

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Umbi Gadung

Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) tergolong tanaman umbi-umbian yang cukup populer walaupun kurang mendapat perhatian. Gadung berasal dari India bagian Barat kemudian menyebar luas sampai ke Asia Tenggara. Gadung menghasilkan umbi yang dapat dimakan, namun mengandung racun yang dapat mengakibatkan pusing dan muntah apabila kurang benar pengolahannya. Produk gadung yang paling dikenal adalah dalam bentuk keripik meskipun rebusan gadung juga dapat dimakan. Tumbuhan gadung berbatang merambat dan memanjat, panjang 5–20 m. Arah rambatannya selalu berputar ke kiri (melawan arah jarum jam, jika dilihat dari atas). Ciri khas ini penting untuk membedakannya dari gembili (*D. aculeata*) yang memiliki penampilan mirip namun batangnya berputar ke kanan. Umbi gadung berbentuk bulat diliputi rambut akar yang besar dan kaku. Menurut Ndaru (2012), kulit umbi berwarna gading atau coklat muda, daging umbinya berwarna putih gading atau kuning.



Sumber : Dokumentasi Peneliti
Gambar 1. Umbi Gadung

Untuk membedakan antar spesies dalam gadung dapat dibedakan berdasarkan arah lilitan batang, bentuk batang, ada atau tidaknya duri pada batang, bentuk dan jumlah helaian daun, ada tidaknya buah di atas (Anonim, 2014). Ada beberapa varietasnya, diantaranya yang berumbi putih (yang besar dikenal sebagai *gadung punel*

atau *gadung ketan*, sementara yang kecil berlekuk-lekuk disebut *gadung suntil* dan yang berumbi kuning antara lain *gadung kuning*, *gadung kunyit* atau *gadung padi*. Gadung kuning umumnya lebih besar umbinya bila dibandingkan gadung putih. Jumlah umbi dalam satu kelompok dapat mencapai 30 umbi (Anonim, 2014).

Di kawasan Asia tropis gadung merupakan bahan makanan cadangan pada saat paceklik. Senyawa alkaloida dioscorin merupakan senyawa racun yang terdapat pada umbi cukup tinggi. Diperlukan keahlian dan waktu cukup lama untuk mempersiapkan umbi tersebut sebagai bahan pangan, dengan cara seperti umbi diiris tipis-tipis, dicuci dengan air segar atau direbus beberapa kali dengan air garam, atau direndam dalam air mengalir. Umbinya dapat diekstrak menjadi tepung dan digunakan untuk berbagai keperluan industri dan masakan (Gaman dan Sherrington, 1992).

Tabel 1. Komposisi Kimia Gadung (per 100 gram bahan kering)

Parameter	Jumlah
Kadar air	63% ^a
Kadar karbohidrat	23,3 gram ^b
Kadar protein	2,0 gram ^b
Kadar pati	32% ^a
Kadar lemak	0,98% ^a
Kadar abu	1,2% ^a
Kadar sianida	50-400 ppm ^a
Kalori	102 kal

Keterangan: ^aSuismono (1998) dan ^bSibuea (2002)

Umbi hutan nama lain dari gadung atau (*Dioscorea hispida* Dennst) dapat menjadi sumber bahan pangan alternatif selain sebagai sumber bahan pokok seperti beras, jagung, singkong, gandum, dan lain- lain. Menurut pengakuan beberapa masyarakat yang pernah mengkosumsi umbi hutan ini apabila diolah secara benar maka akan didapatkan makanan olahan yang enak dan bergizi, (Sibuea, 2002).

Beberapa jenis nutrisi yang ditemukan didalam gadung ini ternyata juga merupakan kandungan utama bahan pangan yang dijadikan masyarakat Indonesia sebagai pokok selama ini, yaitu padi (*Oryza sativa* Linn) dan jagung (*Zea mays* Linn). Disamping kandungan nutrisi tersebut, ternyata ubi hutan juga mengandung zat yang bersifat toksik atau anti nutrisi, yakni glikosida sianogenik, alkaloid dioscorin dan senyawa pahit yang terdiri dari saponin dan saponin (Webster *et al.*, 1984).

B. HCN

Menurut penelitian Djaafar dkk (2009), Gadung mengandung senyawa glukosida saponin dan termasuk alkaloid *tropan* yang disebut dioskorin dan senyawa glukosida sianogenik yang jika terurai menghasilkan senyawa HCN. Dua senyawa tersebut memiliki toksisitas tinggi yang dapat mengganggu sistem saraf bagi orang yang mengkonsumsinya. Rukmana (2001), Gadung bila terkena kulit dapat menyebabkan gatal-gatal. Ubi gadung mengandung racun atau zat alkaloid yang disebut *dioscorin* ($\text{CH}_{13}\text{H}_{19}\text{O}_2\text{N}$). Racun ini bila dikonsumsi dalam kadar yang rendah dapat mengakibatkan pusing-pusing.

Pada penelitian Winarno tahun 1997, kandungan HCN pada gadung bervariasi, namun diperkirakan rata-rata dalam gadung yang menyebabkan keracunan di atas 50 mg/kg. HCN dihasilkan oleh gadung jika gadung tersebut dihancurkan, dikunyah, diiris, atau diolah. Jika dicerna HCN sangat cepat terserap oleh alat pencernaan masuk ke dalam saluran darah dan terikat bersama oksigen. Bahaya HCN pada kesehatan terutama pada sistem pernapasan, di mana oksigen dalam darah terikat oleh senyawa HCN dan terganggunya sistem pernapasan (sulit bernapas). Tergantung jumlah yang dikonsumsi, HCN dapat menyebabkan kematian jika pada dosis 0,5-3,5 mg HCN/kg berat badan.

Menurut FAO dalam Winarno (1992), kandungan sianida sampai 50 ppm masih dalam kadar aman dikonsumsi. Damardjati, dkk (1993) menyatakan bahwa kadar sianida <50 ppm dikategorikan dalam tidak beracun, 50-80 ppm sedikit beracun, 80-100 ppm beracun dan kadar sianida >100 ppm masuk dalam kategori beracun. Melalui proses pengolahan yang benar seperti pengupasan, pemotongan dan pemasakan, baik glukosida sianogenik maupun hidrogen sianida dapat dihilangkan atau dikurangi sebelum dikonsumsi (Janagam dkk, 2008).

Penelitian Syafii dkk (2009) menjelaskan bahwa penurunan kadar sianida disebabkan kondisi pH 5 yang digunakan dalam proses pembuatan tepung umbi gadung merupakan kondisi optimum enzim β -glukosidase untuk merombak senyawa glikosida sianogenik menjadi senyawa asam sianida bebas melalui proses hidrolisis. Asam sianida bebas yang telah terbentuk mudah dihilangkan melalui proses pemerasan atau pengeringan karena dalam kondisi bebas asam sianida mudah larut dan menguap. Asam sianida merupakan senyawa racun yang mudah menguap, tidak berwarna dan sangat larut dalam air.

C. Substitusi Tepung Gadung

Umbi gadung yang diolah menjadi tepung gadung mempunyai beberapa kelebihan antara lain lebih tahan lama karena rendahnya kadar air, dapat dimanfaatkan menjadi berbagai produk makanan dan dapat juga sebagai sumber bahan alternatif untuk pensubstitusi dengan tepung terigu dan bahan baku industri lainnya (Sumunar dan Estiasih, 2015). Menurut Guranatne and Hoover (2002), tepung umbi gadung memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan tepung yang terbuat dari umbi-umbian lain, yaitu memiliki kandungan amilosa yang tinggi sebesar 39,3%. Berikut adalah beberapa teknik cara pembuatan tepung gadung, antara lain :

1. Konvensional
2. Modifikasi dengan fermentasi

Pada penelitian Sumunar dan Estiasih (2015) menjelaskan cara pembuatan tepung gadung secara konvensional, yaitu umbi gadung dikupas kemudian umbi yang telah dikupas dicuci terlebih dahulu sebelum diiris dengan ketebalan 1-2 mm, selanjutnya irisan umbi gadung di lumuri dengan garam dapur hingga merata. Proses pelumuran dilakukan selama kurang lebih 24 jam. Proses selanjutnya adalah irisan gadung dibilas hingga bersih, kemudian irisan gadung di rendam dalam bak plastik berisi air selama lebih kurang 72 jam. Proses selanjutnya adalah pengeringan didalam pengering kabinet otomatis dengan suhu 55°C selama 12 jam sampai diperoleh *chips* gadung kering. *Chips* gadung yang telah kering kemudian digiling dengan menggunakan blender hingga halus. Serbuk gadung kemudian diayak dengan menggunakan ayakan dengan ukuran 80 *mesh* dan didapatkan tepung gadung rendah HCN.

Sedangkan menurut penelitian Hersoelisytorini (2017) menjelaskan pembuatan tepung gadung secara modifikasi dengan fermentasi, yaitu umbi gadung yang telah dikupas dicuci terlebih dahulu kemudian diiris dengan bentuk *chips*, selanjutnya difermentasi dengan ekstrak kubis 8% (pembuatan ekstrak kubis menurut penelitian Dewi, 2007). Setelah direndam menggunakan ekstrak kubis fermentasi selama 28,5 jam dengan konsentrasi ekstrak kubis sebesar 41,5%, *chips* gadung ditiriskan lalu dikeringkan dengan suhu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ selama ± 12 jam. Proses selanjutnya adalah penepungan dengan menggunakan ayakan ukuran 80 *mesh* dan didapatkan tepung gadung rendah HCN. Dari kedua metode pembuatan tepung gadung secara konvensional maupun secara modifikasi dapat menurunkan kadar HCN dan aman atau layak untuk dikonsumsi. Karakterisasi kandungan kimia tepung gadung tanpa perlakuan menggunakan ekstrak kubis fermentasi menurut penelitian Hersoelisytorini (2017) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakterisasi Kandungan Kimia Tepung Gadung Tanpa Perlakuan Menggunakan Ekstrak Kubis Fermentasi

Parameter	Jumlah
Amilosa (%)	23.3984
Amilopektin (%)	39.5616
HCN (%)	46.9017
Pati (%)	62.9600
<i>Resistant Starch</i> (%)	0.06310
<i>Bulk Density</i> (%)	0.42165
<i>Swelling Power</i> (%)	4.69400
<i>Solubility</i> (%)	17.9900

Sumber : Hersoelisytorini, 2017

Pada penelitian Uba'idillah (2015), pembuatan mie kering substitusi dengan tepung gadung dapat ditambahkan pada konsentrasi 10% tepung gadung dan 80% tepung terigu yang merupakan hasil terbaik dari penelitiannya. Sedangkan pada penelitian Sumiati dkk, 2014 pada pembuatan *sponge cake* substitusi tepung gadung

dapat ditambahkan pada konsentrasi 50% tepung gadung dan 50% tepung terigu yang merupakan hasil terbaik dari penelitiannya. Sedangkan menurut penelitian Rosmeri dan Monica (2013), pembuatan mie basah dan mie instan substitusi tepung gadung dapat ditambahkan sampai konsentrasi 40% tepung gadung dan 60% tepung terigu. Dan pada pembuatan mie kering substitusi tepung gadung dapat ditambahkan sampai konsentrasi 20% tepung gadung dan 80% tepung terigu. Batasan menggunakan tepung terigu sebagai bahan pensubstitusi dengan tepung gadung yaitu sampai dengan 50%.

D. Olahan Tepung Gadung

Pengembangan produk pangan dari olahan tepung gadung yaitu pada pembuatan mie kering, mie instan, mie basah, serta *sponge cake* yang disubstitusi dengan tepung gadung yaitu sebagai berikut :

1. Mie

Mie adalah salah satu bentuk makanan pokok yang cukup diminati oleh masyarakat Indonesia sebagai contoh mie kering dan mie instan yang sering dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat Indonesia khususnya yang tinggal di wilayah perkotaan, yang mempunyai jadwal atau aktifitas yang padat. Mereka memilih mie kering dan mie instan karena dapat dijadikan makanan alternatif pengganti nasi (Astawan, 2008). Mie merupakan bahan pangan yang cukup potensial, selain harganya relatif murah dan praktis mengolahnya, mie juga mempunyai kandungan gizi yang cukup baik. Di dalam 100 gr mie kering terkandung 338 Kal, protein 7.6 g, lemak 11.8 g, karbohidrat 50.0 g, mineral 1.7 mg dan kalsium 49 mg. Dilihat dari kandungan gizinya, mie rendah akan kandungan kalorinya sehingga cocok untuk orang yang sedang menjalani diet rendah kalori (Anonim, 2010). Salah satu produk industri hasil pertanian adalah mie.

Mie merupakan salah satu produk olahan yang terbuat dari bahan dasar gandum (tepung terigu) dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lainnya yang diizinkan. Dalam ilmu pangan, mie dapat dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu mie segar atau mie mentah, mie basah, mie kering dan mie instan. Mie segar atau mie mentah adalah mie yang tidak mengalami proses tambahan setelah pemotongan dan mengandung kadar air sekitar 35 %, umumnya digunakan untuk bahan baku mie ayam. Mie basah adalah jenis mie yang mengalami proses perebusan setelah tahap pemotongan dan mengandung

kadar air 52%. Mie kering adalah mie segar yang telah dikeringkan hingga kadar airnya mencapai 8- 10%. Sedangkan mie instant adalah mie yang dihasilkan dari proses penggorengan setelah diperoleh mie segar. Kadar air mie instant umumnya 5- 8%, sehingga memiliki daya simpan yang lama (Anonim, 2010).

Badan Standar Nasional (SNI) nomor 01- 3551- 1994, mie instant didefinisikan sebagai produk makanan kering yang terbuat dari tepung terigu dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain dan bahan tambahan makanan yang diizinkan, berbentuk khas mie dan siap dihidangkan setelah dimasak atau diseduh dengan air mendidih selama 3- 4 menit. Ada 3 (tiga) golongan mie berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu :

a. Mie basah

Produk makanan basah yang dibuat dari tepung terigu dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain dan bahan tambahan makanan yang diizinkan, berbentuk khas mie.

b. Mie kering

Produk makanan kering yang dibuat dari tepung terigu dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain dan bahan tambahan makanan yang diizinkan, berbentuk khas mie.

c. Mie instan

Mie instan dibuat dari adonan terigu sebagai bahan utama dengan atau tanpa penambahan bahan lainnya. Mie instan dicirikan dengan adanya penambahan bumbu dan memerlukan proses rehidrasi untuk siap dikonsumsi.

2. *Sponge Cake*

Creamcheese cake merupakan modifikasi *chiffon cake* dengan penambahan *cream cheese*. Metode yang digunakan identik dengan metode *chiffon*, yaitu mencampur cairan, lemak, kuning telur dan tepung secara bersama serta mengocok putih telur pada tempat terpisah. Setelah adonan putih telur siap dicampur dengan pengadukan balik pada adonan kuning telur lalu memanggangnya. Porsi *creamcheese* yang besar memberi *creamcheese cake* menjadi *creamy, rich*, lembut seperti rasa *creamcheese cake*. Karakter seperti *chiffon cake* yang terdapat pada *creamcheese cake* adalah halus, lembut, *light, fluffy, spongy, moist* dan *creamy* (Nguyen, 2016).

Menurut Indriani (2015), *creamcheese cake* dibuat dengan memanaskan *cream cheese* dan mentega hingga mengental baru kemudian dimasukkan maizena dan kuning telur ke dalam adonan. Putih telur dikocok terpisah hingga kaku dan terbentuk *soft peak*, kemudian ditambahkan ke dalam adonan tepung dan kuning telur. *Creamcheese cake* dipanggang di dalam oven dengan teknik *bain marie* atau *water bath*, yaitu teknik memanggang *cake* dengan cara meletakkan loyang berisi adonan ke dalam loyang lainnya berisi air panas. Teknik *bain marie* bertujuan untuk menghasilkan *creamcheese cake* dengan permukaan yang berwarna terang, terlihat basah, lembut dan mencegah retak pada permukaan *creamcheese cake*.

E. *Stick*

Stick merupakan salah satu makanan ringan atau jenis kue kering yang penyelesaiannya dengan cara digoreng. Banyak produk *stick* yang sudah beredar dipasaran dengan konsumen yang berasal dari berbagai jenis umur, disamping itu banyak juga konsumen yang tertarik dengan produk *stick* karena kerenyahannya dan pilihan rasanya. Selama ini sebagian besar produk yang beredar dipasaran yaitu *stick* keju (*cheese stick*), *stick* yang didalamnya ditambahkan keju dan ada juga *stick* dengan rasa tertentu karena didalamnya ditambahkan bumbu tertentu. *Stick* merupakan salah satu jenis kue kering yang berbentuk pipih panjang dengan bahan dasar tepung terigu, tepung tapioka (kanji), lemak, telur dan air yang cara penyelesaiannya dengan cara digoreng, serta mempunyai rasa gurih dan renyah/*crispy* (Pratiwi, 2013).

Makanan olahan *stick* saat ini telah mengalami banyak variasi dan perkembangan dengan memanfaatkan bahan dasar dari daerah (lokal) seperti *stick* ikan, *stick* ubi jalar, *stick* rumput laut, *stick* jagung, dan juga *stick* dari buah sukun yang sekarang sudah banyak dikembangkan. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *stick* terdiri dari :

1. Tepung Tapioka

Menurut Suprapti (2005), tepung tapioka (kanji) adalah tepung dari umbi singkong yang dikeringkan dan dihaluskan. Tepung tapioka ditambahkan pada pembuatan *stick* ini karena berdasarkan pra eksperimen pembuatan *stick* dengan penambahan tepung tapioka didapatkan hasil yang lebih bagus daripada tidak menggunakan tepung tapioka. Pratiwi (2013) menyatakan, tepung tapioka digunakan sebagai perekat dan memberikan tekstur renyah pada makanan yang digoreng.

2. Tepung Terigu

Tim Sriboga Raturaya (2005), bahan dasar dalam pembuatan *stick* adalah tepung terigu, ditinjau dari kandungan proteinnya. Menurut Pratiwi (2013), menjelaskan bahwa tepung terigu terdiri dari tiga jenis yaitu tepung terigu hard atau keras (protein tinggi), tepung terigu protein medium (sedang), tepung terigu protein soft atau lunak (protein rendah). Berdasarkan jenis tepung terigu di atas maka yang dapat digunakan dalam pembuatan *stick* adalah tepung terigu berprotein rendah atau bisa juga menggunakan tepung terigu berprotein sedang. Dalam penelitian ini penggunaan tepung terigu akan disubstitusi dengan tepung gadung.

3. Margarin

Margarin yaitu produk makanan yang berbentuk emulsi padat atau semi padat yang dibuat dari lemak nabati dan air, dengan atau tanpa penambahan bahan lain yang diizinkan (Astawan, 2006). Lemak dalam pembuatan *stick* berguna untuk memberikan keempukan pada produk, memperbaiki *eating quality* produk, dan menambah flavor (Widowati, 2003).

4. Garam

Garam yang digunakan dalam pembuatan *stick* yaitu garam beryodium dan berbentuk serbuk halus. Penambahan garam dapur pada pembuatan *stick* berfungsi untuk memantapkan rasa. Garam yang digunakan yaitu garam yang bebas dari gumpalan, bersih dan berwarna putih cerah (Pratiwi, 2013).

5. Telur

Telur yang digunakan dalam pembuatan *stick* ini adalah telur ayam. Telur ayam dapat mempengaruhi tekstur kue karena tidak memiliki daya emulsi sehingga menjaga kestabilan adonan dan sebagai pengikat bahan-bahan lain dalam adonan, memberi rasa lezat dan menambah gizi (Pratiwi, 2013). Telur dalam pembuatan *stick* juga berfungsi sebagai bahan pengembang, menambah flavor dan rasa gurih serta menambah nilai gizi (Widowati, 2003).

6. Minyak Goreng

Minyak goreng yang biasa digunakan untuk pembuatan *stick* adalah minyak kelapa sawit (Pratiwi, 2013). Dalam penggorengan, minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah nilai gizi dan kalori dalam bahan pangan (Ketaren, 1986). Minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng ialah yang jernih,

tidak jenuh dan tidak beraroma tengik. Kualitas makanan yang digoreng akan banyak dipengaruhi oleh kualitas minyak goreng. Oleh karena itu meskipun penggunaan minyak goreng bisa diulang, tapi sebaiknya tidak lebih dari 4 kali atau jika warnanya sudah berubah menjadi hitam akibat sisa penggorengan makanan (Muchtadi, 2006).

7. Air

Air berperan untuk mengontrol kepadatan adonan, mengontrol suhu adonan, dan pemanasan atau pendinginan adonan. Air melarutkan garam, menahan dan menyebarkan bahan-bahan bukan tepung secara seragam. Disamping itu air juga berfungsi sebagai media reaksi antara gluten dengan karbohidrat (Widowati, 2003). Air yang digunakan dalam pembuatan *stick* ialah air yang memiliki syarat yang baik yaitu tidak berasa, tidak berbau, tidak beraroma dan tidak berwarna (Pratiwi, 2013).

F. Amilosa

Winarno (2002), menjelaskan pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi yang tidak larut disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa, sedangkan amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa sebanyak 4-5% dari berat total. Menurut Lehninger (1982), berdasarkan mekanisme hidrolisis enzimatis, amilosa dapat dihidrolisis hanya dengan satu enzim yaitu alfa-amilase. Sedangkan amilopektin mempunyai rantai 3 cabang, sehingga struktur yang pertama kali dihidrolisis oleh alfa-amilase adalah bagian terluar, kemudian dilanjutkan oleh alfa-glukosidase. Berat molekul amilopektin lebih besar dibandingkan amilosa. Dengan demikian amilopektin memerlukan waktu lebih lama untuk dicerna dibandingkan amilosa.

Pada penelitian Ulyarti (1997), menyatakan bahwa amilosa adalah bagian dari pati yang terdapat dalam tumbuh-tumbuhan terutama pada padi-padian, biji-bijian dan umbi-umbian. Amilosa memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan hidrogen atau mengalami retrogradasi. Semakin banyak amilosa pada pati akan membatasi pengembangan granula dan mempertahankan integritas granula. Semakin tinggi kadar amilosa maka semakin kuat ikatan intramolekulnya. Viskositas pasta amilosa memiliki hubungan linear dengan konsentrasi. Pada selang konsentrasi amilosa 0-0.6%, peningkatan konsentrasi amilosa akan meningkatkan viskositasnya.

Menurut Ulyarti (1997), sifat amilosa yang penting jika dibandingkan dengan amilopektin adalah amilosa lebih mudah keluar dari granula dan memiliki kemampuan untuk mudah berasosiasi dengan sesamanya. Seperti pada umumnya polimer linear, amilosa mampu membentuk film dan serat (*fibers*) dengan kekuatan mekanik yang tinggi sehingga memungkinkan untuk dipergunakan sebagai pelapis makanan yang transparan sekaligus dapat dimakan. Tepung umbi gadung memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan tepung yang terbuat dari umbi-umbian lain, yaitu memiliki kandungan amilosa yang tinggi. Gadung yang sudah diolah menjadi tepung mengandung amilosa sebanyak 39,3% jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tepung kentang yaitu 28,1%, dan tepung uwi ungu 24,6% yang tumbuh di Kanada (Guranatne and Hoover, 2002), serta tepung umbi gembili yang tumbuh di Cina 20,74 hingga 25,94% (Shujun *et al.*, 2006).

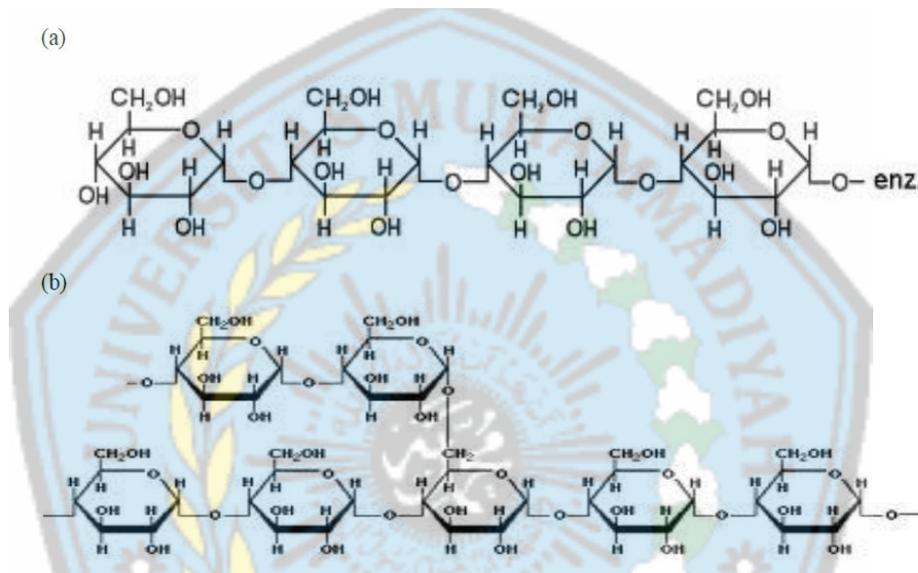
G. Tingkat Kekerasan

Kekerasan suatu bahan pangan mengindikasikan seberapa banyak kekuatan tekanan yang dibutuhkan untuk menghancurkan produk tersebut. Kekerasan berbanding terbalik dengan kerenyahan suatu produk, semakin tinggi nilai kekerasan suatu produk menunjukkan bahwa produk tersebut memiliki kerenyahan yang rendah dan sebaliknya (Buckle *et al.*, 1987).

Kekerasan makanan kering atau snack dipengaruhi oleh kandungan air. Kerenyahan produk berbahan jagung berdasarkan penelitian Mazumder *et al.*, (2007) menunjukkan bahwa hasil pengukuran kadar air 10% mengindikasikan produk kehilangan kerenyahannya karena terjadi plastisisasi oleh adanya matriks patiprotein yang sangat kuat, namun hasil analisis sensori menunjukkan bahwa snack jagung sudah tidak renyah pada kadar air 6%. Kadar air suatu produk mempengaruhi kekerasan terhadap produk, penurunan kadar air menyebabkan semakin tingginya kekerasan produk tersebut (Setyowati, 2002).

Kerenyahan suatu produk juga dapat hilang oleh hasil plastisisasi struktur fisik oleh suhu dan air. Perubahan kekerasan atau kerenyahan makanan kering dari bahan yang amorfous terjadi pada suhu ruang dengan kisaran aw kritis yaitu 0,35-0,50 (Eskin and Robinson, 2001). Hardman (1989) menjelaskan bahwa kelembaban yang tinggi menyebabkan reduksi yang sangat besar pada kerenyahan dan kekuatan patah.

Amilopektin yang memiliki rantai cabang lebih panjang memiliki kecenderungan yang kuat untuk membentuk gel. Adanya amilopektin pada pati akan mengurangi kecenderungan pati dalam membentuk gel. Karakteristik seperti tekstur, viskositas, dan stabilitas dipengaruhi secara nyata oleh kadar dan berat molekul amilosa dan amilopektin (Luallen 1988, diacu dalam Munarso 1998). Perbandingan amilosa dan amilopektin dapat menentukan tekstur pada produk pangan (Winarno 1981), dimana *stick* memiliki tekstur yang renyah. Struktur kimia amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur kimia (a) amilosa dan (b) amilopektin

Struktur cabang pada amilopektin merupakan salah satu hasil mekanisme enzim yang memecah rantai linier yang panjang. Hasil pecahan berupa rantai-rantai pendek dengan 25 unit glukosa yang kemudian bergabung membentuk struktur yang berantai banyak (Ulyarti 1997). Derajat polimerasi amilopektin sangat bervariasi. Bila dibandingkan dengan amilosa yang hanya memiliki derajat polimerisasi sebesar 500-2.000 unit glukosa yang berarti berat molekul amilopektin $\pm 10^7$ Dalton. Amilopektin merupakan komponen pati yang membentuk kristalinitas granula pati. Viskositas pasta amilopektin akan meningkat apabila konsentrasinya dinaikkan (0-3%). Akan tetapi hubungan ini tidak linier sehingga diperkirakan terjadi interaksi atau pengikatan secara acak diantara molekul-molekul cabang (Ulyarti 1997).

H. Sifat Sensori

Sifat sensori *stick* ini meliputi warna, aroma, tekstur, dan rasa menggunakan uji hedonik kesukaan dengan penilaian angka. Menurut Pratiwi (2013), *stick* yang baik mempunyai ciri-ciri sifat sensori seperti berwarna kuning, tekstur renyah, aroma harum, dan memiliki rasa gurih.

Warna kuning pada *stick* disebabkan karena adanya proses *browning* dimana terjadi aktivasi enzim umbi gadung yang bereaksi dengan udara saat proses pengirisan (Hikmah, 2006), selain itu pada proses penggorengan juga mengakibatkan terjadinya reaksi *browning* yang menyebabkan perubahan warna pada *stick*.

Tekstur renyah pada *stick* substitusi tepung gadung dikarenakan adanya kandungan amilosa pada tepung gadung yang sangat berpengaruh pada tingkat kerenyahan atau pengembangan suatu produk pangan. Dimana tepung dengan kadar amilosa yang rendah memiliki kadar amilopektin tinggi, dimana amilopektin bersifat merangsang terjadinya proses mekar (*puffing*), sehingga produk pangan yang dihasilkan bersifat renyah, ringan, porus dan garing (Hersoelistyorini, 2015).

Menurut Widowati (2003), aroma pada *stick* disebabkan oleh penambahan margarin, hal ini disebabkan lemak dalam pembuatan *stick* berguna untuk memberikan keempukan pada produk, memperbaiki *eating quality* produk, menambah flavor, dan menambah rasa harum pada *stick*.

Stick memiliki rasa gurih hal ini disebabkan oleh kandungan protein yang terdapat pada tepung gadung serta tepung terigu sehingga pada saat *stick* digoreng, protein akan terdenaturasi menjadi asam amino (Mualim, *et al.* 2013). Salah satu asam amino yang dapat menimbulkan rasa yang lezat adalah asam amino glutamat (Winarno, 2004).

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2000) camilan *stick* masuk dalam kategori makanan ringan ekstrudat. Makanan ringan ekstrudat adalah makanan ringan yang dibuat melalui proses ekstruksi dari bahan baku tepung dan atau pati untuk pangan dengan penambahan bahan makanan lain serta bahan tambahan makanan lain yang diijinkan dengan atau tanpa melalui proses penggorengan. Berikut adalah mutu produk makanan ringan ekstrudat :

Tabel 3. Syarat mutu produk makanan ringan ekstrudat

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
Keadaan :		
Bau	-	Normal
Rasa	-	Normal
Warna	-	Normal
Kadar Air	%, b/b	Maksimal 4
Kadar Lemak :		
Tanpa penggorengan	%, b/b	Maksimal 30
Dengan penggorengan	%, b/b	Maksimal 38
Kadar silikat	%, b/b	Maksimal 0,1
Bahan Tambahan Makanan:		
Pemanis buatan	-	SNI 01-0222-1995
Pewarna	-	Permenkes No.722/Menkes/Per/IX/1988
Cemaran Logam :		
Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimal 1,0
Tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimal 1,0
Seng (Zn)	mg/kg	Maksimal 40
Merkuri (Hg)	mg/kg	Maksimal 0,05
Arsen (As)	mg/g	Maksimal 0,5
Cemaran mikroba :		
Angka Lempeng Total	Koloni/g	Maksimal $1,0 \times 10^4$
Kapang	Koloni/g	Maksimal 50
<i>E.coli</i>	APM/g	Negatif

Sumber : SNI 01-2886-2000

Disisi lain, terdapat produk pangan seperti mie kering yang disubstitusi tepung gadung dengan formulasi terbaik yaitu pada penambahan tepung gadung sebanyak 10%, dengan kriteria sifat sensori yaitu warna kuning, tekstur kenyal, aroma khas mie dan rasa gurih (Uba'idillah, 2015). Selain mie kering, terdapat produk pangan dari olahan tepung gadung yaitu *sponge cake*. Menurut penelitian Sumiati dkk (2014), kualitas *sponge cake* terbaik yaitu pada penambahan tepung gadung sebanyak 50% dengan kriteria sifat sensori yaitu rasa manis, warna kuning keemasan dan tekstur lembut.