pada titik percabangannya. Struktur rantai amilopektin cenderung membentuk rantai yang bercabang seperti terlihat pada Gambar 4. Ikatan percabangan tersebut berjumlah sekitar 4 – 5 % dari seluruh ikatan yang ada pada amilopektin (Ann-Charlotte Eliasson, 2004). Biasanya amilopektin mengandung 1000 atau lebih unit molekul glukosa untuk setiap rantai.



Sumber : Hart, 1987

**Gambar 4.** Struktur Amilopektin

Amilopektin didalam produk makanan bersifat merangsang terjadinya proses mekar (*puffing*) dimana produk makanan yang kandungan amilopektinnya tinggi akan bersifat ringan, porus, garing dan renyah. Kebalikannya, pati yang mengandung amilosa tinggi, cenderung menghasilkan produk yang keras dan pejal, karena proses mekarnya secara terbatas. Perbedaan sifat amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Perbedaan Sifat Amilosa dan Amilopektin

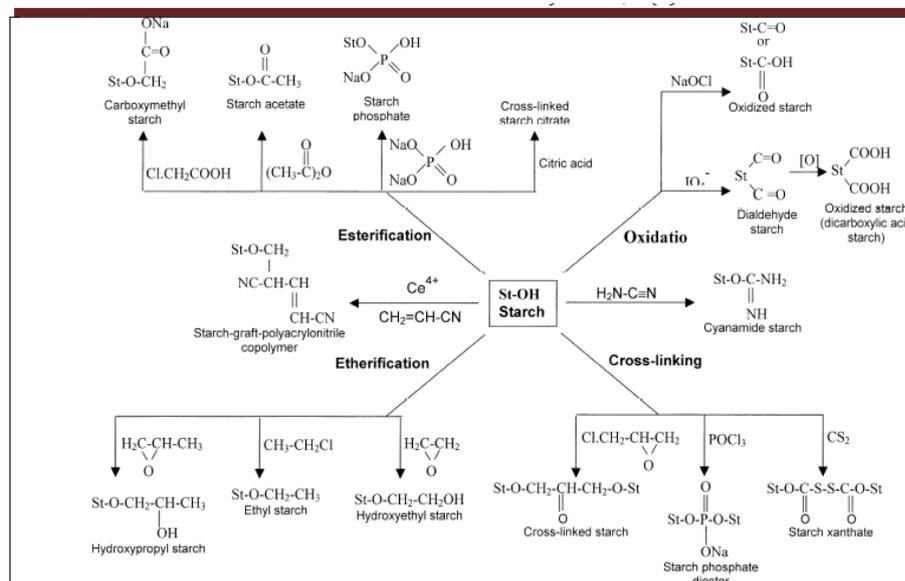
Sifat	Amilosa	Amilopektin
Stabilitas larutan	Tidak Stabil (endapan)	Stabil
Gel	Lembut, reversibel, gel lunak dapat menjadi kaku (sesuai waktu), mengalami sintesis	Tidak membentuk lapisan film
Lapisan film	Koheren	Tidak membentuk lapisan film
Kelarutan	Bervariasi	Dapat terlarut
Berikatan membentuk molekul kompleks	Dengan <i>iodine</i> , lemak, dan berbagai molekul organik polar	Tidak dapat membentuk ikatan kompleks

Sumber : Y.H.Hui, 1992

## 2.4 Modifikasi Pati

Pati memegang peranan penting dalam industri pengolahan pangan secara luas juga dipergunakan dalam industri seperti kertas, lem, tekstil, lumpur pemboran, permen, glukosa, dekstrosa, sirup fruktosa, dan lain – lain. Dalam perdagangan dikenal dua macam pati yang telah dimodifikasi dan pati yang telah dimodifikasi. Pati yang belum dimodifikasi atau pati biasa adalah semua jenis pati yang dihasilkan dari pabrik pengolahan dasar misalnya tepung tapioka. Pati alami seperti tapioka, pati jagung, sagu dan pati – patian lain mempunyai beberapa kendala jika dipakai sebagai bahan baku dalam industri pangan maupun non pangan. Jika dimasak pati membutuhkan waktu yang lama (hingga butuh energi tinggi), juga pasta yang terbentuk keras dan tidak bening. Disamping itu sifatnya terlalu lengket dan tidak tahan perlakuan dengan asam. Kendala –

kendala tersebut menyebabkan pati alami terbatas penggunaannya dalam industri. Padahal sumber dan produksi pati – patian di negara kita sangat berlimpah, yang terdiri dari tapioka (pati singkong), pati sagu, pati umbi-umbian selain singkong, pati buah-buahan (misalnya pati pisang) dan banyak lagi sumber pati yang belum diproduksi secara komersial. Di industri pengolahan pangan, pati digunakan untuk berbagai fungsi, diantaranya adalah *binding* dan *thickening agent*. Pati alami (*native starch*) mempunyai beberapa permasalahan yang berhubungan dengan peristiwa retrogradasi, kestabilan, dan ketahanan pasta yang rendah. Karakteristik pati meliputi *swelling power*, *solubility*, *freeze-thaw stability*, *paste clarity*, dan *gel strength* berperang penting untuk menghasilkan produk makanan berbasis pati yang berkualitas. Oleh karena itu, dilakukan suatu metode untuk meningkatkan sifat – sifat tertentu dari pati agar dapat dimanfaatkan lebih dalam insutri pangan, disebut modifikasi pati. Diagram klasifikasi teknik modifikasi pati dapat dilihat pada Gambar 5.



Sumber : Neelam, dkk., 2012

**Gambar 5.** Diagram Klasifikasi Teknik Modifikasi Pati

Modifikasi disini dimaksudkan sebagai perubahan struktur molekul dari yang dapat dilakukan secara kimia, fisik maupun enzimatik. Pati alami dapat dibuat menjadi pati termodifikasi atau *modified starch*, dengan sifat-sifat yang dikehendaki atau sesuai dengan kebutuhan.

Pati termodifikasi adalah pati yang gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia (esterifikasi, eterifikasi atau oksidasi) atau dengan mengganggu struktur asalnya (Fleche, 1985). Pati diberi perlakuan tertentu dengan tujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki atau merubah sifat sebelumnya atau untuk merubah beberapa sifat lainnya. Perlakuan ini dapat mencakup 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.

Pati yang telah termodifikasi akan mengalami perubahan sifat yang dapat disesuaikan untuk keperluan – keperluan tertentu. Sifat – sifat yang diinginkan adalah pati yang memiliki viskositas yang stabil pada suhu tinggi dan rendah, daya tahan terhadap “*sharing*” mekanis yang baik serta daya pengental yang tahan terhadap kondisi asam dan suhu sterilisasi. Pati termodifikasi banyak digunakan dalam pembuatan *salad cream*, *mayonaise*, saus kental, jeli marmable, produk-produk konfeksioneri (permen, coklat dan lain-lain), *breaded food*, *lemon curd*, pengganti gum arab dan lain-lain (Koswora, 2009).

Pati dapat dimodifikasi melalui beberapa cara sebagai berikut :

- *Thin Boiling Starch/ Hidrolisis Asam*, diperoleh dengan cara mengasamkan suspensi pati pada pH tertentu dan memanaskannya pada suhu tertentu sampai diperoleh derajat konversi atau modifikasi yang diinginkan. Kemudian dilakukan penetralan, penyaringan, pencucian, dan pengeringan. Pati termodifikasi asam menunjukkan sifat-sifat yang berbeda, seperti penurunan viskositas, pengurangan pembengkakan granula selama gelatinisasi, peningkatan kelarutan dalam air panas di bawah suhu gelatinisasi, suhu gelatinisasi lebih rendah, dan penurunan tekanan osmotik (penurunan berat molekul).
- *Pati teroksidasi*, diperoleh dengan cara mengoksidasi pati dengan senyawa-senyawa pengoksidasi (oksidan) dengan bantuan katalis yang umumnya adalah logam berat atau garam dari logam berat yang dilakukan pada pH tertentu, suhu dan waktu reaksi yang sesuai.

- *Pregelatinized Starch*, pati ini diperoleh dengan cara memasak pati pada suhu pemasakan, kemudian mengeringkannya dengan menggunakan rol – rol (*drum drying*) yang dipanaskan dengan cara melewatkannya. Pregelatinisasi pati mempunyai sifat umum yaitu terdispersi dalam air dingin.
- *Pati ikatan silang (cross-linking)*, Metode *cross-linking* bertujuan menghasilkan pati yang tahan tekanan mekanis, tahan asam dan mencegah penurunan viskositas pati selama pemasakan, dimana pati ini diperoleh dengan cara perlakuan kimia yaitu dengan penambahan *cross-linking agent* yang dapat menyebabkan terbentuknya ikatan-ikatan (jembatan) baru antar molekul di dalam pati itu sendiri atau diantara molekul pati yang satu dengan molekul pati yang lain.
- *Dekstrin*, dibuat dari pati melalui proses enzimatik atau proses asam yang disertai perlakuan pemanasan. Sifat-sifat yang penting dari dekstrin ialah viskositas menurun, kelarutan dalam air dingin meningkat dan kadar gula menurun.
- *Siklodekstrin (CD)*, merupakan produk pati modifikasi yang berbentuk siklis (ring) yang mengandung 6 – 12 unit glukosa. CD alpha, betha, dan gamma masing-masing mengandung 6, 7, dan 8 unit glukosa. CD dibuat dari pati dengan bantuan enzim cyclomaltodextrin glucanotransferase (CGTase). CD dapat pula dimodifikasi secara kimia sehingga kelarutannya meningkat dalam air atau depolimerasi menjadi copolimer yang tidak larut. CD mempunyai sifat yang menarik yaitu dapat melindungi molekul-molekul lain dalam ringnya, oleh karena itu CD dapat melindungi emulsi dan bahan-bahan yang sensitif terhadap cahaya, oksigen, dan panas.

Proses modifikasi pati dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu ukuran partikel, temperatur, waktu reaksi, dan perbandingan berat air terhadap pati.

#### 1. Ukuran Partikel

Proses modifikasi pati, ukuran partikel berpengaruh terhadap laju reaksi. Semakin kecil ukuran pati maka semakin cepat reaksi berlangsung karena ukuran partikel yang kecil akan meningkatkan luas permukaan serta meningkatkan kelarutan dalam air (Saraswati, 1982).

## 2. Temperatur

Reaksi akan berlangsung lebih cepat. Hal ini disebabkan konstanta laju reaksi meningkat dengan meningkatnya temperatur operasi. Hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius berikut :

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$$

Keterangan :

k = Konstanta laju reaksi (mol/jam)

A = Faktor tumbukan

E<sub>a</sub> = Energi aktivasi (J/mol)

## 3. Waktu Reaksi

Waktu reaksi berpengaruh terhadap tekstur pati yang dihasilkan. Waktu reaksi yang terlalu cepat mengakibatkan reaksi belum berjalan sempurna sedangkan jika waktu reaksi terlalu lama mengakibatkan tekstur yang kasar.

## 4. Perbandingan Berat Air

Perbandingan berat air terhadap pati harus tepat agar pati dapat sempurna terlarut. Perbandingan yang terlalu besar akan menimbulkan pemborosan penggunaan pelarut, sedangkan perbandingan yang terlalu kecil dapat menyebabkan pengendapan pati (Daramola, 2006).

Pemakaian produk – produk modifikasi pati dalam industri adalah sebagai berikut (Tjokroadikoesoemo, 1986) :

1. *Starch acetate* digunakan dalam pembuatan saus kental, salad cream, dan mayonaise.
2. *Thin boiling starch*, terutama digunakan dalam pembuatan *gypsum wallboard* dan juga digunakan *gumdrop candies* serta *sizing* tekstil.
3. Pati teroksidasi, pemakaian terbesarnya adalah pada pabrik kertas kualitas tinggi.
4. Pati ikatan silang dimana pati ini memiliki banyak kegunaannya, dalam industri kertas pati ini dicampur dalam pulp sehingga kertas yang dihasilkan lebih kuat. Sebagian pati ini digunakan dalam pembuatan makanan instan, misalnya puding dan sebagai kontrol terhadap viskositas lumpur pemboran. Pati ikatan silang juga digunakan dalam bahan pangan sebagai “pei filing”

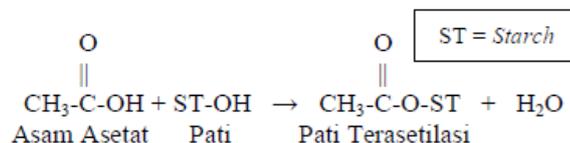
pengalengan sop, serta kegunaannya dalam penyiapan pangan lain seperti untuk pembuatan makanan bayi dan “salad dressing”. Penggunaan diluar pangan sangat beraneka ragam termasuk di dalamnya memberi sifat kedap air pada kotak – kotak kardus, *sizing* tekstil dan kertas.

5. Turunan – turunan pati, seperti pati kationik dalam pabrik kertas dipergunakan untuk aditif dan sebagai emulsifier pati hidroksi alkil banyak digunakan untuk *surface sizing* pada kertas dan untuk *paper coating* dan beberapa penggunaan lainnya.

## 2.5 Modifikasi Pati dengan Metode Asetilasi

Modifikasi pati secara garis besar dilakukan dengan 4 teknik, yaitu Esterifikasi, Eterifikasi, Oksidasi, dan *Cross-Linking*. Adapun pada modifikasi pati dengan teknik Esterifikasi, metode yang digunakan adalah dengan mensubstitusi gugus hidroksil (bersifat hidrofilik) pada polimer pati menggunakan gugus hidrofobik dari senyawa tertentu. Beberapa modifikasi pati yang terjadi menggunakan prinsip ini diantaranya adalah hidroksipropilasi, karboksimetilasi, asetilasi, suksinilasi, dan sebagainya.

Metode modifikasi pati menggunakan metode asetilasi telah banyak dipraktikkan di industri pangan. Metode ini banyak dilakukan karena keunggulan sifat fisika-kimia yang dimiliki oleh pati terasetilasi seperti suhu gelatinisasi, *swelling power*, *solubility*, dan tingkat kejernihan pasta (*pasta clarity*) yang tinggi, serta memiliki stabilitas pada saat pemasakan dan penyimpanan yang lebih baik dibandingkan pati alami (*native starch*). Selain itu, kualitas produk yang dihasilkan dari pati terasetilasi lebih stabil dan tahan terhadap retrogradasi. Sifat fisika-kimia pada pati yang terasetilasi ini dipengaruhi oleh jumlah distribusi gugus asetil yang menggantikan gugus hidroksil (-OH) pada pati. Metode asetilasi merupakan metode yang sangat penting untuk memodifikasi karaktersitik pati karena metode ini dapat memberikan efek pengentalan (sebagai *thickening agent*) pada berbagai makanan. Reagen yang biasa digunakan pada metode asetilasi adalah vinil asetat, asam asetat, dan asetat anhidrat. Reaksi asetilasi pati dengan menggunakan asam asetat dapat dilihat pada Gambar 6.



Sumber : Neelam, dkk., 2012

### Gambar 6. Reaksi Asetilasi Pati Menggunakan Asam Asetat

Gugus hidrofilik hidroksil pada modifikasi pati asetilasi disubstitusi oleh gugus hidrofobik asetil. Hal ini menyebabkan pati tersebut menjadi lebih hidrofobik sehingga mencegah terjadinya ikatan hidrogen antara gugus hidroksil dengan molekul air, akibatnya sifat retrogradasi pati alami dapat diperbaiki dan sol menjadi lebih stabil. Selain itu asetilasi juga mencegah terjadinya asosiasi dari cabang amilopektin, hal ini bermanfaat dalam industri pangan untuk memperbaiki sifat *paste clarity* (sehingga tidak terjadi kekeruhan) dan mencegah terjadinya sineresis produk makanan.

Menurut Harianingsih dan Wibowo (2016), karakteristik pati talas termodifikasi dengan metode asetilasi dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

**Tabel 6.** Karakteristik Pati Talas Termodifikasi dengan Metode Asetilasi

Kandungan	Jumlah
<i>Swelling Power</i>	20,89 g/g
<i>Solubility</i>	36,22%
<i>Freeze Thaw Stability</i>	1,95%
<i>Paste Clarity</i>	56,31%T
%Asetil	43%
<i>Degree of Substitution (DS)</i>	2,79

Sumber : Harianingsih dan Wibowo, 2016

## 2.6 Gelatinisasi Pati

Pati pada berbagai jenis bahan pangan memiliki beberapa perbedaan yang meliputi perbedaan berat molekul rata – rata dan perbandingan antara amilosa dan amilopektin yang terdapat dalam bahan. Perbedaan – perbedaan yang ada ini akan menjadikan adanya perbedaan pada viskositas dan kekuatan gel yang terbentuk pada bahan (Matz,1962).

Menurut Whistler, dkk. (1984), pati bersifat tidak larut dalam air dingin, tetapi granulanya mampu menyerap air sampai sedikit membengkak. Peningkatan suhu yang dilakukan akan mengakibatkan pengikatan air yang jauh lebih banyak dikarenakan molekul akan bervibrasi dengan cepat sampai akhirnya ikatan antar molekuler pecah dan sisi hidrogennya akan mampu mengikat air dalam jumlah yang lebih banyak.

Peningkatan suhu yang dilakukan pada pati akan mengakibatkan adanya pembengkakan pada granula. Pembengkakan pada awalnya terjadi secara *reversibel*, namun dengan adanya peningkatan suhu yang diberikan akan mengakibatkan pembengkakan bersifat tidak *reversibel* kembali. Perubahan sifat kimiawi pati dari *reversibel* menjadi *irreversibel* dikenal dengan nama gelatinisasi pati. Pada saat proses gelatinisasi terjadi, suhu yang tercatat dinamakan suhu gelatinisasi.

Pada proses gelatinisasi, suhu gelatinisasi akan berbeda untuk setiap jenis bahan, perbedaan ini dipengaruhi juga oleh ukuran granula pati. Ukuran granula setiap jenis pati akan mempengaruhi kebutuhan energi pada proses pembengkakan granula. Perbedaan energi inilah yang akan mengakibatkan terjadinya selang suhu gelatinisasi. Pati yang memiliki ukuran granula yang lebih besar akan membengkak pada suhu yang lebih rendah dari pada granula dengan ukuran yang lebih kecil (Hodge dan Osman, 1976).

Pembengkakan granula yang terjadi pada saat proses gelatinisasi terjadi karena adanya energi kinetik molekul – molekul air yang lebih besar daripada daya kohesi antar sel – sel pati. Molekul – molekul air yang ada akan menerobos masuk ke dalam sel – sel pati dengan memecah ikatan antar molekulnya. Penampakan proses gelatinisasi ini dapat diamati secara fisik. Suspensi pati sebelum tergelatinisasi akan berwarna putih keruh, suspensi ini akan berubah menjadi jernih pada saat proses gelatinisasi berlangsung (Winarno, dkk., 1984).

Proses gelatinisasi dilakukan dengan beberapa tahapan, pemberian air pada tahap awal akan memisahkan kristal amilosa dan mengganggu struktur heliksnya dalam granula. Penetrasi air ini ke dalam granula akan mengakibatkan granula bersifat reversibel (Mc.Cready, 1970). Peristiwa ini mengakibatkan pembengkakan

granula hingga 20 – 30 kalinya. Apabila penambahan dan pemanasan air terus dilakukan, maka amilosa akan mulai keluar dari granula. Proses yang berlanjut akan mengakibatkan granula pecah dan pati akan keluar membentuk struktur gel koloid.

Struktur pati dipengaruhi oleh aliran, pH, dan bahan tambahan lain. pH ekstrim dapat memberikan dampak negatif terhadap viskositas dimana ikatan 1,4 dan 1,6 glikosidik pada pati akan terputus. Hidrolisis asam dapat menyebabkan penurunan tingkat viskositas. Pada pemasakan dalam kondisi basa, pH tinggi dapat mempercepat proses gelatinisasi dan memperlambat retrogradasi. Sedangkan bahan tambahan makanan yang lain dapat memberikan efek negatif terhadap viskositas bahan.

Peningkatan volume granula pati yang terjadi di dalam air pada suhu 55 – 65°C merupakan pembengkakan granula pati yang dapat kembali ke kondisi semula. Granula pati dapat dibuat membengkak luar biasa dan bersifat tidak dapat kembali lagi pada kondisi semula ketika pati dipanaskan di atas suhu gelatinisasi. Karakteristik gelatinisasi berbagai pati dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Karakteristik Gelatinisasi untuk Berbagai Pati

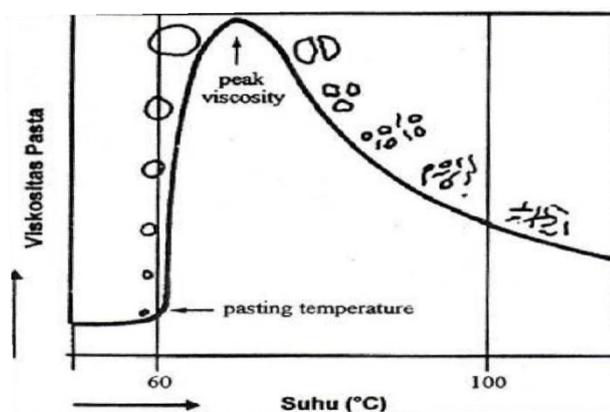
Pati	Karakteristik Gelatinasi Berbagai sumber pati		
	Suhu Gelatinasi (°C)	Viskositas Maksimum (BU) <sup>2</sup>	<i>Swelling Power</i> (%) pada 95 °C
Ubi Kayu	65-70	1200	71
Sagu	65-70	100	97
Gandum	80-85	200	21
Jagung	75-80	700	24
Sorghum	75-80	700	22
Beras	70-75	500	19
Kentang	60-65	3000	1153

*Sumber: Swinkels, 1985*

Suhu gelatinisasi dipengaruhi oleh ukuran granula pati. Semakin besar ukuran granula memungkinkan pati lebih mudah dan lebih banyak menyerap air sehingga mudah membengkak menyebabkan pati lebih mudah mengalami gelatinisasi (suhu gelatinisasi relatif rendah) (Purnamasari, dkk., 2010). Selain itu, suhu gelatinisasi tergantung juga pada konsentrasi pati. Makin kental larutan, suhu tersebut makin lambat tercapai, sampai suhu tertentu kekentalan tidak bertambah, bahkan kadang-kadang turun.

Suhu gelatinisasi berbeda-beda bagi tiap jenis pati dan merupakan suatu kisaran. Dengan viskometer suhu gelatinisasi dapat ditentukan, misalnya pada jagung 62 – 70°C, beras 68 – 78°C, gandum 54,5 – 64°C, kentang 58 – 66°C, dan tapioka 52 – 64°C. Selain konsentrasi, pembentukan gel dipengaruhi oleh pH larutan. Pembentukan gel optimum pada pH 4 – 7. Bila pH terlalu tinggi, pembentukan gel makin cepat tercapai tapi cepat turun lagi, sedangkan bila pH terlalu rendah terbentuknya gel lambat dan bila pemanasan diteruskan, viskositas akan turun lagi. Pada pH 4 – 7 kecepatan pembentukan gel lebih lambat dari pada pH 10, tapi bila pemanasan diteruskan, viskositas tidak berubah (Winarno, 2002).

Proses gelatinisasi melibatkan peristiwa-peristiwa sebagai berikut : (1) hidrasi dan swelling (pengembangan) granula; (2) hilangnya sifat *birefringent*; (3) peningkatan kejernihan; (4) peningkatan konsistensi dan pencapaian viskositas puncak; (5) pemutusan molekul-molekul linier dan penyebarannya dari granula yang telah pecah (Pomeranz, 1991). Grafik perubahan pada granula pati dapat dilihat pada Gambar 7.



Sumber: Swinkels, 1985

**Gambar 7.** Perubahan Bentuk Granula Pati Selama Proses Gelatinisasi

Umbi talas mengandung pati sekitar 18,2%, sedangkan kandungan gulanya sekitar 1,42%. Karbohidrat pada umbi talas sebagian besar merupakan komponen pati, sedangkan komponen lainnya adalah pentosan, serat kasar, dekstrin, sukrosa dan gula pereduksi (Onwueme, 1978).

## 2.7 Aplikasi Pati Termodifikasi

Dalam perdagangan dikenal dua macam pati, yaitu pati yang belum dimodifikasi dan pati yang telah dimodifikasi. Pati yang belum dimodifikasi atau pati biasa adalah semua jenis pati yang dihasilkan dari pabrik pengolahan dasar misalnya tepung tapioka. Pati alami seperti tapioka, pati jagung, sagu dan pati-patian lain mempunyai beberapa kendala jika dipakai sebagai bahan baku dalam industri pangan maupun non pangan. Jika dimasak pati membutuhkan waktu yang lama (hingga butuh energy tinggi), juga pasta yang terbentuk keras dan tidak bening. Disamping itu sifatnya terlalu lengket dan tidak tahan perlakuan dengan asam. Kendala-kendala tersebut menyebabkan pati alami terbatas penggunaannya dalam industri, maka dari itu banyak industri – industri pangan yang membuat modifikasi pada pati.

Pati alami dapat dibuat menjadi pati termodifikasi atau modified starch, dengan sifat-sifat yang dikehendaki atau sesuai dengan kebutuhan. Di bidang pangan pati termodifikasi banyak digunakan dalam pembuatan *salad cream*, *mayonnaise*, saus kental, produk-produk konfeksioneri (permen, coklat dan lain-lain), *breaded food*, *lemon curd*. Saat ini metode yang banyak digunakan untuk memodifikasi pati adalah modifikasi dengan asam, modifikasi dengan enzim, modifikasi dengan oksidasi dan modifikasi ikatan silang. Setiap metode modifikasi tersebut menghasilkan pati termodifikasi dengan sifat berbeda – beda. Dalam hal ini pati digunakan sebagai bahan pengental.

Pengental merupakan bahan tambahan yang digunakan untuk menstabilkan, memekatkan atau mengentalkan makanan yang dicampurkan dengan air, sehingga membentuk kekentalan tertentu. Contoh pengental adalah pati, gelatin, dan gum (agar, alginat, karagenan). Tujuan pengentalan adalah mengurangi sejumlah air sehingga menurunkan volume produk. Dengan turunnya

volume produk pangan ini, maka akan memudahkan transportasi dan penyimpanan.

Pati alami secara umum memiliki kekurangan yang sering menghambat aplikasinya di dalam proses pengolahan pangan di antaranya adalah:

1. Kebanyakan pati alami menghasilkan suspensi pati dengan viskositas dan kemampuan membentuk gel yang tidak seragam (konsisten). Hal ini disebabkan profil gelatinisasi pati alami sangat dipengaruhi oleh iklim dan kondisi fisiologis tanaman, sehingga jenis pati yang sama belum tentu memiliki sifat fungsional yang sama.
2. Kebanyakan pati alami tidak tahan pada pemanasan suhu tinggi. Dalam proses gelatinisasi pati, biasanya akan terjadi penurunan kekentalan (*viscosity breakdown*) suspensi pati dengan meningkatkan suhu pemanasan. Apabila dalam proses pengolahan digunakan suhu tinggi maka akan dihasilkan kekentalan produk yang tidak sesuai.
3. Pati tidak tahan pada kondisi asam. Pati mudah mengalami hidrolisis pada kondisi asam yang mengurangi kemampuan gelatinisasinya. Pada kenyataannya banyak produk pangan yang bersifat asam dimana penggunaan pati alami sebagai pengental menjadi tidak sesuai, baik selama proses maupun penyimpanan. Misalnya, apabila pati alami digunakan sebagai pengental pada pembuatan saus, maka akan terjadi penurunan kekentalan saus selama penyimpanan yang disebabkan oleh hidrolisis pati.
4. Pati alami tidak tahan terhadap proses mekanis, dimana viskositas pati akan menurun dengan adanya proses pengadukan atau pemompaan.
5. Kelarutan pati yang terbatas di dalam air. Kemampuan pati untuk membentuk tekstur yang kental dan gel akan menjadi masalah apabila dalam proses pengolahan diinginkan konsentrasi pati yang tinggi namun tidak diinginkan kekentalan dan struktur gel yang tinggi.