

## I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan menguraikan mengenai : (1) Latar Belakang Penelitian, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian, dan (7) Waktu dan Tempat Penelitian.

### 1.1. Latar Belakang Penelitian

*Tortilla chips* merupakan salah satu produk makanan ringan berbentuk seperti keripik dengan ukuran ketebalan yang berbeda-beda yang terbuat dari jagung atau produk pertanian lainnya. Bahan-bahan yang digunakan pada pembuatan *tortilla chips* adalah tepung terigu, tapioka, garam, dan bahan-bahan yang berperan sebagai sumber protein seperti jagung (Santoso dkk., 2006).

Jagung merupakan salah satu komoditas pertanian yang mempunyai potensi dan prospek yang baik. Selain sebagai bahan pangan terpenting kedua setelah beras, jagung banyak digunakan sebagai sayuran, pakan ternak, dan bahan baku industri (Effendi, 2006).

Perkembangan tingkat konsumsi jagung perkapita secara umum tingkat konsumsi jagung/kapita/tahun di pedesaan lebih tinggi dibanding konsumsi di perkotaan. Provinsi yang tingkat konsumsi jagung perkapitanya tinggi adalah Lampung dengan tingkat pemakaian 11,84 kg/kapita/tahun, Jawa Tengah 8,57 kg/kapita/tahun, Jawa Timur 9,80 kg/kapita/tahun, NTT 39,21 kg/kapita/tahun, Sulawesi Utara 13,79 kg/kapita/tahun dan Sulawesi Tenggara 14,66 kg/kapita/tahun (Haliza dkk., 2012).

Pemanfaatan jagung untuk 5 tahun kedepan berpeluang meningkat tidak hanya sebagai sumber pakan tetapi dapat diolah menjadi berbagai produk pangan yang bernilai ekonomi seperti pati jagung, minyak jagung, berasan jagung dan tepung jagung. Berasan jagung dimanfaatkan untuk mengganti atau mensubstitusi beras (dari padi), sedangkan tepung jagung potensial mengganti atau mensubstitusi terigu untuk produk rotian maupun mie jagung (Haliza dkk., 2012).

Kandungan kimia jagung cukup baik untuk dijadikan bahan pangan. Komposisi kimia jagung sebagian besar terdiri atas pati 54,1-71,7 %, protein 11,1-26,6 %, lemak 5,3-19,6 %, serat 2,6-9,5 %, abu 1,4-2,1 %. Komposisi tersebut sangat tergantung pada faktor genetik, varietas dan kondisi penanamannya. Dengan demikian jagung merupakan sumber pangan berenergi dan potensial yaitu disamping sumber gula atau karbohidrat juga mengandung protein dan lemak yang cukup tinggi (Haliza dkk., 2012).

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi jagung antara lain dengan perbaikan teknik budidaya, yaitu penggunaan varietas unggul dan pengaturan tingkat populasi yang optimal. Salah satu varietas unggul adalah varietas hibrida, yang mempunyai potensi hasil lebih tinggi dibandingkan varietas bersari bebas, berumur genjah, dan resisten terhadap hama dan penyakit (Effendi, 2006).

Secara umum jagung hibrida memberikan peluang hasil lebih tinggi dibandingkan jagung komposit. Namun jagung hibrida hasil produksi berikutnya tidak dapat ditanam lagi sebagai sumber benih (Deptan, 2008).

Indonesia mengalami kesulitan dalam memproduksi gandum sebagai bahan baku pembuatan terigu, sehingga untuk mencukupi kebutuhan tepung terigu, Indonesia harus impor terigu dari luar negeri. Menurut Badan Pusat Statistik perihal angka impor terigu pada tahun 2015, Indonesia mengimpor terigu sebanyak 97.829.573 kg (BPS,2016). Pemanfaatan bahan baku lokal perlu ditingkatkan untuk menggantikan terigu pada produk-produk pangan, sehingga dapat menurunkan angka impor terigu Indonesia. Jenis bahan pangan sumber karbohidrat lokal dapat dimanfaatkan sebagai pengganti terigu, salah satunya adalah singkong.

Ubi kayu berpotensi dimanfaatkan untuk penganekaragaman produk pangan, karena tersedia banyak dan harga relatif murah. Menurut laporan Dinas Pertanian Provinsi Sumatera Utara (2009), produksi ubi kayu tahun 2005 sebesar 114.149 ton, tahun 2006 sebanyak 133.045 ton, tahun 2007 sebanyak 114.550 ton. Untuk meningkatkan daya gunanya ubi dapat diolah menjadi tepung komposit yang selanjutnya terlebih dahulu dijadikan tepung, dan dari tepung dapat dikembangkan menjadi bahan untuk berbagai produk (Setiavani, 2007).

Singkong atau ubi kayu produksinya sangat melimpah di Indonesia. Singkong atau ubi kayu adalah salah satu jenis umbi-umbian yang memiliki potensi sebagai bahan pangan fungsional, yaitu dengan cara memodifikasi patinya. Pemanfaatan pati asli masih sangat terbatas karena sifat fisik dan kimianya kurang sesuai untuk digunakan secara luas. Oleh karena itu, pati akan meningkat nilai ekonominya jika dimodifikasi sifat-sifatnya melalui perlakuan fisik, kimia, atau kombinasi keduanya (Liu dkk, 2005).

Pati memiliki keterbatasan dalam penggunaannya dalam industri. Kendala-kendala yang dihadapi adalah ketahanan panas yang rendah, retrogradasi dan sineresis yang tinggi serta kelarutan dan kereaktifan yang rendah dalam pelarut organik.

Oleh karena itu, untuk memenuhi berbagai kebutuhan industri, sifat-sifat pati perlu dimodifikasi dengan berbagai macam metode. Modifikasi (pengubahan karakteristik fisika dan kimia untuk meningkatkan kualitas) dapat digunakan untuk meningkatkan sifat-sifat fisik-kimia yang kurang baik dari pati (Miyazaki dkk, 2006).

Pati termodifikasi adalah pati yang gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia atau dengan mengganggu struktur asalnya. Pati diberi perlakuan tertentu dengan tujuan menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk merubah beberapa sifat sebelumnya atau sifat lainnya. Perlakuan ini dapat mencakup penggunaan panas, asam, alkali, zat pengoksidasi atau bahan kimia lainnya yang akan menghasilkan gugus kimia baru atau perubahan bentuk, ukuran serta struktur molekul pati (Koswara, 2009).

Setiap jenis pati memiliki karakteristik dan sifat fungsional yang berbeda. Peningkatan sifat fungsional dan karakteristik pati dapat diperoleh melalui modifikasi pati (Manuel, 1996). Pati modifikasi adalah pati yang telah diubah sifat aslinya, yaitu sifat kimia dan/atau fisiknya sehingga mempunyai karakteristik sesuai dengan yang dikehendaki (Wuzberg, 1989).

Pati termodifikasi adalah pati yang telah mengalami perlakuan fisik atau kimia secara terkendali sehingga mengubah satu atau lebih dari sifat asalnya,

seperti suhu awal gelatinisasi, karakteristik selama proses gelatinisasi, ketahanan oleh pemanasan, pengasaman dan pengadukan, serta kecenderungan retrogradasi (Kusnandar, 2010).

Modifikasi pati dapat diklasifikasikan menjadi empat kategori; fisik, kimia, enzimatik, dan modifikasi genetik, yang bertujuan menghasilkan produk turunan yang baru dengan peningkatan sifat-sifat fisik-kimia dengan bentuk struktural yang berguna. Modifikasi kimia melibatkan penambahan gugus fungsi ke dalam molekul pati yang menghasilkan perubahan sifat-sifat fisik-kimia. Modifikasi semacam ini mengubah sifat-sifat gelatinisasi, pengeleman, dan retrogradasi secara mendalam (Koswara, 2009).

Setiap metode modifikasi tersebut menghasilkan pati termodifikasi dengan sifat yang berbeda-beda. Modifikasi dengan asam akan menghasilkan pati dengan sifat lebih encer jika dilarutkan, lebih mudah larut, dan berat molekulnya lebih rendah. Modifikasi dengan enzim, biasanya menggunakan enzim alfa-amilase, menghasilkan pati yang kekentalannya lebih stabil pada suhu panas maupun dingin dan sifat pembekuan gel yang baik. Modifikasi dengan oksidasi menghasilkan pati dengan sifat lebih jernih, kekuatan regangan dan kekentalannya lebih rendah. Sedangkan modifikasi dengan ikatan silang menghasilkan pati yang kekentalannya tinggi jika dibuat larutan dan lebih tahan terhadap perlakuan mekanis (Koswara, 2009).

Modifikasi pati adalah perlakuan tertentu yang diberikan pada pati agar diperoleh sifat yang lebih baik atau mengubah beberapa sifat tertentu (Saguila dkk, 2005). Pati modifikasi adalah pati yang diberi perlakuan tertentu yang

bertujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk mengubah beberapa sifat lainnya. Industri pangan sudah mulai memanfaatkan penggunaan pati modifikasi sebagai bahan pembantu bagi produk makanan tertentu. Penambahan pati modifikasi pada produk pangan dapat meningkatkan nilai fungsional dan mempunyai keunggulan kualitas. Keunggulan penggunaan pati modifikasi dalam bentuk *resistant starch* dapat menjadikan produk lebih *crispy*, lebih baik dari segi *mouthfeel*, warna dan flavor bila dibandingkan dengan produk yang ditambahkan *traditional ingredient* seperti serat pangan yang tidak larut (Faridah, 2011).

Tepung singkong modifikasi *autoclaving-cooling cycle* dapat digunakan sebagai bahan baku berbagai jenis olahan atau produk pangan. Karakteristik dari tepung singkong modifikasi *autoclaving-cooling cycle* ini tidak sama dengan tepung terigu, sehingga diperlukan formulasi dalam pembuatan *tortilla chips* bermutu baik.

Proses modifikasi dengan cara *autoclaving-cooling cycle* yang berulang menyebabkan terjadinya peningkatan penyusunan amilosa-amilosa dan amilosa-amilopektin dan peningkatan pembentukan kristalin yang lebih sempurna yang berakibat pada peningkatan kadar Pati Resisten tipe 3 (RS3) (Leong, 2007). Rekrystalisasi amilosa terjadi selama proses pendinginan (*cooling*). Amilosa teretrogradasi (RS3) bersifat lebih stabil terhadap panas, sangat kompleks, dan tahan terhadap enzim *amylase* (Setiarto, 2015).

Isolat soy protein (ISP) merupakan bentuk protein yang paling murni, karena memiliki kadar protein minimum 95% dari berat keringnya (Koswara,

2002). Isolat soy protein (ISP) bersifat hidrofilik (suka air) karena mempunyai gugus polar seperti gugus karboksil dan amino sehingga memiliki kemampuan untuk menyerap air dan menahannya dalam suatu sistem pangan. Isolat soy protein (ISP) memiliki kadar protein 95% sehingga penambahannya pada produk hanya sedikit.

Isolat soy protein (ISP) merupakan bentuk protein kedelai yang paling murni, karena kadar protein minimumnya 95% dalam berat kering. Produk ini hampir bebas dari karbohidrat, serat dan lemak sehingga sifat fungsionalnya jauh lebih baik dibandingkan dengan konsentrat protein maupun tepung atau bubuk kedelai. Isolat soy protein (ISP) dapat dibuat dari tepung kedelai bebas lemak maupun biji kedelai utuh. Isolat soy protein (ISP) baik sekali digunakan dalam formulasi makanan, karena dapat berfungsi sebagai zat additif untuk memperbaiki penampilan produk, tekstur, serta flavor produk (Koswara, 2002).

Isolat protein kedelai juga memiliki kemampuan daya serap air yang tinggi. Hal ini disebabkan protein kedelai bersifat hidrofilik (suka air) dan mempunyai celah-celah polar seperti gugus karboksil dan amino yang dapat meng ion. Adanya kemampuan meng ion ini menyebabkan daya serap air isolat protein kedelai dipengaruhi oleh pH makanan. Daya serap air isolat protein kedelai sangat penting peranannya dalam makanan panggang (*baked goods*) karena dapat meningkatkan rendemen adonan dan memudahkan penanganannya. Disamping itu, sifat menahan air akan memperlama kesegaran makanan, misalnya pada biskuit dan roti (Koswara, 2002).

Rumput laut merupakan salah satu jenis budidaya dibidang perikanan yang mempunyai peluang untuk dikembangkan. Menurut Badan Perhitungan Statistik, produksi rumput laut pada tahun 2006 s/d 2012 mengalami kenaikan rata-rata 25,82% yaitu untuk tahun 2006 sebanyak 39,60 ton, tahun 2007 sebanyak 100 ton, tahun 2008 sebanyak 193,96 ton, tahun 2011 sebanyak 273,17 ton dan tahun 2012 sebanyak 787,87 ton (Badan Pusat Statistik, 2012).

Rumput laut merupakan salah satu jenis tanaman tingkat rendah dalam golongan ganggang yang hidup di air laut. Rumput laut merupakan salah satu komoditas laut yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi. Indonesia memiliki luas area untuk kegiatan budidaya rumput laut seluas 1.110.900 ha, tetapi pengembangan budidaya rumput laut baru memanfaatkan lahan seluas 222.180 ha (20% dari luas areal potensial) (Diskanlut Sulteng dan LP3L TALINTI, 2007).

Salah satu jenis rumput laut yang dibudidayakan oleh masyarakat adalah *Eucheuma cottonii* (*Kappaphycus alvarezii*). Jenis ini banyak dibudidayakan karena teknologi produksinya relatif murah dan mudah serta penanganan pasca panen relatif mudah dan sederhana. Selain sebagai bahan baku industri, rumput laut jenis ini juga dapat diolah menjadi makanan yang dapat dikonsumsi langsung (Wijayanto dkk, 2011).

Produksi rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan yang signifikan, pada tahun 2011 lebih tinggi dibandingkan tahun sebelumnya yang mencapai 221.047 ton. Produksi rumput laut tahun 2010 lebih tinggi dibandingkan dengan tahun 2009 yang mencapai 147.250,88 ton (BPS, 2011). Sedangkan produksi rumput laut di Indonesia cukup melimpah dan

meningkat dari tahun ke tahun. Lokasi pengembangan budidaya rumput laut di Indonesia seluas 25.700 Ha, tetapi masyarakat Indonesia dalam memanfaatkannya sebagai bahan pangan sumber serta masih rendah. Produksi rumput laut yang melimpah tersebut belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat karena rumput laut di Indonesia belum banyak diolah lebih lanjut oleh petani (Herminiati, 2008).

Penelitian ini menggunakan program *design expert* metode *mixture d-optimal* yang digunakan untuk membantu mengoptimalkan produk atau proses. Program ini mempunyai kekurangan yaitu proporsi dari faktor yang berbeda harus bernilai 100% sehingga merumitkan desain serta analisis *mixture design*. Program *design expert* metode *mixture d-optimal* ini juga mempunyai kelebihan dibandingkan program olahan data yang lain. Ketelitian program ini secara numeric mencapai 0.001 dalam menentukan model matematik yang cocok untuk optimasi (Akbar, 2012).

Program *design expert* ini menyediakan rancangan yang efisiensinya tinggi untuk *mixture design techniques*. Menu *mixture* yang dipakai yang dikhususkan untuk mengolah formulasi dan menentukan formulasi yang optimal. Metoda yang dipakai ialah *d-optimal* yang mempunyai sifat fleksibilitas yang tinggi dalam meminimalisasikan masalah dan kesesuaian dalam menentukan jumlah batasan bahan yang berubah lebih dari 2 respon. Program ini akan mengoptimalkan proses termasuk dalam proses pembuatan *tortilla chips* dengan beberapa variabel yang dinyatakan dalam satuan respon (Cornell, 1990).

## **1.2. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Penggunaan program *design expert* metode *d-optimal* dalam pembuatan *Tortilla chips* dengan bahan baku (jagung, tepung singkong modifikasi *autoclaving-cooling cycle*, Isolat soy protein (ISP).) dan bahan tambahan (rumput laut dan tepung tapioka) dapat diperoleh formulasi yang optimal?

## **1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganekaragamkan produk *tortilla chips* dengan penambahan tepung singkong modifikasi *autoclaving-cooling cycle* dan Isolat soy protein (ISP).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan formulasi yang terbaik dalam pembuatan *tortilla chips* dengan menggunakan program *Design Expert* metode *Mixture Design d-Optimal*.

## **1.4. Manfaat penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai perkembangan ilmu dan teknologi pengolahan *tortilla chips*, sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu pedoman atau alternatif dalam variasi pengolahan jagung dan pembuatan *tortilla chips*.
2. Untuk meningkatkan pemanfaatan produk pangan lokal yang bergizi dan penganekaragaman produk pangan yang dapat mendukung ketahanan pangan.
3. Dapat meningkatkan nilai jual produk pangan lokal.

### 1.5. Kerangka Penelitian

Umbi perlu disimpan dengan baik agar mutunya tetap baik. Penyimpanan umbi yang baik dan benar menuntut persyaratan teknis yang memadai agar dapat menekan terjadinya penguapan sehingga proses enzimatis yang terjadi dalam umbi dapat terhambat (Juanda dkk, 2011).

*Tortilla chips* merupakan produk pangan yang memiliki kadar air yang rendah (3-5%). Kerusakan bahan pangan dengan kadar air rendah seringkali terkait dengan perubahan tekstur ataupun stabilitas proses oksidasi (Eskin dan Robinson, 2001).

*Tortilla chips* adalah jenis makan ringan yang sangat populer dan merupakan salah satu jenis makanan ringan yang berkembang pesat pada industri yang berbasis biji-bijian (*grain-based industry*) (Don, 1991). Cara tradisional untuk memproses jagung menjadi *tortilla chips* meliputi tahapan proses pemasakan jagung dengan larutan kapur (5%), kemudian ditiriskan dan direndam dalam air selama kurang lebih 1 malam selanjutnya dicuci sebanyak 4 kali untuk menghilangkan sisa alkali. Setelah pencucian, jagung (nikstamal) digiling hingga memperoleh adonan yang cukup halus. Jagung yang telah halus dicetak menjadi lembaran-lembaran tipis dengan ketebalan kurang lebih 0,02 cm lalu dipotong segitiga ukuran 3 x 3 x 3 cm untuk memperoleh keseragaman bentuk serta nilai estetika. Tahap selanjutnya adonan dikeringkan pada suhu 120°C selama 20 menit, kemudian digoreng selama 10-30 detik dengan suhu minyak penggorengan antara 170-180°C.

Menurut Penelitian yang dilakukan oleh Wahyuningsih (2010), dapat mengaplikasikan tepung mocaf. Pembuatan Roti dan bakpao, tepung terigu dapat

diganti dengan tepung mocaf sebanyak 20%, Mie 40%, Cake dan sejenisnya 50%, Cookies 50-75%, Gorengan 50-75%, Keripik 75%, Stik/pangsit 50%, Jajan tradisional 100%. Dengan demikian tepung mocaf dapat berfungsi multiguna yang dapat menghasilkan produk pangan olahan yang sesuai dengan persyaratan yang lazim digunakan. Hal ini menambah peluang usaha yang mempunyai nilai ekonomi tinggi.

Menurut penelitian Kumalaningsih dkk (2005) kandungan karbohidrat dalam jagung yang tinggi membuat jagung sangat sesuai dimanfaatkan sebagai makanan pokok pengganti beras. Namun, jagung kurang disukai oleh masyarakat sebagai menu makanan pokok karena kebanyakan masyarakat terbiasa mengkonsumsi nasi sebagai makanan utama. Oleh karena itu jagung harus diolah dalam bentuk lain yang berfungsi sebagai makanan kecil atau makanan ringan (*snack*) agar disukai masyarakat.

Jagung hibrida mempunyai ketahanan terhadap penyakit karat daun (*Puccinia sorghi*) dan hawar daun (*Helminthosporium maydis*). Jagung hibrida bisa dipanen saat masak fisiologis yaitu umur sekitar 100 hari pada dataran rendah sedangkan pada dataran tinggi saat umur sekitar 125 hari.

Varietas hibrida memiliki potensi hasil yang tinggi, 15-20% lebih tinggi dibandingkan dengan varietas bersari bebas disamping memberikankeseragaman penampilan agronomis yang tinggi dan umur panen yang genjah (Duvick 1999). Varietas hibrida juga menunjukkan keragaan tanaman yang lebih baik pada kondisi lingkungan yang mengalami cekaman, antara lain lahan masam (Hayati dkk., 2014).

Prinsip modifikasi fisik secara umum adalah dengan pemanasan. Apabila dibandingkan dengan modifikasi kimia, modifikasi fisik cenderung lebih aman karena tidak menggunakan berbagai pereaksi kimia. Perlakuan modifikasi secara fisik antara lain: ekstruksi, parboiling, *steam-cooking*, iradiasi *microwave*, pemanggang, *hydrothermal treatment*, dan *autoclaving*. Sebagian besar metode modifikasi fisik yang telah disebutkan dapat meningkatkan kadar pati resisten (Sajilata dkk, 2006).

Perlakuan fisik lainnya adalah metode *autoclaving*. Menurut Sajilata dkk (2006), perlakuan pemanasan dengan menggunakan metode *autoclaving* dapat meningkatkan produksi pati resisten sampai 9%. Metode *autoclaving* dilakukan dengan mensuspensikan pati dengan rasio penambahan air 1:3.5 atau 1:5, kemudian dipanaskan dengan pemanasan autoklaf pada suhu tinggi. Setelah diautoklaf, suspensi pati disimpan pada suhu rendah agar terjadi retrogradasi. Selama retrogradasi, molekul pati kembali membentuk struktur kompak yang distabilkan dengan adanya ikatan hidrogen. Meningkatkan kadar pati resisten dapat dilakukan dengan menggunakan pengulangan siklus. Perlakuan modifikasi ini disebut *autoclaving-cooling cycling treatment* (Shin dkk, 2002).

Menurut penelitian Sugiyono dkk (2009), Pembuatan pati singkong menjadi pati resisten dalam penelitiannya menggunakan perlakuan fisik, yaitu menggunakan metode *autoclaving-cooling* (pemanasan dan pendinginan), sehingga pati resisten yang dihasilkan adalah pati resisten tipe 3. Pembuatan pati resisten singkong yang dilakukan yaitu 1 siklus dan 3 siklus. Tahap pertama yang dilakukan pada proses pembuatan pati singkong menjadi pati resisten singkong

yaitu membuat suspensi pati, dengan penambahan air (16%). Suspensi pati kemudian dipanaskan pada suhu 70-80°C dengan pengadukan konstan sampai homogen dan mengental. Tujuan dari pemanasan ini yaitu untuk mencapai pasta pati yang homogen. Waktu yang diperlukan untuk mencapai pasta pati yang homogen dalam penelitian ini adalah 9 menit. Selama pemanasan suspensi pati mengalami peningkatan viskositas, selain itu juga terjadi perubahan warna menjadi putih keruh. Hal ini menunjukkan telah terjadi tahap awal gelatinisasi pada perlakuan.

Pati yang sudah dipanaskan kemudian digelatinisasi pada suhu tinggi yaitu suhu 121°C selama 41 menit dengan menggunakan autoklaf. Tujuan gelatinisasi adalah memecahkan granula pati sehingga amilosa keluar. Hasil dari proses autoklaf yaitu pati berwarna jernih. Hal ini sesuai dengan pernyataan Winarno (1992), apabila suspensi pati dalam air dipanaskan beberapa perubahan selama terjadinya proses gelatinisasi yaitu perubahan suspensi pati yang keruh seperti susu menjadi jernih pada suhu tertentu pada beberapa pati tertentu.

Pati yang telah digelatinisasi kemudian didinginkan terlebih dahulu pada suhu ruang agar panas dari pati dapat menguap. Pati yang telah mencapai suhu ruang didinginkan pada suhu 4°C selama 12-16 jam sehingga terjadi retrogradasi. Waktu pendinginan sampai 12-16 jam pada proses pembuatan pati resisten 1 siklus dimaksudkan agar proses retrogradasi yang terjadi lebih sempurna. Setelah didinginkan kemudian pati dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* dengan suhu pemanasan 80°C. Pati yang telah di *cabinet dryer* berbentuk lempengan-

lempengan tipis. Lempengan-lempengan tipis ini kemudian digiling dan diayak sehingga membentuk serbuk pati.

Proses pembuatan pati resisten singkong dalam penelitian ini tidak hanya dilakukan 1 siklus tetapi juga dilakukan 3 siklus. Proses pembuatan pati resisten singkong 3 siklus ini dilakukan dengan maksud untuk meningkatkan kadar pati resistennya. Menurut Sajilata dkk, (2006), peningkatan kadar pati resisten dapat dilakukan dengan menggunakan pengulangan siklus. Hasil penelitian Sugiyono dkk,(2009), pengulangan siklus sebanyak 3 kali pada pembuatan pati resisten pati garut dapat meningkatkan kadar pati resisten mencapai 3 kali lipatnya.

Proses pembuatan pati resisten 3 siklus prosedurnya hampir sama dengan proses pembuatan pati resisten dengan 1 siklus. Ada beberapa perbedaan perlakuan pada pembuatan pati resisten dengan tiga siklus, yaitu waktu pemanasan yang lebih singkat (15 menit) dan lama pendinginan selama 24 jam. Pemanasan menggunakan autoklaf dan pendinginan pada proses pembuatan pati resisten singkong 3 siklus ini diulang sebanyak dua kali. Penyimpanan pati pada saat didinginkan dibuat berlapis-lapis menggunakan nampan menjadi 4 lapisan. Tujuan dari perlakuan ini adalah untuk mencapai suhu 4°C pada pati, kondisi ini dibuat agar proses retrogradasi pati berjalan dengan sempurna. Perlakuan lain supaya mencapai suhu 4°C yaitu dengan menyimpan batu es disekitar sampel pati yang didinginkan. Namun, suhu yang mencapai 4°C hanya pada pati lapisan atas. Suhu pati lapisan kedua, ketiga, dan keempat hanya mencapai 6.4°C, 7.8°C, dan 7.8°C. Sama halnya dengan pembuatan pati resisten singkong 1 siklus, setelah

didinginkan pati dikeringkan menggunakan *drum dryer*, kemudian digiling dan diayak.

Hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa perlakuan *autoclaving-cooling* terhadap pati dapat menurunkan daya cerna pati dan meningkatkan kadar pati resisten (*resistant starch* atau RS). RS didefinisikan sebagai fraksi pati atau produk degradasi pati yang tidak terabsorpsi dalam usus halus individu yang sehat, bersifat resisten terhadap hidrolisis enzim amilase (Shin dkk., 2004).

Hasil analisis organoleptik terhadap *cookies* berbahan baku pati garut modifikasi *autoclaving-cooling* yaitu produk lebih renyah dengan tingkat kekerasan yang rendah. Penambahan RS (*Resistant Starch*) pada produk pangan dapat digunakan sebagai bahan yang dapat meningkatkan kerenyahan makanan yang pengolahannya menggunakan suhu tinggi (Faridah, 2011).

Pati resisten (*resistant starch* atau RS) didefinisikan sebagai fraksi pati atau produk pangan dengan degradasi pati yang tidak terabsorpsi dalam usus halus individu yang sehat, karena masih diperoleh setelah melewati degradasi enzim secara sempurna (Prangdimurti dkk., 2007). Onyango dkk., (2006) menyatakan bahwa pati resisten memiliki beberapa manfaat diantaranya dapat berperan dalam metabolisme lemak dan kolesterol, mengurangi penyebab kanker kolon, penyakit jantung koroner, sembelit dan diabetes tipe II, mengikat racun, asam empedu dan karsinogen. Pati resisten dalam Jenie dkk, (2012) dapat dikelompokkan menjadi empat tipe, yaitu pati resisten yang secara fisik terperangkap dalam matriks dinding sel bahan pangan (RS I), pati resisten yang secara alami tahan terhadap enzim pencernaan (RS II), pati resisten yang dimodifikasi secara fisik (RS III) dan

pati resisten yang dimodifikasi secara kimia (RS VI). Diantara keempat jenis pati resisten tersebut RS III yang paling sering digunakan dalam pemanfaatan bahan pangan, dikarenakan pati jenis ini relatif tahan terhadap panas sehingga dapat mempertahankan sifatnya selama proses pengolahan (Sugiyono, 2009).

Mengonsumsi RS (*Resistant Starch*) dapat menurunkan kandungan gula darah. RS akan melepaskan energi pada usus halus dalam bentuk glukosa yang kemudian difermentasi di dalam usus besar. RS menghasilkan energi dengan proses yang cukup lambat sehingga tidak segera dapat diserap dalam bentuk glukosa. RS menurunkan efek glisemik serta sensitif terhadap hormon insulin sehingga dapat menurunkan potensi diabetes tipe 2 (Herawati, 2011).

Penelitian Juliana (2007) juga menunjukkan bahwa singkong memiliki kadar pati resisten tipe III yang cukup baik. Pati resisten tipe III ini diproses dengan pemanasan (gelatinisasi) yaitu pada suhu 120°C selama 20 menit, yang diikuti dengan proses pendinginan pada suhu ruang (Garcia-Alonso dkk., 1999). Pati resisten tipe III dapat diperoleh dalam gel pati, tepung, adonan, produk yang dipanggang, dan amilosa hasil fragmentasi. Sifat resisten tersebut disebabkan oleh adanya pati yang teretrogradasi. Pati resisten tipe III yang diperoleh dari hasil retrogradasi merupakan salah satu jenis pati resisten yang banyak digunakan dalam pemanfaatan pangan karena dapat mempertahankan karakteristik organoleptik suatu makanan. Selain itu, pati resisten tipe III ini tahan panas, sehingga sifatnya terjaga selama proses pengolahan (Sugiyono, 2009). Beberapa penelitian telah dilakukan terkait modifikasi berbagai jenis pati dengan beragam teknik untuk pembuatan pati resisten tipe III diantaranya (Sugiyono dkk., 2009)

memodifikasi pati singkong dengan autoclaving-cooling cycle untuk menghasilkan pati resisten tipe III, hidrolisis asam secara lambat yang dilanjutkan dengan siklus *autoclaving-cooling* pada singkong (Onyango dkk., 2006) dan hidrolisis menggunakan pululanase pada jagung (Shin dkk., 2004).

Menurut Sajilata dkk, (2006) perlakuan pemanasan dengan menggunakan metode *autoclaving* dapat meningkatkan produksi pati resisten hingga 9%. Proses modifikasi ini terdiri atas dua tahap yaitu gelatinisasi dan retrogradasi. Pada tahap awal pati yang digelatinisasi terlebih dahulu pada suhu tinggi dengan proses *autoclaving* pada suhu 121°C selama satu jam. Tujuan gelatinisasi dengan autoclaving ini untuk pembengkakan granula melalui pemanasan menggunakan air sehingga amilosa keluar. Retrogradasi menyebabkan perubahan sifat-sifat gel pati diantaranya meningkatkan ketahanan pati terhadap hidrolisis oleh enzim amilolitik, menurunkan kemampuan melalukan cahaya (transmisi) dan kehilangan kemampuan untuk membentuk kompleks berwarna biru dan iodin (Jane, 2004). Faktor-faktor yang mendukung terjadinya retrogradasi adalah suhu yang rendah, pH netral, dan derajat polimerisasi yang relatif rendah tidak adanya percabangan ikatan dari molekul, konsentrasi amilosa yang tinggi dan adanya ion-ion organik tertentu (Jane, 2004).

Berdasarkan penelitian Febrianto dkk (2016) bahwa proses nixtamalisasi jagung pada pembuatan tortilla dengan konsentrasi alkali 5% mempunyai karakteristik fisik berupa tekstur tortilla yang paling baik, dikarenakan penggunaan alkali yang dapat memicu terjadinya gelatinisasi sempurna dimana struktur tortilla akan lebih porous setelah digoreng. Karakteristik kimia meliputi

air, protein dan lemak, mengalami penurunan jumlah atau kadar kandungan dalam tortilla, dikarenakan semakin banyak penggunaan alkali dalam proses nikstamalisasi jagung maka semakin banyak pula kandungan-kandungan kimia tersebut yang larut kedalam rendaman, sedangkan untuk kandungan kimia seperti abu dan karbohidrat mengalami kenaikan kadar kandungan, disebabkan oleh penggunaan alkali yang dapat meningkatkan jumlah mineral dalam tortilla sehingga kandungan kimia yang dimaksudkan pun meningkat.

Proses nikstamalisasi merupakan proses perendaman butiran jagung dalam larutan alkali yang diikuti dengan pemasakan jagung selama beberapa jam (Mendez-Montevalvo dkk, 2006). Penggunaan alkali dalam proses perendaman dapat membantu dalam memperoleh tekstur yang renyah. Dalam mempertahankan kerenyahan *tortilla* dan agar penyimpanan lebih lama maka jagung direndam dengan larutan kapur. Larutan kapur banyak mengandung kalsium sehingga kalsium tersebut terserap kedalam daging buah (Winarno, 2002). Selain itu juga dapat mempercepat pemasakan, meningkatkan kemampuan pengikatan air serta menghambat terjadinya retrogradasi. Semua hal tersebut pada akhirnya berpengaruh pada tekstur produk olahan dari tepung jagung yang dihasilkan (Fernandez dkk., 2008).

Jagung memiliki kandungan pigmen kuning alami (karotenoid) yang mengandung sejumlah besar *lutein* dan *zeaxantin*. Blessin dkk, (1964) melaporkan bahwa pemasakan dan perendaman dalam larutan alkali akan menurunkan intensitas warna oleh pigmen *karotenoid* dalam biji jagung disertai dengan adanya penyerapan air alkali ke dalam jagung sehingga membuat warna jagung nikstamal

menjadi gelap. Selama dalam tahap pemasakan dan perendaman, butir jagung yang terdiri atas *hemiselulosa* dan *lignin* sangat larut dalam larutan alkali, dimana kernel akan melunak dan pericarps menjadi longgar (Carmen, 2003). Oleh sebab itu semakin banyak konsentrasi larutan alkali yang digunakan maka senyawa *karotenoid* yang hilang akan semakin banyak pula. Perendaman jagung pada larutan alkali juga berfungsi untuk mempercepat pemasakan (Fernandez dkk, 2008). Semakin banyak konsentrasi alkali yang digunakan saat perendaman maka proses pemasakannya pun dapat berlangsung dengan cepat. Akibatnya, proses gelatinisasi pati terjadi dengan cepat dan memberikan tingkat kelunakan yang besar. Selain itu, proses penggorengan merupakan faktor yang menentukan mutu produk akhir. Proses penggorengan *tortilla chips* akan menghasilkan interaksi asam amino dengan karbohidrat sederhana sehingga akan menimbulkan perubahan warna yang tidak disukai yakni kecoklatan. Menurut Potter (1978), pada proses penggorengan beberapa reaksi terjadi dengan kecepatan yang berbeda. Reaksi tersebut adalah pengembangan dan perpindahan gas, pengembangan citarasa dan perubahan warna akibat reaksi *browning* dan *Maillard*. Reaksi *Maillard* terjadi karena reaksi antara gula reduksi dan gugus amina dari protein atau asam amino (Fennema, 1976).

Hasil penelitian Maharani (2004) menunjukkan bahwa: resep yang tepat untuk tortilla chip seledri adalah puree jagung 500 gr, bawang putih 2 buah, ketumbar 1 sdt, garam ½ sdt, tapioka 250 gr, seledri 100 gr, minyak goreng 500gr.

Isolat protein kedelai juga memiliki kemampuan daya serap air yang tinggi. Hal ini disebabkan protein kedelai bersifat hidrofilik (suka air) dan

mempunyai celah-celah polar seperti gugus karboksil dan amino yang dapat mengion. Adanya kemampuan mengion ini menyebabkan daya serap air isolat protein kedelai dipengaruhi oleh pH makanan. Daya serap air isolat protein kedelai sangat penting perannya dalam makanan panggang (*baked goods*) karena dapat meningkatkan rendemen adonan dan memudahkan penanganannya. Disamping itu, sifat menahan air akan memperlama kesegaran makanan, misalnya pada biskuit dan roti (Koswara, 2009).

Rumput laut mempunyai kandungan nutrisi cukup lengkap. Secara kimia rumput laut terdiri dari air (27,8%), protein (5,4%), karbohidrat (33,3%), lemak (8,6%) serat kasar (3%) dan abu (22,25%). Selain karbohidrat, protein, lemak dan serat, rumput laut juga mengandung enzim, asam nukleat, asam amino, vitamin (A,B,C,D, E dan K) dan makro mineral seperti nitrogen, oksigen, kalsium dan selenium serta mikro mineral seperti zat besi, magnesium dan natrium. Kandungan asam amino, vitamin dan mineral rumput laut mencapai 10 -20 kali lipat dibandingkan dengan tanaman darat.

Menurut penelitian Meiyasa dkk (2016) rata-rata kadar air karaginan yang dihasilkan berkisar antara 9, 23-11,31% dan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi KOH berpengaruh nyata terhadap kadar air. Terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi KOH maka semakin rendah kadar air karaginan, hal ini diduga disebabkan oleh kemampuan KOH dalam mengekstrak dan menghambat terjadinya peningkatan air dalam molekul rumput laut *Eucheuma cottonii* sehingga kadar air menjadi berkurang.

Menurut Roberts dan Quemener (1999) rumput laut merupakan salah satu komoditi andalan yang perlu untuk dikembangkan terutama karena memiliki nilai ekonomis dan penggunaannya yang luas khususnya dalam bidang industri (makanan, farmasi, kosmetik, tekstil, dan lain-lain).

Menurut Winarno (1996) kandungan serat pada rumput laut adalah 9,62% dari 100 gram berat kering, selain serat rumput laut juga mengandung pektin yang membuat mie lebih kenyal.

Hasil penelitian Dewi (2011) cara pembuatan bubur rumput laut yaitu 300 gram rumput laut kering direndam dalam air semalam pada suhu ruang  $27^{\circ}\text{C}$ , dicuci dan ditiriskan. Rumput laut kering kemudian dicincang halus, dicampur dengan 100 ml air dan lalu dilakukan penggilingan untuk mendapatkan campuran homogen. Campuran kemudian direbus pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 5 menit setelah substitusi dari 1200 gram air (perbandingan rumput laut dan air adalah 1:4, itu didasarkan pada berat rumput laut kering), dilakukan pengadukan menghasilkan bubur rumput laut sebanyak 550 gram.

*Design expert* adalah sebuah program yang digunakan untuk optimasi produk atau proses. Program ini menyediakan rancangan yang efisiensinya tinggi untuk *factorial design*, *response surface methods*, *mixture design techniques*, dan *combined design*. *Factorial design* digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang mempengaruhi proses atau produk. *Response Surface Methods* digunakan untuk menemukan setting proses yang ideal untuk mencapai hasil yang optimal. *Mixture design techniques* digunakan untuk menemukan formulasi yang optimal. *Combined design* digunakan untuk mengkombinasikan variabel-variabel,

komponen campuran, dan faktor-faktor kategori dalam suatu desain. *Mixture experiments* atau *design* adalah suatu eksperimen yang memiliki respon yang diasumsikan hanya tergantung pada proporsi relatif dari ingredien yang ada dalam formula dan bukan tergantung pada jumlah ingredien tersebut. Dua kriteria dalam memilih mixture design diantaranya: 1) komponen-komponen di dalam formula merupakan bagian dari total formulasi. Jika presentasi salah satu komponen naik, maka presentasi komponen yang lain turun, 2) respon harus merupakan fungsi dari proporsi komponen-komponennya (Cornell, 1990).

Berdasarkan penelitian Gina (2014), program *design expert* metoda *d-optimal* dapat digunakan dalam optimalisasi formulasi bakso berbasis tepung kacang koro pedang yang dihasilkan tepung kacang koro pedang 36,187%, daging sapi 10,261%, tepung mocaf 5,314%, garam 1,847%, STPP 0,558%, air es 44,134%, merica 0,587% dan bawang putih 1,112%.

Berdasarkan penelitian Triadona, dkk (2015), program *design expert* metode *d-optimal* dapat digunakan dalam optimalisasi formulasi bandrek mix tepung biji pepaya. Formulasi optimal yang dihasilkan sebagai berikut: bubuk jahe 35,219%, tepung biji pepaya 14,781%, serai 4,270%, gula palem 43,73%, bubuk cabai jawa 1% dan bubuk cengkeh 1%.

Berdasarkan penelitian Wulandari, dkk (2016), program *design expert* metode *d-optimal* dapat digunakan dalam optimalisasi formulasi minuman fungsional *black mulberry*. Formulasi optimal yang dihasilkan yaitu *black mulberry* 49,193%, air 42,228%, gula stevia 4,579%, natrium benzoat 100ppm 0,5%, asam sitrat 0,1% yaitu 1,5%, pektin 1% dan garam dapur 0,1M 1%.

Berdasarkan penelitian Nurhayati, dkk (2016), program *design expert* metode *d-optimal* dapat digunakan dalam optimalisasi *edam cheese natural cheddar cheese, isolat soy protein* terhadap *spreadable cheese analogue*. Formulasi yang dihasilkan yaitu edam cheese 11,66%, cheddar cheese 9,75%, dan isolat soy protein 3,84%, dengan variabel tetap yaitu tepung maizena 5%, minyak nabati 23%, air 43,25%, garam 1%, emulsifier 2% (Trisodium sitrat 25% dan disodium fosfat 75%), asam asetat 0,5%, dan distilled monoglyceride 0,002%.

Berdasarkan penelitian Maharani, dkk (2016), program *design expert* metode *d-optimal* dapat digunakan dalam optimalisasi formulasi bahan pengental dalam produksi marshmallow ekstrak daun black mulberry (*Morus nigra*). Formulasi yang dihasilkan yaitu ekstrak daun black mulberry 2,87%, gelatin 7,71%, dan pektin 1,42%.

#### **1.6. Hipotesa Penelitian**

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas, maka dapat diperoleh hipotesis yaitu program *Design Expert* metode *Mixture Design d-Optimal* dapat menghasilkan formulasi yang optimum dalam pembuatan *Tortilla Chips*.

#### **1.7. Waktu dan Tempat Penelitian**

Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Agustus 2017 sampai selesai. Tempat penelitian dilaksanakan di Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna, Lembaga Ilmu dan pengetahuan Indonesia (LIPI), Jalan KS. Tubun No.5, Subang.