

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Umbi Ganyong

Ganyong (*Canna edulis kerr.*) merupakan salah satu jenis tanaman tropis yang banyak dijumpai di Indonesia. Tanaman ganyong berumbi, bagian tengah umbi lebih tebal yang dikelilingi sisik berwarna ungu kecoklatan dengan akar serabut tebal (Suhartini dan Hadiatmi, 2010). Umbi ganyong dapat dilihat pada Ilustrasi 1. Umbi ganyong selain dikenal karena kandungan karbohidratnya yang tinggi, juga mengandung kalsium dan fosfor yang tinggi pula yang sangat baik untuk pertumbuhan gigi dan tulang pada bayi (Utami dan Diyono, 2011). Kandungan gizi dalam 100 g umbi ganyong dapat dilihat pada Tabel 1. Umbi ganyong biasa dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia dengan cara direbus atau diambil patinya. Umbi ganyong muda dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sayur atau dikukus, sedangkan umbi ganyong tua dimanfaatkan sebagai sumber pati (Koswara, 2013).



Ilustrasi 1. Umbi Ganyong

Tabel 1. Kandungan Gizi dalam 100 g Umbi Ganyong

Komponen	Satuan	Jumlah
Kalori	kal	95
Protein	g	1,0
Lemak	g	0,1
Karbohidrat	g	22,6
Kalsium	mg	21
Fosfor	mg	70
Zat Besi	mg	20
Vitamin B1	mg	0,1
Vitamin C	mg	10
Air	g	75
Bagian yang dapat dikonsumsi	%	65

Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (1989)

## 2.2. Pati Ganyong

Pati ganyong merupakan pati yang diekstrak dari umbi ganyong. Komponen utama penyusun pati adalah amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan polimer yang mempunyai struktur lurus dengan ikatan  $\alpha$  (1,4)-glikosidik, sedangkan amilopektin adalah polimer berantai cabang dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4)-glikosidik dan ikatan  $\alpha$ -(1,6)-glikosidik di tempat percabangannya (Moorthy, 2004). Pati ganyong mengandung amilosa sebesar 18,9% dan amilopektin sebesar 81,1% (Richana dan sunarti, 2004). Perbedaan ini menyebabkan kemampuan dalam menyerap air lebih rendah, sehingga viskositasnya menjadi lebih tinggi dan konsistensi gel yang dihasilkan lebih keras. Dengan demikian memiliki sifat daya rekat dan pembentuk gel yang kuat ketika dipanaskan (gelatinisasi) (Pangesthi, 2009).

Kadar pati umbi ganyong berkisar antara 49,98 hingga 53,14% (Widowati *et al.*, 2001). Kelebihan pati ganyong yaitu tidak mengandung asam sianida (HCN) dan gluten, sehingga dapat dikonsumsi bagi orang-orang yang

alergi terhadap gluten (Parwiyanti *et al.*, 2015). Pati ganyong dalam bentuk alaminya memiliki kekurangan seperti tidak tahan panas, kelarutan terbatas serta viskositas yang tinggi (Jyothi *et al.*, 2009). Masalah tersebut dapat diatasi dengan modifikasi pati agar menghasilkan pati yang memiliki sifat-sifat reologi berbeda dari pati alami. Syarat mutu untuk pati ganyong sampai saat ini belum ada, sehingga standar mutu pati yang umum digunakan adalah tapioka. Syarat mutu tapioka menurut SNI 3451:2011 untuk kadar air adalah sebesar 14% dan derajat putih minimal 91.

### **2.3. Modifikasi Pati Ganyong**

Modifikasi pati ganyong diperlukan untuk mengatasi kelemahan sifat yang dimiliki oleh pati ganyong yang mana dalam bentuk alaminya pati ganyong memiliki sifat yang tidak tahan panas, kelarutan terbatas serta viskositas tinggi yang membatasi penggunaannya (Jyothi *et al.*, 2009). Guna memperbaiki dan mensiasati keterbatasan tersebut, maka dilakukan modifikasi agar menghasilkan pati yang memiliki sifat-sifat reologi berbeda dari pati alami, sehingga dapat memperluas penggunaannya dalam pengolahan pangan (Kusnandar, 2010). Modifikasi pati dilakukan dengan pati diberi perlakuan tertentu dengan tujuan menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk merubah sifat sebelumnya (Seguilan *et al.*, 2005). 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 (Koswara, 2009)

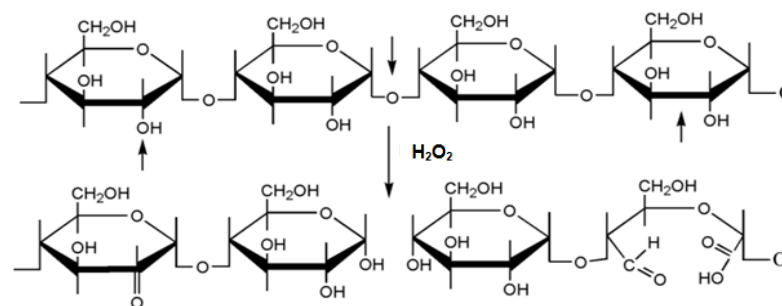
Modifikasi pati dapat dilakukan dengan cara fisik, kimia maupun enzimatis. Modifikasi yang dilakukan umumnya bertujuan untuk memotong ikatan antar molekul  $\alpha$ -(1,4)-glikosidik, mengganti gugus hidroksil atau menyisipkan gugus fungsional lainnya kedalam rantai molekul pati. Dewasa ini metode yang banyak digunakan untuk memodifikasi pati adalah modifikasi dengan asam, modifikasi dengan enzim, modifikasi ikatan silang dan modifikasi dengan oksidasi (Koswara, 2009).

### **2.3.1. Teknik Oksidasi Pati**

Modifikasi pati dengan teknik oksidasi, 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 (Koswara, 2009). Menurut FDA (*Food and Drugs Administration*) zat pengoksidasi diklasifikasikan sebagai pemutih dan agen pengoksidasi. Oksidasi secara konvensional biasanya menggunakan oksidator anorganik, seperti hipoklorit, permanganat, dikromat, nitrogen oksida dan persulfat (Silva *et al.*, 2008). Oksidator-oksudator tersebut cukup mahal, beracun dan menghasilkan banyak limbah. Hal tersebut menjadikan oksidator H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mulai menggantikan oksidator-oksudator tersebut karena lebih ramah lingkungan dan tidak meninggalkan residu yang berbahaya dalam produk pangan serta lebih murah (Zhang *et al.*, 2012).

Reaksi oksidasi pada dasarnya mengubah gugus-gugus hidroksil pada posisi C-2, C-3, dan C-6, diubah menjadi gugus karbonil dan/atau karboksil (Kurakake *et al.*, 2009). Selama reaksi oksidasi berlangsung, gugus hidroksil pada rantai pati pertama kali teroksidasi menjadi karbonil selanjutnya menjadi karboksil (Wang dan Wang, 2003). Oksidasi menyebabkan depolimerisasi pada molekul-molekul pati dengan memecah ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosidik pada tahap kedua (Kuakpetoon *et al.*, 2001). Reaksi oksidasi pati dapat dilihat pada Ilustrasi 2.

Reaksi oksidasi dapat dilakukan dengan adanya katalis logam/tembaga sulfat. Kehadiran katalis tembaga menyebabkan mekanisme hidrogen peroksida dengan pati menjadi lebih kompleks yang terjadi melalui reaksi radikal. Katalis tembaga akan menurunkan energi aktivasi dari reaksi oksidasi dengan cara mempercepat dekomposisi hidrogen peroksida menjadi radikal hidroksil ( $\text{OH}\cdot$ ) yang mana radikal hidroksil nantinya akan berperan dalam memecah molekul pati (Liu *et al.*, 2014).



Ilustrasi 2. Reaksi Oksidasi pada Pati

Menurut Sandhu *et al.* (2008) begitu pati dan oksidator dicampur, maka amilosa segera bereaksi dengan oksidator sehingga hanya sedikit sisa oksidator yang bisa bereaksi dengan amilopektin. Struktur amilosa yang linier dan susunan amilopektin yang acak menyebabkan amilosa lebih rentan terhadap degradasi

secara oksidasi. Depolimerisasi molekul amilosa oleh radikal hidroksil (OH•) dari H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mengakibatkan menurunnya derajat kristalinitas dan molekul air yang terdapat pada sistem dapat dengan mudah diakses oleh molekul amilopektin sehingga menyebabkan meningkatnya *swelling power* dari pati (Matsuguma *et al.*, 2009). Oksidasi lanjut juga diperkirakan terjadi yang menyebabkan amilopektin ikut terdepolimerisasi sehingga struktur yang seharusnya dapat mengabsorpsi air berkurang dan menyebabkan daya kembang menurun (Zhang *et al.*, 2012).

Menurut Fonseca *et al.* (2015) munculnya struktur porous pada granula pati karena adanya pembentukan gugus karboksil menyebabkan pati dapat menyerap air lebih banyak namun tidak dapat menahan air yang terserap, sehingga kelarutan meningkat. Kehadiran gugus karboksil akan melemahkan struktur granula pati dan memberikan kontribusi dalam menurunkan viskositas pasta pati (Kuakpetoon dan Wang, 2001).

Pati teroksidasi banyak digunakan dalam industri makanan karena mempunyai rasa netral dan viskositas pasta yang rendah, diperlukan seperti pada produk krim salad, lemon curd dan mayonnaise (Adebowale dan Lawal 2003). Kelarutan yang tinggi pada pati teroksidasi bisa dimanfaatkan dalam enkapsulasi produk pangan dan bahan tambahan pangan seperti bahan pelapis (*coating*), bahan pengikat pada *batter*, *breadding* dan *confectionary* serta pembentukan film (Fitria, 2017). Daya kembang yang meningkat pada pati dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi dalam produk *batter and breadding* seperti sosis, bakso, nugget dan lain sebagainya (Putri dan Zubaidah, 2017).

### 2.3.1.1. Hidrogen Peroksida

Hidrogen peroksida dengan rumus kimia  $H_2O_2$  ditemukan oleh Louis Jacques Thenard di tahun 1818 melalui isolasi dari reaksi barium peroksida dan asam nitrat. Senyawa ini merupakan bahan kimia anorganik yang memiliki sifat oksidator kuat. Bahan baku pembuatan hidrogen peroksida adalah gas hidrogen ( $H_2$ ) dan gas oksigen ( $O_2$ ).  $H_2O_2$  tidak berwarna, berbau khas agak keasaman, larut dengan baik dalam air dan memiliki bobot molekul 34,01 (Marlis, 2004). Hidrogen peroksida juga biasa digunakan sebagai desinfektan karena memiliki sifat anti mikroba dengan spektrum yang luas (Vanable dan Lopresti, 2004).

Hidrogen peroksida merupakan salah satu senyawa oksidator yang banyak digunakan dalam praktek komersial untuk oksidasi pati. Proses oksidasi, hidrogen peroksida tidak menghasilkan senyawa atau residu yang berbahaya, karena akan terurai menjadi oksigen dan air, oleh karena itu senyawa ini lebih aman dan bersifat ramah lingkungan, sehingga cocok diaplikasikan dalam industri pangan (Ketola dan Hugberg, 2003). Beberapa keuntungan hidrogen peroksida yaitu 1) aman, larutan  $H_2O_2$  aman bagi berbagai organisme karena penguraian  $H_2O_2$  menjadi oksigen dan air, 2) serbaguna, 3) selektif, kekuatan  $H_2O_2$  dapat diarahkan untuk tujuan tertentu dengan mengatur pH, suhu, dosis, waktu reaksi dan penambahan katalis, 4) residu yang tidak beracun, 5) mudah penanganannya dan mudah disiapkan untuk kebutuhan proses pangan, 6) efektif dan 7) ramah lingkungan (Marlis, 2004).

## **2.4. Parameter Mutu Pati Modifikasi**

Parameter mutu pati ganyong termodifikasi dengan  $H_2O_2$  yang diamati yaitu sifat karakteristik fisikokimia yang terdiri dari kadar air, daya kembang, kelarutan, viskositas dan derajat kecerahan.

### **2.4.1. Kadar Air**

Kadar air merupakan perbedaan berat bahan sebelum dan sesudah dilakukan pengeringan. Pengeringan pada tepung dan pati bertujuan untuk mengurangi kadar air sampai batas tertentu sehingga pertumbuhan mikroba dan aktivitas enzim penyebab kerusakan pada tepung dan pati dapat dihambat (Suismono, 2001). Air dalam bahan pangan merupakan komponen penting yang ikut menentukan aspek penerimaan, daya tahan dan keawetan suatu bahan pangan. Kadar air yang rendah dapat menekan sedikit mungkin pertumbuhan mikroorganisme dalam produk, sehingga produk akan menjadi lebih awet (Triyono, 2010).

Produk pati tergolong bahan kering. Menurut Winarno (1989) kadar air antara 15 sampai dengan 50% tergolong bahan pangan semi basah, bahan pangan dengan kadar air kurang dari 15% tergolong bahan pangan kering dan kadar air lebih dari 50% adalah bahan pangan basah. Kadar air tepung dan pati biasanya mengacu pada SNI tepung terigu maupun tapioka. Syarat mutu tapioka untuk kadar air adalah maksimal 14% (SNI 3451:2011), sementara syarat kadar air tepung terigu adalah maksimal 14,5% (SNI 3751:2009). Hasil analisis komposisi



kimia dalam penelitian beberapa tepung dan pati umbi menunjukkan kadar air berkisar antara 6,06% - 11,06% (Richana dan Sunarti, 2004).

#### **2.4.2. Daya Kembang**

Daya kembang merupakan kenaikan volume dan berat maksimum pati selama mengalami pengembangan didalam air. Daya kembang (*Swelling power*) mengindikasikan kemampuan suatu pati untuk menyerap serta mempertahankan air (Chen *et al.*, 2003). Menurut Suriani (2008) *Swelling power* menunjukkan kemampuan pati untuk mengembang didalam air yang berarti semakin tinggi *Swelling power* semakin tinggi pula kemampuan pati mengembang dalam air. Ketika granula pati dipanaskan dalam air, granula pati mulai mengembang (*Swelling*). *Swelling* terjadi pada daerah amorf granula pati. Ikatan hidrogen yang lemah antar molekul pati pada daerah amorf akan terputus saat pemanasan, sehingga terjadi hidrasi air oleh granula pati (Winarno, 2002).

Daya kembang pati dapat ditingkatkan melalui modifikasi salah satunya dengan mengoksidasi pati. Nilai daya kembang diasosiasikan dengan kandungan molekul amilopektin yang dapat diakses oleh molekul air. Pati yang teroksidasi depolimerisasi molekul amilosa oleh radikal hidroksil (OH•) mengakibatkan menurunnya derajat kristalinitas dan molekul air yang terdapat pada sistem dapat dengan mudah diakses oleh molekul amilopektin sehingga menyebabkan meningkatnya nilai daya kembang dari pati (Matsugama *et al.*, 2009). Hal yang dimungkinkan apabila terjadi oksidasi lanjut yaitu konversi gugus hidroksil menjadi gugus karboksil rentan terhadap pembentukan *cross-linking* diantara intra

molekulnya yang mana ikatan ini diduga menghambat proses absorpsi air oleh amilopektin sehingga nilai daya kembang cenderung menurun (Wang dan Wang 2003). Daya kembang yang meningkat pada pati dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi dalam produk *batter and breading* seperti sosis, bakso, nugget dan lain sebagainya (Putri dan Zubaidah, 2017).

### **2.4.3. Kelarutan**

Kelarutan merupakan suatu kemampuan bahan untuk larut dalam air. Karakteristik kelarutan dalam air menunjukkan jumlah pati gram yang larut pada permilimeter pelarut (air) (Hidayat, 2009). Menurut Purnamasari dan Januarti (2010) menyatakan bahwa kelarutan terkait dengan kemudahan molekul air untuk berinteraksi dengan molekul dalam granula pati dan menggantikan interaksi hidrogen antar molekul sehingga granula akan lebih mudah menyerap air dan mempunyai pengembangan yang tinggi. Adanya pengembangan tersebut akan menekan granula dari dalam sehingga granula akan pecah dan molekul pati terutama amilosa akan keluar.

Kelarutan yang tinggi mengindikasikan bahwa pati lebih mudah larut dalam air karena partikel-partikel yang tidak larut dalam air, sedikit yang didispersikan dan begitu sebaliknya (Janathan, 2007). Semakin tinggi kelarutan, maka semakin bagus kualitas pati tersebut. Menurut Chen *et al.* (2003) kelarutan pati mengindikasikan presentase pati yang terlepas setelah terjadinya pembengkakan granula pati. Kelarutan pati dapat ditingkatkan melalui modifikasi pati salah satunya yaitu oksidasi. Menurut Palupi (2011) ; Praptaningsih dan

Palupi (2015) yang menyatakan bahwa pada pati teroksidasi diduga akibat oksidasi dari gugus OH menghasilkan gugus karbonil kemudian menjadi karboksil yang selanjutnya menghalangi ikatan hidrogen mengisi rantai polimer karena gugus karboksil bersifat anionik sehingga lebih mudah mengikat air dan pada akhirnya akan meningkatkan kelarutan pati.

#### **2.4.4. Viskositas**

Viskositas berkaitan dengan pengukuran tepung dengan konsentrasi tertentu selama pemanasan dan pengadukan. Viskositas menunjukkan sifat pecahnya granula pati setelah proses gelatinisasi pati yang disebabkan karena adanya panas dan air (Indrastuti *et al.*, 2012). Perubahan viskositas pati selama pemanasan merupakan salah satu karakteristik yang berkaitan dengan proses gelatinisasi (Hidayat *et al.*, 2007). Selama proses gelatinisasi akan terjadi peningkatan viskositas pati hingga batas maksimum dan setelah batas tersebut terjadi penurunan viskositas kembali. Pola peningkatan dan penurunan viskositas pati tersebut bersifat spesifik yang antara lain akan menentukan ketahanan gel yang terbentuk terhadap kerusakan mekanik (Winarno, 2002). Viskositas pada pati dapat diturunkan dengan cara memodifikasinya, yaitu salah satunya dengan oksidasi pati. Oksidasi pati sebagian besar menyebabkan pemotongan ikatan glikosidik dan mengoksidasi gugus hidroksil menjadi gugus karbonil dan karboksil, pemotongan ikatan glikosidik mengakibatkan depolimerisasi amilosa dan amilopektin yang menyebabkan pati kehilangan *water-binding capacity* sehingga menyebabkan penurunan viskositas pati (Tavares *et al.*, 2010).

#### 2.4.5. Derajat Kecerahan

Warna merupakan atribut yang penting pada industri makanan. Warna merupakan karakteristik utama dari sebuah produk (Dewi *et al.*, 2012). Mutu suatu bahan pangan khususnya tepung dapat diukur berdasarkan derajat kecerahannya. Derajat kecerahan suatu bahan merupakan kemampuan suatu bahan untuk memantulkan cahaya yang mengenai permukaannya (Setiani *et al.*, 2013). Derajat kecerahan suatu bahan pangan diukur dengan nilai L yang menunjukkan kecerahan warna dari bahan pangan tersebut. Semakin tinggi nilai L yang terukur, maka semakin cerah warna bahan pangan tersebut. Nilai L menyatakan tingkat gelap terang dengan kisaran 0 – 100. Nilai 0 kecenderungan warna hitam, sedangkan nilai 100 menyatakan kecenderungan warna putih atau cerah (Pomeranz dan Meloan, 1994).

Nilai derajat putih pada pati dapat ditingkatkan melalui oksidasi dengan menggunakan oksidator (bahan pengoksidan) pada reaksi oksidasi, sebagian pigmen selain putih teroksidasi terlebih dahulu sebelum unit glukosa sehingga senyawa-senyawa tersebut sebagian akan hilang, akhirnya dihasilkan pati yang lebih putih (Rivera *et al.*, 2015). Nilai derajat putih pati ganyong tidak terlalu tinggi yang disebabkan pada umbi ganyong terdapat senyawa polifenol yang mudah teroksidasi (Utomo *et al.* 2012). Derajat kecerahan pati ganyong biasanya mengacu pada standar mutu pati yang umum digunakan adalah tapioka. Syarat mutu tapioka untuk derajat kecerahan adalah minimal 91 (SNI 3451:2011).