

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Flakes

Flakes memiliki bentuk tidak beraturan dengan karakteristik fisik tipis, dengan tekstur renyah berongga dan cenderung dimakan dalam bentuk kering, sehingga terasa garing dan renyah di mulut, tetapi pada umumnya sereal sarapan biasanya dikonsumsi setelah direndam dalam susu (Kosutic *et al.*, 2016). Susanti dkk (2012), menyatakan bahwa salah satu karakteristik *flakes* yaitu tipis dan cenderung berbentuk cembung serta mudah patah.

Flakes juga dapat dibuat dengan bahan dasar pangan seperti beras, gandum, jagung dan umbi - umbian (Anggara dkk., 2011). *Flakes* memiliki bentuk tipis dengan remahan besar tidak beraturan, berwarna kuning kecoklatan, serta bisa dikonsumsi dengan penambahan susu segar, buah kering, dan buah segar (Nurhidayanti dkk., 2017).

Bahan pembuatan *flakes* dapat dibuat dari berbagai macam bahan makanan mengandung karbohidrat dan dapat ditambahkan bahan makanan sumber zat gizi lain untuk memenuhi kebutuhan gizi (Gisca dan Rahayuni, 2013).

Proses pembuatan *flakes* meliputi pencampuran bahan, pemanasan, pendinginan, pembentukan lembaran, pencetakan, dan pemanggangan (Febriyanti dkk., 2015). Menurut Purnamasari dan Putri (2015), dalam pembuatan *flakes* memerlukan bahan yang mengandung karbohidrat dengan kandungan pati tinggi, substitusi menggunakan bahan yang memiliki karbohidrat pati dapat membantu proses gelatinisasi berlangsung sehingga produk yang dihasilkan akan mengembang dan berpengaruh terhadap nilai kerenyahan produk. Kerenyahan sangat penting untuk mengetahui karakteristik tekstur pada snack ataupun produk sereal (Rahmawati dkk., 2014).

Kelebihan yang dimiliki *flakes* yaitu makanan sereal siap santap yang dapat direkayasa jenis dan bentuknya, sehingga produk yang dihasilkan cepat dalam proses penyajian serta memiliki daya simpan lama (Anggara dkk., 2011).

Persyaratan mutu *flakes* sebagai Produk Sereal Sarapan menurut Draft Kenya Standart, 2010 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Mutu Produk Sereal Sarapan

No	Kriteria Uji	Satuan	Spesifikasi
1	Air	% b/b	Maks. 7,5
2	Abu	% b/b	Maks. 6
3	Protein (N x 6,25)	% b/b	Min. 5
4	Lemak	% b/b	Min. 8
5	Serat Kasar	% b/b	Maks. 12
6	Cemaran Logam		
	6.1. Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 1,0
	6.2. Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 20
	6.3. Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 20
7	Cemaran Arsen	mg/kg	Maks 1,0
8	Cemaran Mikrobial		
	<i>Coliform</i>	APM/g	Maks 10
	<i>Salmonella sp</i>	-	Negatif
	<i>Escherichia coli</i>	-	Negatif
	<i>Staphylococcus aureus</i>	-	Negatif
	Kapang	APM/g	< 50

Sumber : Draft Kenya Standart (2010).

B. Proses Pembentukan *Flakes*

Menurut Febrianty dkk., (2015), pembuatan *flakes* memiliki beberapa tahapan yaitu proses pencampuran bahan, pengukusan, pencetakan, dan pemanggangan. Diagram alir proses pembuatan dapat dilihat pada Gambar 1.

1. Pencampuran Bahan

Proses pencampuran bahan berfungsi untuk mencampurkan satu bahan maupun lebih dan membentuk adonan menjadi bentuk yang homogen dengan cara pengadukan atau *mixer* (Hanawati, 2011).

2. Pengukusan

Pengukusan bertujuan untuk mencapai gelatinisasi pati yang sempurna sehingga meningkatkan keawetan dan kualitas makanan. Proses gelatinisasi diperlukan pada pembuatan *flakes*, agar terbentuk adonan yang kompak dan menghasilkan produk dengan kualitas yang baik (Yanis dkk, 2016). Lama waktu proses pengukusan berpengaruh terhadap perbaikan tekstur *flakes* dan membantu terjadinya gelatinisasi pati (Paramita dan Putri, 2015).

3. Pencetakan

Proses pembentukan harus dilakukan dengan cepat sehingga adonan tidak menjadi kering atau keras. Pencetakan adonan menggunakan *pasta engine* dengan ketebalan adonan ± 1 mm, adonan yang sudah tipis selanjutnya dipotong dengan ukuran 2×2 cm² (Febrianty dkk., 2015)

4. Pemanggangan

Adonan yang sudah berbentuk tipis selanjutnya ditata kedalam loyang dan kemudian dilakukan pemanggangan dengan suhu 170°C selama 25 menit (Febrianty dkk., 2015).

Tepung ubi modifikasi, tepung kecambah kacang
tunggak, margarin, garam dan gula



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan *Flakes* (Febrianty dkk, 2015).

C. Bahan Baku

1. Tepung Talas Termodifikasi

Talas (*Colocasia esculenta (L.) Schott Var Antiquorum*) atau sering disebut talas satoimo termasuk family dari *Araceae* yang dapat tumbuh di daerah beriklim tropis, subtropis, dan sedang. Daerah penghasil talas terbesar di Indonesia adalah kota Bogor dan Malang yang menghasilkan beberapa varietas yang enak rasa umbinya (Widarso, 2013). Tingkat produksi tanaman talas tergantung pada kultivar, umur tanam dan kondisi lingkungan tempat tumbuh, pada kondisi optimal produktivitas talas dapat mencapai 30 ton/hektar (Rahmawati dkk., 2012). Wulaningtyas dkk (2019) menyatakan bahwa umbi talas lokal memiliki warna umbi putih dengan diameter 3 cm, panjang umbi 8 cm dan berat 150 gram. Morfologi umbi talas (*Colocasia esculenta (L.) Schott Var Antiquorum*) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Umbi Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott Var *Antiquorum*) (Karyanti dkk, 2017).

Perbandingan persentase kadar zat gizi dari umbi talas, umbi walur, dan umbi ganyong dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Presentase Kadar Zat Gizi Umbi Talas, Umbi Walur, dan Umbi Ganyong per 100 gram.

No	Keterangan	Talas (%)	Walur (%)	Ganyong (%)
1	Air	63,0 ^a	74,46 ^b	75,0 ^a
2.	Protein	1,40 ^a	1,64 ^b	1,0 ^a
3	Lemak	0,16 ^a	3,68 ^b	0,1 ^a
4	Karbohidrat	29,0 ^a	18,97 ^b	22,6 ^a

Sumber : ^{a)} Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluhan (2010), ^{b)} Purnomo dan Risfaheri (2010)

Hasil penelitian Muchtadi (2010), umbi talas mengandung kristal kalsium oksalat yang menyebabkan rasa gatal, rasa gatal dari talas dapat dihilangkan dengan perebusan dan pengukusan yang intensif. Penurunan kadar kalsium oksalat yang paling baik pada umbi talas diperoleh dari proses pemanasan dengan suhu 60°C yang dilanjutkan dengan penambahan NaHCO₃ (Natrium Bikarbonat) sebanyak 6%, penurunan kadar kalsium oksalat sebesar 98,52% dari kadar awalnya tersisa 16,2% mg/100g talas (Maulina dkk., 2012). Hasil penelitian Mayasari (2010) menunjukkan, perendaman umbi talas dalam larutan garam NaCl 10% selama 60 menit dapat mereduksi oksalat sebesar 93,62%. Ambang batas kadar kalsium oksalat dalam umbi talas yaitu sebesar 71 mg/100g umbi talas (Maulina dkk., 2012).

Umbi talas juga berpotensi sebagai bahan baku tepung- tepungan karena memiliki kandungan pati (Nurbaya dan Estiasih, 2010). Komposisi perbandingan tepung umbi talas, tepung umbi walur, dan tepung umbi ganyong dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Presentase Kadar Zat Gizi Tepung Talas, Tepung Walur, dan Tepung Ganyong

No	Keterangan	Tepung Talas (%)	Tepung Walur (%)	Tepung Ganyong (%)
1.	Air (%)	14,42 ^a	8,95 ^b	9,82 ^c
2.	Abu (%)	2,61 ^a	2,36 ^b	4,24 ^c
3.	Protein (%)	4,18 ^a	3,77 ^b	0,95 ^c
4.	Lemak (%)	0,99 ^a	0,57 ^b	0,25 ^c
5.	Pati (%)	70,92 ^a	59,70 ^b	41,35 ^c
6.	Amilosa (%)	18,23 ^a	13,40 ^b	17,59 ^c
7.	Serat Kasar (%)	4,76 ^a	4,00 ^b	5,12 ^c
8.	Kadar Oksalat (mg/100g)	15,42 ^a	38,24 ^b	-

Sumber : ^{a)} Astuti (2018), ^{b)} Sukri dkk., (2012), dan ^{c)} Budiarsih dkk., (2010).

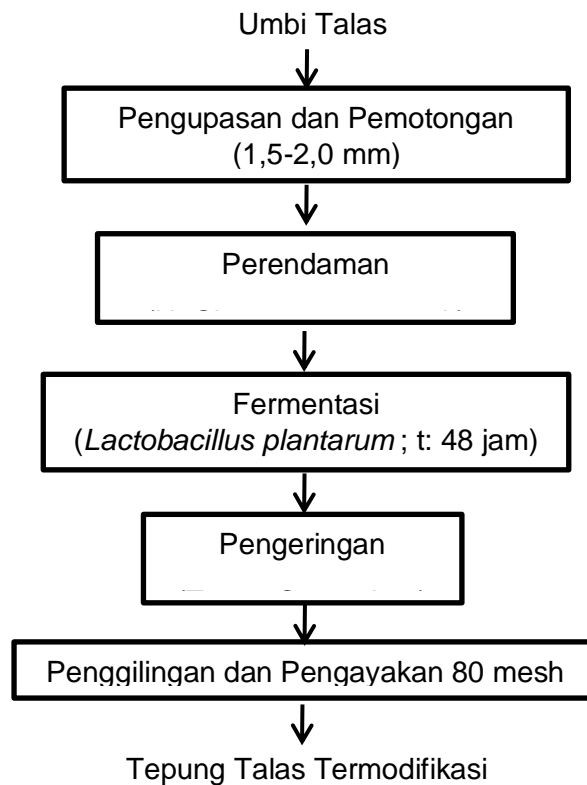
Proses pembuatan tepung talas dapat dilakukan dengan cara modifikasi. Modifikasi bertujuan untuk merubah struktur molekul yang dapat dirubah dengan cara kimia, fisik, dan mikrobiologi (Hakiim, 2010). Modifikasi tepung talas dengan fermentasi dapat dilakukan secara spontan atau menggunakan kultur murni dari mikroorganisme (Nurani dkk., 2013), sedangkan modifikasi secara kimia dapat menggunakan asetilisasi atau oksidasi, dan modifikasi secara fisik dapat dilakukan dengan metode HMT (*Heat-Moisture Treatment*) (Pritivi dkk., 2016).

Tepung talas termodifikasi secara fermentasi menjadi pilihan, hal ini disebabkan bahan baku utama merupakan bahan baku lokal dengan produktifitas tinggi sehingga memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda dengan tepung talas biasa, adanya proses fermentasi menggunakan mikroorganisme pengurai serat diharapkan tepung talas yang dihasilkan memiliki tekstur halus karena komponen serat umbi talas sudah diuraikan oleh mikroorganisme (Taufik dkk., 2013).

Menurut penelitian Nurani dkk., (2013), berdasarkan hasil analisa perlakuan terbaik dalam pembuatan tepung talas termodifikasi dengan menggunakan jenis kultur murni dari *Lactobacillus plantarum* IS-20506 dengan waktu fermentasi selama 48 jam. Kandungan yang diperoleh dari proses pembuatan tepung talas termodifikasi yaitu kadar pati 67,54%, kadar serat kasar 2,54%, kadar air 13,13%, dan viskositas sebesar 570cP.

Putri dan Zoraya (2009), menyatakan bahwa semakin lama fermentasi dan semakin tinggi konsentrasi bakteri asam laktat, semakin banyak pula pati yang dirombak. Seiring dengan meningkatnya bakteri asam laktat, ekskresi enzim amylase semakin meningkat pula. Pemecahan pati menyebabkan granula-granula saling berhimpitan, sehingga menyebabkan nilai *swelling power* meningkat

(Hakiim, 2010). Diagram alir proses pembuatan tepung talas termodifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Talas Termodifikasi (Nurani dkk , 2013).

2. Tepung Kacang Tunggak

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata L. Walp*) termasuk dalam keluarga *Leguminoceae*. Kacang tunggak tergolong tanaman bahan pangan, pakan, dan bahan baku industri. Potensi hasil biji kacang tunggak cukup tinggi yaitu mencapai 1,5 – 2 ton/ha tergantung varietas, lokasi, musim tanam, dan budidaya yang diterapkan (Sayekti dkk., 2012). Buah (polong) kacang tunggak saat masih muda berwarna hijau muda atau hijau kelam dan setelah tua polong tersebut berwarna krem, coklat, atau hitam, berukuran 8-10 x 0,8 - 1 cm, yang berisi 8 hingga 20 biji. Kacang tunggak memiliki biji bervariasi, dari bentuk yang menyerupai ginjal, bulat menyerupai telur, dan *rhomboid*. Sedangkan pada warna bijinya ada dua warna saja yaitu warna coklat dan warna putih (Setyabudhy dkk., 2014). Morfologi kacang tunggak (*Vigna unguiculata L. Walp*) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata L. Walp*) (Isman, 2013).

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata L. Walp*) merupakan bahan yang berpati dengan kandungan protein cukup tinggi, sehingga cukup berpotensi sebagai bahan dasar dalam pembuatan produk untuk meningkatkan nilai nutrisi (Larasati, 2018). Kandungan Gizi per 100 gram kacang tunggak mengandung protein 22,9 gram, lemak 1,1 gram, karbohidrat 61,6 gram dan kalsium 77,0 ml/gram (Poedjiadi, 2012).

Menurut Kusnandar (2010) sifat fungsional protein adalah sebagai daya ikat air, kelarutan, daya emulsi dan daya buih, sifat fungsional yang dimiliki protein tersebut memperluas pemanfaatan berbagai sumber protein sebagai komposisi dalam formulasi produk pangan. Kacang tunggak juga memiliki keunggulan lain yaitu rendahnya kandungan lemak sehingga dapat mengurangi efek negatif dari penggunaan produk pangan berlemak (Rosida dkk., 2013).

Perbandingan Komposisi zat gizi pada kacang tunggak, kacang hijau dan kacang kedelai dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Komposisi Zat Gizi Kacang Tunggak, Kacang Hijau, dan Kacang Kedelai pada 100 gr.

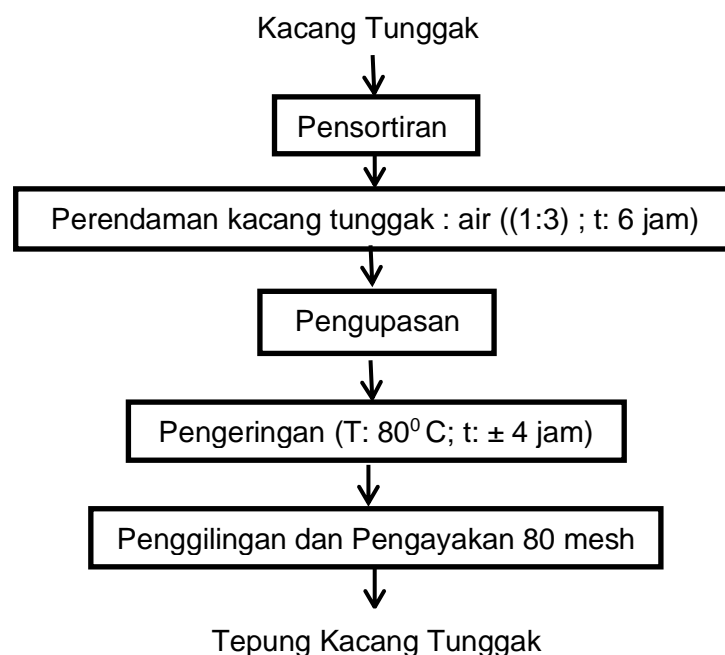
No	Komposisi Zat Gizi	Kacang tunggak	Kacang hijau	Kacang kedelai
1	Air (g)	11,0	10,0	8,0
2	Kalori (kal)	342,0	345,0	331,0
3	Protein (g)	22,9	22,2	34,9
4	Lemak (g)	1,1	1,2	18,1
5	Karbohidrat (g)	61,6	62,9	34,8
6	Kalsium (mg)	77,0	125,0	227,0
7	Fosfor	449,0	320,0	585,0
8	Besi (mg)	6,5	6,7	8,0
9	Vitamin A (SI)	30,0	157,0	110,0
10	Vitamin B1 (mg)	0,92	0,64	1,07

Sumber : Poedjiadi (2012).

Pemanfaatan kacang tunggak yang masih terbatas mengakibatkan pemanfaatan kacang tunggak biasanya diolah dalam bentuk sayuran, makanan

tradisional, dan lauk (Poedjiadi,2012). Dalam meningkatkan pemanfaatan kacang tunggak yaitu dengan menjadikan bentuk tepung sehingga lebih mudah untuk diolah dan saat substitusi dengan produk lain (Rosida dkk., 2013).

Kandungan Gizi per 100 gram pada tepung kacang tunggak mengandung air 8,25%, abu 3,36%, protein 25,64%, lemak 1,12% gram, serat kasar 10,30%, amilosa 19,15%, dan pati 51,33% (Naiker et al., 2019). Diagram alir proses pembuatan tepung kacang tunggak dapat dilihat pada Gambar 5.

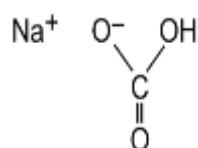


Gambar 5. Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Kacang Tunggak (Damartika dkk, 2018).

D. Bahan Pembantu Pembuatan *Flakes*

1. Natrium Bikarbonat (NaHCO₃)

Natrium bikarbonat adalah senyawa basa lemah, berbentuk kristal putih dan memiliki kemampuan melepas CO₂ (Winarno, 2008). Tepung soda kue merupakan bahan yang terdiri dari NaHCO₃ dan tepung. 2 macam jenis soda kue, yaitu soda kue dengan aktivitas cepat yang disebut aktivitas tinggi dan soda kue dengan aktivitas lambat atau sering disebut juga dengan aktivitas ganda.



Gambar 6. Natrium Bikarbonat (Lichtmaier, 2018).

NaHCO_3 (Natrium Bikarbonat) merupakan bahan pengembang yang banyak dipakai untuk pembuatan cake dan cookies. Pada saat pemanasan bahan ini dapat menghasilkan gas CO_2 . Gas ini diperoleh dari garam karbonat atau garam bikarbonat (Latifah dkk., 2013). Tabel kandungan nutrisi natrium bikarbonat dapat dilihat pada Tabel 5.

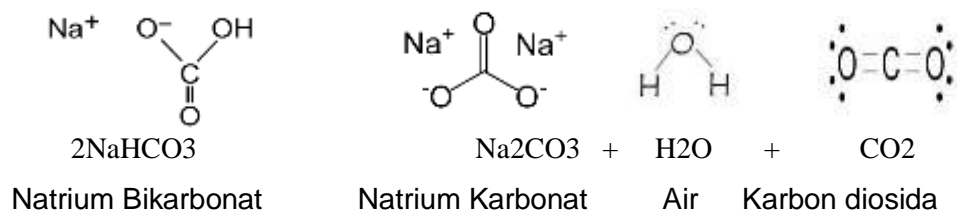
Tabel 5. Komposisi nutrisi natrium bikarbonat per 100 gr.

Komposisi Nutrisi	Jumlah per 100 gr
Air	<0,25 g
Abu	63,1 g
Kalori	0
Protein	0
Lemak total	0
Karbohidrat total	0
Serat	0
Sodium	27,380 mg
Zat besi	< 5 mg
Kalsium	< 50 mg
Potasium	< 5 mg
Magnesium	< 5 mg

Sumber : Walawska *et al.*,(2012).

Kerenyahan merupakan sifat fisik yang penting pada produk *flakes*. perbedaan kandungan amilosa dan amilopektin dalam pati berpengaruh terhadap nilai kerenyahan suatu produk. Cara untuk mengatasi terbentuknya *flakes* yang bertekstur keras dan terlalu kompak nantinya, *flakes* harus dikondisikan menjadi *porous* terlebih dahulu dengan cara menambahkan NaHCO_3 yang dapat menghasilkan gas (CO_2) saat proses pemanasan sehingga meningkatkan daya kembang dan kerenyahan produk (Purnamasari dan Putri, 2015).

Reaksi natrium bikarbonat dalam menghasilkan gas CO_2 saat pemanasan



Gambar 7. Reaksi Natrium Bikarbonat (Hadi, 2011)

Selama proses pembakaran volume gas beserta udara dan uap air yang ikut akan terperangkap kedalam adonan, sehingga diperoleh struktur berpori-pori dan membuat produk menjadi renyah. Kecepatan melepaskan CO_2 akan mempengaruhi tekstur produk (Winarno, 2008). Pati juga berfungsi sebagai

komponen yang dapat mengikat dan mempertahankan CO₂ yang dihasilkan dalam bentuk adonan (Hadi, 2011).

Menurut Harahap dkk., (2014) jumlah natrium bikarbonat memberikan pengaruh terhadap kadar air, semakin tinggi konsentrasi natrium bikarbonat maka kadar air akan semakin rendah, semakin tinggi jumlah CO₂ yang dihasilkan dari natrium bikarbonat dapat melepaskan air dari bahan. Menurut penelitian Agustia *et al* (2019), penggunaan natrium bikarbonat dalam pembuatan *flakes* berkisar antara 0,5%-2,0%.

2. Margarin

Margarin merupakan pengganti mentega dengan rupa, bau, konsisten, rasa dan nilai gizi yang hampir sama. Margarin juga merupakan emulsi dalam minyak, dengan persyaratan mengandung tidak kurang 80%. Lemak yang digunakan dapat berasal dari lemak hewani atau lemak nabati. Lemak hewani yang digunakan biasanya lemak sapi, sedangkan lemak nabati yang digunakan adalah minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak kedelai dan minyak biji kapas, karena minyak nabati umumnya dalam bentuk cair, maka harus dihidrogenasi lebih dulu menjadi lemak padat, yang berarti margarin harus bersifat plastis, padat pada suhu ruang, agak keras pada suhu rendah dan segera dapat mencair dalam mulut (Winarno, 2008).

Margarin termasuk bahan yang penting dalam pembuatan *flakes*. Margarin juga membuat *flakes* menjadi renyah dan kaya rasa. Terlalu banyak menggunakan margarin akan membuat adonan meluber saat dipanggang dan menjadi terlalu rapuh (Hastuti, 2012).

3. Gula

Gula pasir merupakan pemanis yang diperoleh dari tanaman tebu yang telah dilakukan pembersihan dari kulitnya. Gula pasir mengandung 99,9% sakarosa murni. Sakarosa mempunyai sifat antara lain rasa manis, mudah larut dalam air, berbentuk kristal padat berupa butiran atau gumpalan dan banyak dipergunakan dalam pengolahan makanan dan minuman, penambahan gula lebih banyak dipakai dalam pembuatan biskuit dan kue (Saleha, 2016), Menurut Fauzan (2015) pada pembuatan *flakes* penggunaan gula yang disukai oleh konsumen berkisar antara 10%-20%.

Gula juga dapat mengakibatkan reaksi Maillard, Reaksi Maillard banyak menghasilkan senyawa yang dapat mempengaruhi warna suatu produk pangan.

perubahan warna dipengaruhi adanya reaksi antara gula pereduksi dan asam amino melalui jalur reaksi Maillard sehingga menghasilkan perubahan warna pada makanan dari warna kuning menjadi kuning kecoklatan (Waskito, 2014).

4. Garam

Garam adalah benda padatan berwarna putih berbentuk kristal yang merupakan kumpulan senyawa dengan sebahagian besar terdiri dari Natrium Chlorida (>80%), serta senyawa-senyawa lain seperti Magnesium Chlorida, Magnesium Sulfat, Calcium Chlorida (Herman dan Joetra, 2015). Garam dapur (NaCl) merupakan salah satu bahan penambah cita rasa dan juga dapat berfungsi sebagai pengawet alami pada bahan pangan. Garam memiliki ion Cl⁻ yang dapat bersifat racun bagi mikroba, sehingga bisa membunuh mikroba. Garam merupakan bumbu yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, dan hampir semua masakan ditambahkan garam. Makanan akan memiliki rasa bila mengandung garam minimal 0,3 %, kurang dari itu makanan terasa hambar (Ningrum dkk., 2014).

5. Air

Air merupakan salah satu bahan yang diperlukan untuk pembuatan adonan yang diinginkan. Air dalam adonan berfungsi untuk membentuk konsistensi adonan yang diinginkan. Suhu air yang digunakan dalam proses pencampuran bahan sangat menentukan konsistensi dan karakteristik rheologi adonan, sehingga dapat mempermudah selama proses dan akan mempengaruhi akhirnya menentukan mutu produk. Pencampuran adonan dengan air panas akan mengakibatkan gelatinisasi parsial pada pati, sehingga dapat mengembangkan daya adhesi adonan (Winarno, 2008).

Menurut Susanti dkk (2012), apabila air yang ditambahkan pada produk *flakes* terlalu sedikit mengakibatkan adonan tidak tercampur merata dan apabila air yang ditambahkan terlalu banyak, adonan yang dihasilkan akan bertekstur lunak dan lengket setelah proses pengukusan sehingga produk yang dihasilkan nantinya sulit untuk dibentuk.

E. Pati

Pati (C₆H₁₀O₅)_n merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α-glikosidik. 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, 2015). Granula pati alami mengandung 70-80% amilopektin dan 20-30% amilosa, dan dalam jumlah kecil (0,5-2% w/w) material lain seperti, polisakarida *non-pati*, lemak, protein, dan abu (mineral) (Onyango, 2016). Pati dapat dihasilkan dari biji-bijian dan umbi-umbian, suhu gelatinisasi berbeda-beda bagi tiap jenis pati, pada umumnya gelatinisasi terjadi pada suhu 76°C (Imanningsih, 2012).

Pati alami umumnya mempunyai struktur lemah, gel yang kohesif, suhu gelatinisasi tinggi, kemampuan membentuk gel tinggi pada dispersi pati, kemampuan menahan air rendah pada suhu rendah, ketahanan dipersi pati rendah terhadap asam, agitasi, dan pasta dengan kecenderungan untuk retrogradasi. Kekurangan sifat pati ini membuat penggunaan pada industri pangan menjadi terbatas karena keragaman industri pangan modern dan variasi produk pangan yang sangat tinggi membutuhkan bahan baku pati yang secara luas dalam berbagai teknik pengolahan sejak persiapan, penyimpanan, sampai distribusinya. Perbaikan sifat pati ini perlu dilakukan agar penggunaan pati dapat luas, salah satu yang didapat dilakukan adalah memodifikasi pati (Santoso dkk., 2015).

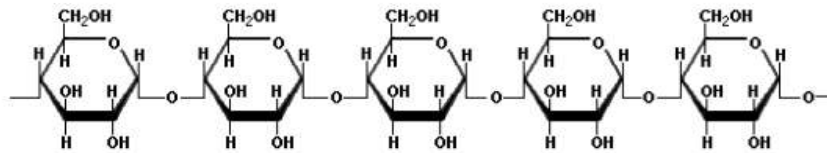
Pati dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu pati alami yang belum mengalami modifikasi (*Native Starch*) dan pati yang telah termodifikasi (*Modified Starch*). Pati alami diperoleh dari pemisahan sari pati yang terdapat pada tanaman baik yang dari umbi, biji maupun batang. Dalam bentuk aslinya secara alami pati merupakan butiran-butiran kecil yang sering disebut granula (Zulaidah, 2012).

1. Amilosa

Amilosa merupakan bagian polimer linier dengan ikatan α -(1,4) unit glukosa. Derajat polimerisasi amilosa berkisar antara 500–6.000 unit glukosa, bergantung pada sumbernya. Amilosa merupakan bagian dari rantai lurus yang dapat memutar dan membentuk daerah sulur ganda. Rantai lurus amilosa yang membentuk sulur ganda kristal tersebut tahan terhadap amilase. Ikatan hidrogen inter- dan intra-sulur mengakibatkan terbentuknya struktur hidrofobik dengan kelarutan yang rendah. Oleh karena itu, sulur tunggal amilosa mirip dengan siklodekstrin yang bersifat hidrofobik pada permukaan dalamnya (Herawati, 2010).

Amilosa merupakan fraksi gerak, yang artinya dalam granula pati letaknya tidak pada satu tempat, tergantung dari jenis pati. Secara umum amilosa terletak

diantara molekul-molekul amilopektin dan secara acak berada selang-seling diantara daerah amorf dan kristal (Zulaidah, 2012).



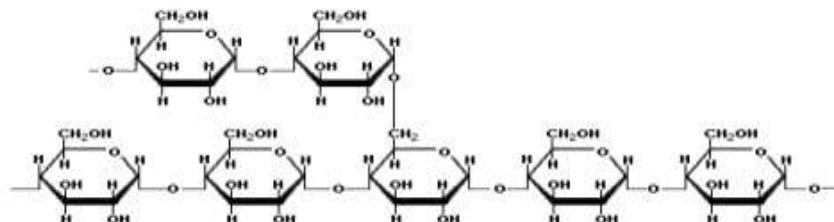
Gambar 8. Struktur Amilosa (Zulaidah, 2012)

Pada saat aplikasi ke dalam produk pangan, amilosa terutama berperan terhadap tekstur produk. Semakin tinggi kadar amilosa, produk memiliki tekstur yang semakin padat. Hal ini disebabkan semakin tinggi kadar amilosa, kapasitas penyerapan air dan elastisitas semakin menurun sehingga kekerasan semakin meningkat (Aini dkk., 2016).

2. Amilopektin

Amilopektin merupakan polimer α -(1,4) unit glukosa dengan rantai samping α -(1,6) unit glukosa. Dalam suatu molekul pati, ikatan α -(1,6) unit glukosa ini jumlahnya sangat sedikit, berkisar antara 4–5%. Namun, jumlah molekul dengan rantai yang bercabang, yaitu amilopektin, sangat banyak dengan derajat polimerisasi $10^5 - 3 \times 10^6$ unit glukosa (Herawati, 2010).

Ketika dipanaskan dalam air, amilopektin akan membentuk lapisan yang transparan, yaitu larutan dengan viskositas tinggi dan berbentuk lapisan-lapisan seperti untaian tali. Pada amilopektin cenderung tidak terjadi retrogradasi dan tidak membentuk gel, kecuali pada konsentrasi tinggi (Herawati, 2010). Amilopektin memiliki kapasitas pengikatan air yang tinggi dan lebih lambat mengalami retrogradasi, sedangkan amilosa bersifat mudah menyerap air dan melepaskannya (Paramita dan Putri, 2015).



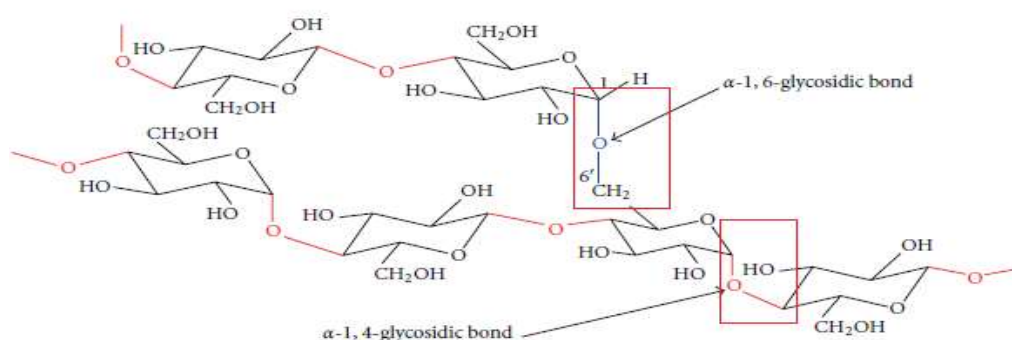
Gambar 9. Struktur Amilopektin (Zulaidah, 2012)

F. Modifikasi Pati

Modifikasi pati dapat dilakukan secara fisik, kimia maupun enzimatik (Putri dan Fithri, 2015). Modifikasi kimia meliputi modifikasi dengan asam, oksidasi, dan ikatan silang, modifikasi mikrobiologi dapat dilakukan dengan bakteri dan enzimatik, dan modifikasi fisik dapat dilakukan dengan cara *autoclaving – cooling* (Koswara, 2009).

1. Modifikasi Mikrobiologi

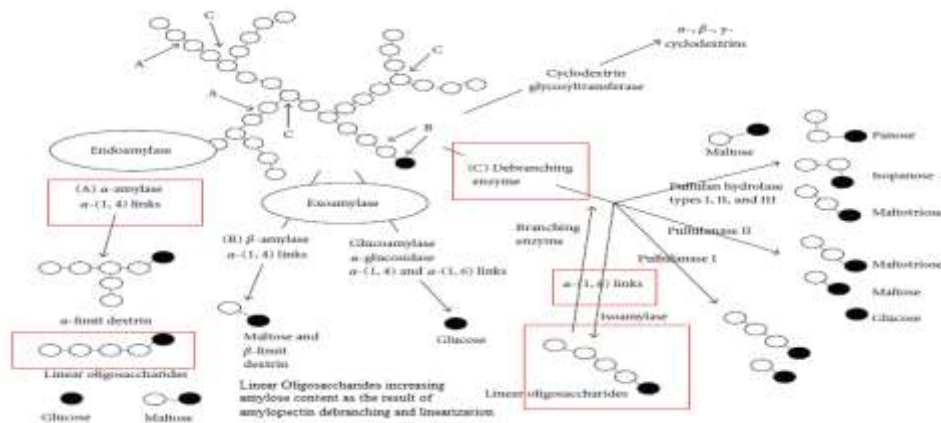
Fermentasi dilakukan dengan menggunakan bakteri asam laktat (BAL) yang telah dilaporkan memiliki enzim amilase dan enzim pullulanase. Vatanasuchart, *et al.*, (2010), menyatakan bahwa enzim pullulanase yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat (BAL) akan melepaskan cabang amilopektin pada ikatan glikosidik α -1,6 secara acak pada bagian dalam sehingga dihasilkan polimer glukosa rantai lurus yang merupakan polisakarida dengan DP (Derajat Polimerisasi) lebih kecil. Oktaviyani (2010), menyatakan bahwa DP adalah nilai yang menyatakan jumlah unit monomer dalam satu molekul. Menurut Hii (2012) enzim pullulanase adalah enzim yang spesifik menghidrolisis ikatan α -1,6-glikosidik atau tepatnya pada titik percabangan amilopektin dan α -limit dekstirin sehingga menghasilkan maltotriosa. Selain maltotriosa hasil akhir dari pemutusan ikatan percabangan amilopektin juga membentuk pati tinggi amilosa.



Gambar 10. Bagian dari molekul amilopektin yang menunjukkan ikatan α 1,6- dan α 1,4- dalam modifikasi pati (Hii *et al*, 2012)

Mekanisme kerja α -amilase menurut Winarno (2008) adalah terjadi dalam 2 tahap. Tahap pertama, degradasi amilosa menjadi maltosa dan maltotriosa yang terjadi secara acak dan cepat. Yang kedua, relatif sangat lambat yaitu pembentukan glukosa dan maltosa sebagai hasil akhir hidrolisis sedangkan cara kerja α -amilase pada molekul amilopektin akan menghasilkan glukosa, maltosa,

dan α -limit dextrin. α -limit dekstrin adalah jenis oligosakarida yang terdiri dari 4 atau lebih residu gula yang mengandung ikatan α -1,6.



Gambar 11. Mekanisme kerja enzim amilase selama proses modifikasi pati (Hii *et al*, 2012).

Aktivitas amilase dan pululanase semakin meningkat dengan lamanya waktu fermentasi (Asha, *et al.*, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Faridah *dkk* (2010) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi enzim pululanase yang digunakan maka semakin besar penurunan persentase distribusi rantai glukosa dengan DP 25-30 dan semakin besar pula peningkatan persentase distribusi rantai glukosa dengan DP 9-12.

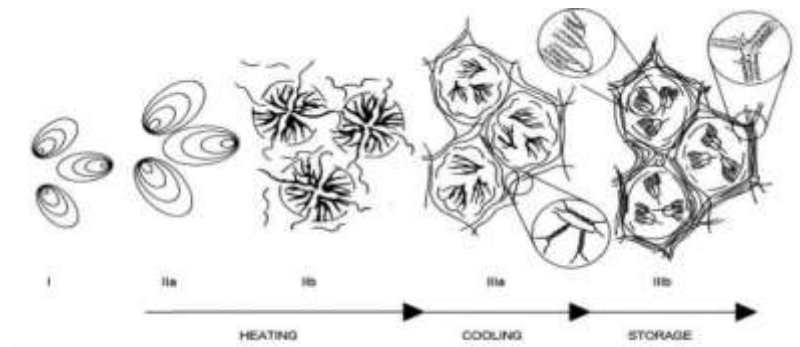
Bakteri asam laktat (BAL) merupakan kelompok bakteri gram positif, katalase negatif yang dapat memproduksi asam laktat dengan cara memfermentasi karbohidrat (Moradi, *et al.*, 2014). BAL terutama keluarga *Lactobacillus* spp. dapat memfermentasi atau memecah karbohidrat (lebih utama glukosa) melalui dua jalur yaitu Embden-Meyerhof atau glikolisis dan jalur 6-phosphogluconate. Jalur Embden-Meyerhof mengubah 1 molekul glukosa dan 2 molekul fosfat akan diubah menjadi 2 molekul asam laktat, 2 ATP dan 1 molekul air sedangkan jalur 6-phosphogluconate mengubah 1 molekul glukosa, 1 molekul fosfat dan 1 molekul ADP menjadi 1 molekul asam laktat, 1 molekul asam asetat, 1 molekul ATP dan 1 molekul karbon dioksida. Jalur Embden-Meyerhof terjadi pada BAL jenis homofermentatif sedangkan jalur 6-phosphogluconate terjadi pada BAL jenis heterofermentatif (Zalan, *et al.*, 2010).

Bakteri *L. plantarum* adalah salah satu spesies bakteri asam laktat dari famili *Lactobacillaceae* dan genus *Lactobacillus*. Bakteri ini bersifat Gram positif, non motil, dan berukuran 0,6-0,8 μm x 1,2-6,0 μm . Bakteri ini memiliki sifat

antagonis terhadap mikroorganisme penyebab kerusakan makanan seperti *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, dan Gram negatif. *L. plantarum* bersifat toleran terhadap garam, memproduksi asam dengan cepat dan memiliki pH optimum 5,3 hingga 5,6. Fermentasi dari *L. plantarum* bersifat homofermentatif, secara umum *L. plantarum* adalah jenis bakteri amilolitik dan proteolitik (Buckle, et al., 1987). Penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati dkk (2014) menunjukkan bahwa fermentasi menggunakan *L. plantarum* menyebabkan terjadinya penurunan kadar pati pada tepung ubi ungu, hal ini menunjukkan bahwa *L. plantarum* mempunyai enzim yang dapat menghidrolisis pati sehingga terjadi penurunan kadar pati pada tepung ubi ungu. Petrova, et al., (2012) menyatakan bahwa *L. plantarum* menghasilkan enzim α -amilase dan pullulanase. Selain itu, fermentasi dengan *L. plantarum* meningkatkan kadar protein tepung ubi ungu (Hastutik, 2017). *L. plantarum* menghasilkan enzim proteinase yang dapat menghidrolisis protein menjadi peptida lebih sederhana dan berkembangnya *L. plantarum* dalam bentuk protein sel tunggal berkontribusi terhadap kenaikan kadar protein setelah fermentasi (Kurniati, 2012). *L. plantarum* juga sudah banyak digunakan oleh peneliti dalam fermentasi pada ubi kayu karena bakteri ini mudah didapat dan mudah beradaptasi. Konstanta kecepatan pertumbuhan *L. plantarum* yaitu 0,13/jam (Kusumaningrum dan Siswo, 2016).

2. Modifikasi Fisik

Modifikasi fisik secara umum adalah dengan pemanasan, bila dibandingkan dengan modifikasi kimia, modifikasi fisik cenderung lebih aman karena tidak menggunakan berbagai pereaksi kimia (Wiadnyani dkk, 2015). Autoclaving-cooling adalah perlakuan fisik untuk memodifikasi pati alami menjadi pati resisten tipe III (RS3) (Zabar, et al., 2008; Apriyadi, 2013). Suspensi pati tersebut kemudian dipanaskan dengan menggunakan otoklaf (autoclaving) yang mengakibatkan pati tergelatinisasi secara sempurna dan keluarnya fraksi amilosa dari granula pati. Selanjutnya pasta pati didinginkan (cooling) yang dapat menyebabkan fraksi amilosa mengalami retrogradasi (Zaragoza, et al., 2010). Perubahan-perubahan yang terjadi selama proses gelatinisasi dan retrogradasi pada amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Perubahan pada pati selama gelatinisasi, retrogradasi dan penyimpanan (Wang, *et al.*, 2015).

Proses pemanasan pada suhu tinggi di dalam otoklaf (*autoclaving*) menyebabkan suspensi pati mengalami gelatinisasi. Pada saat gelatinisasi pati, sifat birefringence granula pati hilang akibat penambahan air secara berlebih dan pemanasan pada waktu dan suhu tertentu, sehingga granula pati membengkak dan tidak dapat kembali pada kondisi semula (*irreversibel*) (Zabar, *et al.*, 2012). Proses gelatinisasi berlangsung lebih cepat di daerah amorfous daripada kristalin (Liu, 2005). Pemanasan suspensi pati pada suhu gelatinisasi dapat menyebabkan terjadinya pemutusan (disosiasi) ikatan hidrogen dari struktur double helix amilopektin, pelelehan (*melting*) bagian kristalit dan pelepasan amilosa dari granulanya (*amylose leaching*) (Sajilata, *et al.*, 2010; Zabar, *et al.*, 2012; Zaragoza, *et al.*, 2010). *Dioscorea alata* mempunyai suhu gelatinisasi berkisar antara 77,7 °C – 80,9 °C (Nadia, 2013). Suhu autoklaf yang digunakan untuk memodifikasi tepung adalah 121 °C (Setiadi dkk, 2018). Penggunaan suhu diatas suhu gelatinisasi bertujuan untuk mempercepat proses terjadinya gelatinisasi. Menurut Aziz (2011) semakin tinggi suhu maka gerakan molekul semakin cepat atau energi kinetik yang dimiliki molekul-molekul pereaksi semakin besar sehingga tumbukan antara molekul pereaksi semakin meningkat yang dapat diartikan bahwa reaksi akan berjalan makin cepat. Persamaan Arrhenius menyatakan bahwa dengan naiknya suhu maka kecepatan reaksi juga akan meningkat.

Proses pendinginan (*cooling*) akan terjadi peristiwa rekristalisasi amilosa yaitu proses reasosiasi kembali rantai polimer amilosa yang terlarut selama proses gelatinisasi membentuk struktur heliks ganda yang distabilkan oleh ikatan hidrogen (Zaragoza, *et al.*, 2010). Fraksi amilosa akan berikatan dengan fraksi amilosa lainnya melalui ikatan hidrogen membentuk struktur double helix. Struktur

double helix akan berikatan dengan struktur double helix lainnya membentuk kristalit sehingga terjadi rekristalisasi fraksi amilosa (Mutungi, *et al.*, 2013). Pembentukan pati resisten pada gel pati yang paling tinggi terbentuk dari retrogradasi amilosa, meskipun amilopektin juga dapat teretrogradasi akan tetapi memerlukan waktu yang lama (Huang dan Rooney, 2011). Perubahan saat modifikasi pati metode autoclaving-cooling terjadi karena penyatuan kembali amilosa-amilosa, amilosa-amilopektin, amilopektin-amilopektin dan pembentukan gel yang keras menyebabkan pati tahan terhadap panas dan resisten terhadap enzimolisis (Ratnayake, *et al.*, 2011).

Perlakuan autoclaving-cooling secara berulang dapat meningkatkan kadar RS3 yang dihasilkan (Zaragoza, *et al.*, 2010). Proses *autoclaving-cooling* (AC) secara berulang dapat menyebabkan semakin banyaknya pembentukan fraksi amilosa teretrogradasi atau terkristalisasi (Saguilan, *et al.*, 2015).

3. Modifikasi Kimia

Proses modifikasi secara kimia menurut Kusnandar (2010) terdiri dari teknik hidrolisis asam dan teknik ikatan silang (*cross linking*). Teknik hidrolisis asam menghasilkan viskositas pati yang rendah sedangkan teknik ikatan silang (*cross linking*) menghasilkan pati dengan viskositas yang stabil terhadap suhu tinggi, proses pengadukan, kondisi asam.

Modifikasi secara kimia dapat dilakukan dengan asam kuat, seperti asam klorida. Asam kuat akan menghidrolisis ikatan glikosida sehingga memperpendek rantai ikatan kimia pada pati dan berat molekul pati menjadi lebih rendah. Pati termodifikasi asam dibuat dengan menghidrolisis pati dengan asam dibawah suhu gelatinisasi, pada suhu sekitar 40-60°C. Asam kuat akan menghidrolisis lebih cepat pada bagian amorfous granula pati namun akan lebih lambat pada bagian kristalin. Modifikasi pati dengan metode hidrolisis asam (lintnerisasi) tidak mengubah bentuk dari granula pati yang dihasilkan, namun dapat menyebabkan penurunan kemampuan mengembang (*swelling*), viskositas, dan kestabilan pasta pati selama proses gelatinisasi (Syahbanu, 2015).

G. Faktor yang Mempengaruhi Mutu Produk *Flakes*

Ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap mutu *flakes* yang dihasilkan, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Kadar air

Kadar air sangatlah penting dalam suatu pembuatan produk karena dapat mempengaruhi tingkat ketahanan dan mutu produk. *Flakes* merupakan produk yang dapat menyerap uap air diudara, apabila kadar air *flakes* tinggi, maka akan menyebabkan *flakes* memiliki umur simpan yang lebih singkat (Winarno, 2008).

2. Kerenyahan

Kerenyahan produk makanan sarapan merupakan salah satu faktor yang penting, *flakes* yang memiliki kandungan amilosa akan bersifat berongga, garing dan renyah. Hal lain yang juga dapat mempengaruhi kerenyahan adalah proses pemanggangan dengan suhu tinggi akan mempengaruhi mutu tekstur dari kerenyahan yang dihasilkan (Susanti dkk., 2017).

3. Volume Pengembangan

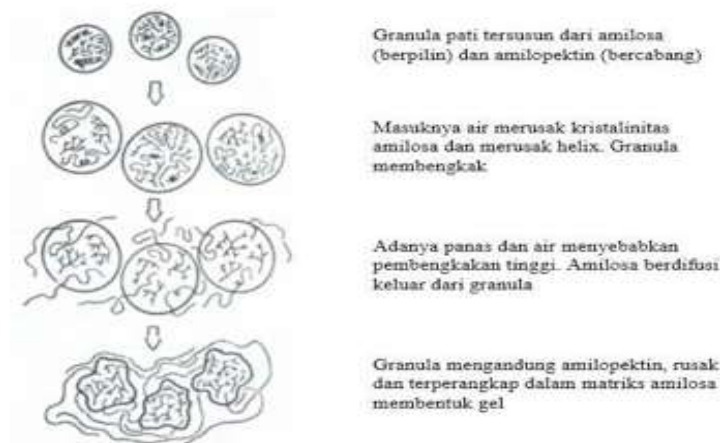
Volume Pengembangan produk akan *mempengaruhi* tekstur (kekerasan dan kerenyahan). Produk yang paling mengembang ternyata mempunyai nilai kerenyahan paling tinggi dan kekerasan sedang (menengah). Volume pengembangan dipengaruhi oleh jumlah pati yang terdapat dalam bahan baku. Jumlah pati tersebut erat hubungannya dengan jumlah pati tergelatinisasi. Besar kecilnya derajat pengembangan produk ditentukan oleh banyak sedikitnya jumlah pati yang tergelatinisasi selama proses (Budijanto dkk., 2012).

4. Gelatinisasi

Proses gelatinisasi yaitu perubahan yang terjadi pada granula pati pada waktu mengalami pembengkakan dan tidak dapat kembali ke bentuk semula. Proses gelatinisasi terjadi karena kerusakan ikatan hidrogen yang berfungsi mempertahankan struktur dan integritas granula pati (Yanis dkk, 2016). Selama pemasakan akan mempengaruhi granula pati. Granula pati terjadi pembengkakan yang irreversible dalam air, karena energi kinetik molekul air lebih kuat dari pada daya tarik molekul pati sehingga air dapat masuk ke dalam granula pati.

Semakin lama pemanasan, semakin banyak granula pati yang mengalami pengembangan dan tidak dapat kembali pada kondisi semula (tergelatinisasi), sehingga jumlah granula pati dan senyawa lainnya yang larut dalam air akan berkurang, sebaliknya waktu pemasakan yang lebih singkat maka granula pati tidak tergelatinisasi secara sempurna. Pemasakan pati yang berlebihan mengakibatkan lebih banyak amilosa yang terdifusi dalam suspensi pati sehingga

viskositasnya menurun dan penyusutan bahan meningkat (Karneta dkk, 2014). Secara singkat mekanisme gelatinisasi dapat diilustrasikan pada Gambar 13.



Gambar 13. Mekanisme gelatinisasi pati (Winarno, 2008)

Setiap jenis pati memiliki sifat gelatinisasi yang berbeda. Amilosa dan amilopektin memberikan sifat gelatinisasi yang berbeda. Amilosa lebih mudah tergelatinisasi dibanding amilopektin. Amilosa dengan molekulnya yang lebih kecil lebih mudah berinteraksi dengan air panas dan mencapai titik gelatinisasi dibanding amilopektin yang memiliki molekul yang lebih besar (Rauf, 2015).

Pati yang telah mengalami gelatinisasi dapat dikeringkan, tetapi molekul-molekul tersebut tidak dapat kembali lagi ke sifat-sifatnya sebelum gelatinisasi. Bahan yang telah kering tersebut masih mampu menyerap air kembali dalam jumlah yang besar. Sifat inilah yang digunakan agar dapat menyerap air dengan mudah, yaitu dengan menggunakan pati yang telah mengalami gelatinisasi (Winarno, 2008).

Retrogradasi dalam pembuatan *flakes* terjadi pada saat proses pendinginan setelah pengukusan. Retrogradasi adalah proses kristalisasi kembali pati yang telah mengalami gelatinisasi. Beberapa molekul pati, khususnya amilosa dapat terdispersi dalam air panas membentuk gel. Molekul-molekul amilosa tersebut akan tetap terdispersi selama dalam keadaan panas. Bila pasta tersebut kemudian didinginkan, energi kinetik tidak lagi cukup tinggi untuk menahan kecenderungan molekul-molekul amilosa untuk bersatu kembali. Molekul-molekul amilosa berikatan kembali satu sama lain serta berikatan dengan cabang amilopektin pada pinggir-pinggir luar granula. Dengan demikian mereka menggabungkan butir-butir

pati yang membengkak menjadi semacam jaringan-jaringan mikrokristal dan mengendap (Winarno, 2008).

Molekul amilosa lebih cepat mempengaruhi pembentukan gel dan retrogradasi pati dibandingkan molekul amilopektin, sehingga pati yang mengandung amilosa cenderung mengalami retrogradasi lebih cepat (Shin dkk, 2014). Rasio antara amilosa dan amilopektin berbeda untuk setiap jenis pati umumnya tergantung dari jenis tumbuhan asalnya. Kandungan amilopektin sangat berperan dalam menentukan lekat tidaknya bahan. Apabila kadar amilosanya tinggi maka pati akan bersifat kering, kurang lekat dan cenderung meresap air lebih banyak atau higroskopis (Haryanto dan Philipus, 2012).

Proses gelatinisasi pati juga mempengaruhi daya patah *flakes*. Pati yang terkandung dalam *flakes* akan mengalami gelatinisasi pati saat pengukusan berlangsung yang menyebabkan granula pati membengkak dan akhirnya pecah seiring dengan semakin lamanya waktu pengukusan. Akibatnya *flakes* yang terbentuk menjadi lebih porous dan mudah patah, sehingga daya patahnya semakin menurun. Semakin rendah nilai daya patah produk kering maka kerenyahan produk tersebut akan semakin tinggi (Paramita dan Putri, 2015).

5. Organoleptik

a. Warna

Warna pada bahan pangan sangatlah mempengaruhi daya tarik produk yg dipasarkan karena secara visual faktor warnalah yang tampil dahulu dan terkadang sangat menentukan produk yang disukai (Susanti dkk., 2017). Selain itu faktor yang dapat mempengaruhi warna *flakes* disebabkan karena adanya reaksi Maillard. Reaksi Maillard adalah reaksi antara karbohidrat khususnya gula pereduksi dengan gugus amina primer, yang menghasilkan kenampakan produk berwarna kuning kecoklatan (Permana dan Putri, 2015).

b. Rasa

Produk olahan *flakes* termasuk jenis kue kering, hanya komposisi bahannya lebih sederhana berbagai senyawa kimia dapat menimbulkan rasa yang berbeda seperti rasa manis yang ditimbulkan. Hasil dari uji organoleptik rasa dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu senyawa kimia, suhu, konsentrasi, dan interaksi komponen rasa lain (Susanti dkk., 2017).

c. Aroma

Peranan aroma dalam makanan sangat penting, karena aroma turut menentukan daya terima konsumen terhadap makanan. Aroma tidak hanya ditentukan oleh satu komponen tetapi juga oleh beberapa komponen tertentu yang menimbulkan bau yang khas serta perbandingan berbagai komponen bahan (seperti tepung, margarine, dan telur). Bau makanan banyak menentukan kelezatan makana, pada umumnya bau yang diterima oleh hidung dan otak lebih banyak merupakan berbagai ramuan atau campuran empat bau utama yaitu harum, asam, tengik dan hangus (Dewayanthi, 2011).

Faktor yang mempengaruhi aroma pada *flakes* yaitu kandungan amilosa yang terdapat di dalam adonan. Menurut Haryadi (2012), bahan yang mengandung amilosa sedang mempunyai nilai aroma yang lebih tinggi dari pada bahan yang beramilosa tinggi, hal ini disebabkan kadar amilosa sedang memiliki konsistensi gel yang lunak, mempunyai afinitas terhadap senyawa-senyawa aroma (volatil).

H. Analisis Keputusan

Pengambilan keputusan ialah proses memilih suatu alternatif cara bertindak dengan metode yang efisien sesuai situasi. Proses ini digunakan untuk menemukan dan menyelesaikan masalah yang ada yang dilaksanakan berdasarkan pengetahuan dan informasi yang ada (Hariwan, 2016).

Keputusan dapat diambil dari alternatif-alternatif keputusan yang ada. Ada tiga aspek yang berperan dalam analisa keputusan yaitu kecerdasan, persepsi dan falsafah. Menggunakan ketiga aspek tersebut membuat model, selanjutnya menentukan nilai kemungkinan, menetapkan nilai pada hasil yang diharapkan, serta menjajaki prefensi terhadap waktu dan resiko, maka untuk sampai pada suatu keputusan diperlukan logika (Hariwan, 2016).

I. Landasan Teori

Flakes merupakan makanan berbentuk lembaran tipis berwarna kuning kecoklatan serta biasa dikonsumsi dengan penambahan susu sebagai menu sarapan (Nurhidayanti, 2017). Susanti dkk (2012), menyatakan bahwa salah satu karakteristik *flakes* yaitu tipis dan cenderung berbentuk cembung serta mudah patah..

Kandungan pati yang tinggi pada umbi talas 70,92% (Hartati dan Titik, 2003) dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku *flakes* dengan kandungan amilosa sebesar 17,42% (Astuti, 2018) berperan dalam gelatinisasi untuk membentuk tekstur *flakes* (Purnamasari dan Putri, 2015). Pada pembuatan *flakes* dibutuhkan pati dengan rasio amilosa yang tinggi sehingga diperlukan modifikasi pati untuk menghasilkan pati tinggi amilosa. Pembuatan tepung talas dengan cara termodifikasi secara fermentasi menjadi pilihan, dikarenakan fermentasi dapat mempengaruhi kenaikan kadar pati sebanyak 14,32% (Nurani, dkk., 2013), dan meningkatkan kecerahan warna tepung yang dihasilkan (Effendi, 2010).

Fermentasi dilakukan dengan menggunakan bakteri asam laktat (BAL) yang telah dilaporkan memiliki enzim amilase dan enzim pullulanase. Vatanasuchart, *et al.*, (2010) menyatakan bahwa enzim pullulanase yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat (BAL) akan melepaskan cabang amilopektin pada ikatan glikosidik α -1,6 secara acak pada bagian dalam sehingga dihasilkan polimer glukosa rantai lurus yang merupakan polisakarida dengan DP (Derajat Polimerisasi) lebih kecil. Oktaviyai (2010) menyatakan bahwa DP adalah nilai yang menyatakan jumlah unit monomer dalam satu molekul. Menurut Hii (2012) enzim pullulanase adalah enzim yang spesifik menghidrolisis ikatan α -1,6-glikosidik atau tepatnya pada titik percabangan amilopektin dan α -limit dekstirin sehingga menghasilkan maltotriosa. Selain maltotriosa hasil akhir dari pemutusan ikatan percabangan amilopektin juga membentuk pati tinggi amilosa, selain meningkatnya amilosa proses fermentasi menyebabkan turunnya kadar oksalat. Oke dan Bolarinwa (2012), menyatakan bahwa selama proses fermentasi terjadi penurunan kadar kalsium oksalat pada tepung talas sebesar 65% akibat adanya enzim dan asam yang dihasilkan selama proses fermentasi dengan BAL.

Penambahan kacang tunggak pada penelitian ini untuk meningkatkan kadar protein *flakes* yang berbahan dasar tepung talas untuk memenuhi syarat *flakes* dengan kadar protein minimal 5%. Kacang tunggak (*Vigna unguiculata L. Walp*) merupakan salah satu sumber protein nabati. Kandungan kacang tunggak yaitu protein 22,9%, karbohidrat 61,6%, lemak 1,1%, dan mengandung energi 342 kkal (Poedjadi, 2009). Kelebihan lain yang dimiliki kacang tunggak yaitu rendahnya kandungan lemak sehingga dapat mengurangi efek negatif dari penggunaan produk pangan yang mengandung lemak tinggi (Rosida dkk., 2013).

Kerenyahan merupakan sifat fisik yang penting pada produk *flakes*. Pati, protein dan serat yang terbentuk akibat pencampuran dua jenis atau lebih tepung yang memiliki karakteristik yang berbeda, akan saling membentuk struktur yang kompak dan menyebabkan tekstur produk akhir menjadi keras. Untuk mengatasi terbentuknya *flakes* yang bertekstur keras dan terlalu kompak, *flakes* harus dikondisikan menjadi berongga dengan menambahkan natrium bikarbonat (Purnamasari dan Putri, 2015).

Natrium bikarbonat dapat menghasilkan gas (CO_2) saat proses pemanasan sehingga dapat meningkatkan daya kembang dan kerenyahan produk. Gas CO_2 yang dihasilkan tersebut akan mengisi rongga-rongga yang terbentuk dari ikatan antara pati dengan air sehingga lebih mengembang, dengan demikian *flakes* yang dihasilkan lebih renyah. Rongga-rongga yang terbentuk pada produk makanan akan mempengaruhi daya patah yang terbentuk (Purnamasari dan Putri, 2015). Peningkatan volume tergantung dari kekuatan struktur dari pati yang telah terbentuk. Gas CO_2 bersama uap air dan udara kemudian keluar dari adonan ke oven. perpindahan ini menyebabkan keutuhan struktur menjadi berlubang dan permukaan *cookies* menjadi mudah retak (Turisyawati, 2011).

Tingkat rehidrasi *flakes* yang semakin meningkat seiring dengan semakin meningkatnya konsentrasi penambahan natrium bikarbonat. Hal ini dikarenakan, natrium bikarbonat menghasilkan CO_2 yang nantinya akan membentuk rongga-rongga atau pori didalam *flakes*. Pada saat rehidrasi dilakukan, air akan masuk ke dalam dan mengisi rongga atau pori tersebut serta akan terperangkap di dalamnya sehingga tingkat rehidrasi *flakes* pun akan semakin meningkat dengan semakin banyaknya rongga atau pori yang terbentuk akibat penambahan natrium bikarbonat (Purnamasari dan Putri, 2015).

Hasil penelitian Khairunissa dkk (2018), pembuatan *flakes* dengan proporsi tepung talas dan kacang hijau mendapatkan perlakuan terbaik (50:50) dengan kadar air 2,44%, kadar abu 2,32%, kadar lemak 1,02%, protein 9,33%, karbohidrat 84,44%, serat kasar 2,97% serta kemampuan bertahan dalam susu 4,43 menit. Hasil penelitian Yilma dan Admassu (2019) pembuatan *ready to eat snack* dengan proporsi tepung terigu dan tepung kacang tunggak mendapatkan perlakuan terbaik pada proporsi 60:35 berdasarkan penilaian sensoris.

Menurut penelitian Febrianty dkk (2015) pembuatan *flakes* tepung ubi jalar fermentasi dan tepung kecambah kacang tunggak mendapatkan perlakuan terbaik

pada proporsi (60:40). Semakin tinggi proporsi tepung ubi jalar fermentasi yang ditambahkan akan berpengaruh terhadap tekstur kerenyahan, sedangkan penambahan tepung kecambah kacang tunggak dengan proporsi tinggi dapat berpengaruh pada kekerasan produk *flakes*.

Menurut penelitian Purnamasari dan Putri (2015) pada pengaruh penambahan tepung labu kuning dan NaHCO_3 (Natrium Bikarbonat) mendapatkan perlakuan terbaik dengan perbandingan tepung talas dan tepung labu kuning (80:20) dengan penambahan natrium bikarbonat sebanyak 0,25% dari segi organoleptik. Latifah dkk (2013) penambahan NaHCO_3 (Natrium Bikarbonat) 0,5% pada proporsi tepung labu kuning dan tapioka (65:35) mendapatkan perlakuan terbaik dari segi organoleptik.

J. Hipotesis

Diduga proporsi tepung talas termodifikasi dan tepung kacang tunggak dengan penambahan natrium bikarbonat (NaHCO_3) berpengaruh terhadap sifat kimia, fisik, organoleptik produk *flakes* yang akan dihasilkan.