

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Lampung merupakan penghasil jagung terbesar ketiga di Indonesia setelah Jawa Timur dan Jawa Tengah. Laju pertumbuhan ini naik hampir 4 kali lipat dari laju produksi tahun 2002 yaitu rata-rata 6% pertahun (Sarasuta, 2002). Pertumbuhan produksi jagung di Lampung mencapai 23,51% per tahun sejak tahun 2007 sampai tahun 2009 (Anonim, 2010). Jagung berperan penting dalam perkembangan industri pangan. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan produk-produk berbasis karbohidrat diharapkan industri jagung semakin berkembang, namun proporsi penggunaan jagung sebagai bahan industri pangan cenderung menurun tetapi meningkat sebagai pakan. Pemanfaatan jagung sebagai bahan baku industri pangan akan memberikan nilai positif bagi komoditas jagung.

Salah satu alternatif pemanfaatan jagung yang telah mulai banyak diteliti dan dikembangkan adalah pengolahan tepung jagung. Akan tetapi, tepung jagung kurang menjadi pilihan untuk digunakan sebagai bahan baku makanan. Hal ini antara lain disebabkan sifat fisikokimia jagung yang kurang menguntungkan seperti retrogradasi yang tidak renyah dan tidak mengembang serta mudah mengalami *off flavor* selama penyimpanan. Pembuatan tepung jagung nikstamal sangat berguna karena tidak memerlukan proses pengolahan intensif dan dapat

disimpan waktu yang lama tanpa mempengaruhi kualitas. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan kajian tentang usaha untuk memperbaiki kualitas tepung jagung melalui nikstamalisasi, kemudian juga akan dikaji aplikasi tepung jagung nikstamal dalam pembuatan tortilla chips sebagai usaha untuk mengurangi waktu proses pembuatan tortilla chips.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh lama perendaman dan jenis jagung dalam proses nikstamalisasi terhadap sifat fisikokimia tepung jagung nikstamal.
2. Mengkaji apakah aplikasi tepung jagung nikstamal dapat digunakan untuk pembuatan tortilla chips dengan kualitas yang minimal sama dengan tortilla chips dari nikstamal segar.

1.3 Kerangka Pemikiran

Sifat fisikokimia tepung sangat dipengaruhi oleh jenis jagung, sehingga perbedaan jenis jagung akan berpengaruh pada sifat tepung yang dihasilkan (Moorthy, 2002). Seleksi jenis jagung perlu dilakukan untuk memperoleh sifat tepung jagung yang sesuai dengan produk tortilla dan lebih jauh dapat mengungkap sifat fisikokimia tepung jagung tersebut. Pemasakan dengan menggunakan larutan alkali pada jagung menjadi salah satu alternatif terpenting untuk meningkatkan kualitas mutu baik produk antara maupun produk akhir. Perendaman dalam larutan alkali menyebabkan ion kalsium dapat terserap dan terjadi pelepasan perikarp jagung sehingga pati lebih cepat tergelatinisasi, selain itu juga menyebabkan penambahan

kandungan kalsium dalam jagung (Fernandez *et al.*, 2008). Lama pemasakan jagung dengan penambahan konsentrasi alkali Ca(OH)_2 sebesar 1% akan mempengaruhi solubilitas endosperm sehingga dapat meningkatkan viskositas granula pati dan viskositas tersebut akan menurun pada suhu 90°C , apabila konsentrasi alkali Ca(OH)_2 lebih besar akan menyebabkan rasa pahit (Martinez *et al.*, 2001). Proses nixtamalisasi akan memudahkan penetrasi air dan panas ke dalam biji jagung serta mengeluarkan sebagian lembaga dan menghancurkan perikarp/kulit ari (kulit tipis terbuat dari bahan selulosa yang menyelimuti biji jagung) dari biji jagung sehingga dapat memperbaiki rasa, meningkatkan derajat gelatinisasi granula pati, mengontrol aktivitas mikroba serta memperbaiki nilai gizi (Rooney and Serna Saldivar, 1987).

Proses nixtamalisasi merupakan proses pemasakan butiran jagung dalam larutan alkali yang diikuti dengan perendaman dalam air yang digunakan untuk perebusan selama beberapa jam, pencucian kemudian dilanjutkan dengan penggilingan sehingga membentuk adonan masa yang kalis (Mendez-Montevalvo *et al.*, 2006). Keuntungan dalam pengolahan jagung melalui proses nixtamalisasi antara lain yaitu meningkatkan kerenyahan produk yang dihasilkan, meningkatkan ketersediaan niacin, kandungan kalsium dan daya cerna protein serta menurunkan kandungan bakteri patogen (Sefa-Dedeh *et al.*, 2004; Bharati and Vaidehi, 1989; Vivas *et al.*, 1987). Menurut Rooney and Suhendro (1999), proses nixtamalisasi juga berfungsi untuk memperlambat proses retrogradasi. Mekanisme kerja proses nixtamalisasi meliputi penyerapan dan pendistribusian air yang lebih cepat dan memodifikasi lapisan luar biji jagung sehingga pecahan perikarp menjadi rapuh dan melonggarkan jaringan dalam biji jagung (Rosentrater, 2005). Nixtamalisasi

menyebabkan terisolasinya perikarp sehingga struktur selulosa, hemiselulosa, lignin memecah kemudian terlepas dari biji jagung yang dapat meningkatkan mutu tortilla dan tepung nikstamal instant (Martínez *et al.*, 2001).

Proses nikstamalisasi telah lama digunakan dalam pembuatan tortilla baik yang berbentuk semi basah maupun kering (chips). Akan tetapi, proses pengolahan tortilla chips dengan cara ini kurang praktis, karena memerlukan waktu penyiapan yang relatif lama. Oleh karena itu, pembuatan tepung nikstamal instant diharapkan dapat mengefisiensikan penggunaan waktu atau mengurangi waktu persiapan bahan. Akan tetapi penelitian tentang pembuatan tortilla chips menggunakan bahan baku tepung nikstamal instant banyak belum dilakukan. Dari penelitian ini diharapkan bahwa tepung nikstamal instant dapat digunakan sebagai bahan baku tortilla chips dengan kualitas minimal sama dengan tortilla chips yang diproses dan nikstamal segar.

1.4 Hipotesis

1. Perendaman dan jenis jagung dalam proses nikstamalisasi mempengaruhi sifat fisikokimia tepung jagung.
2. Tepung nikstamal instant akan menghasilkan kualitas tortilla chips yang minimal sama atau lebih baik dibandingkan dengan tortilla chips dari nikstamal segar.

II. TINJAUAN PUSTAKA

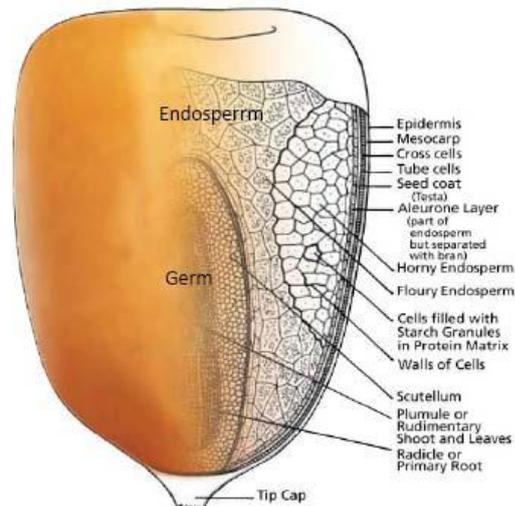
2.1 Jagung

2.1.1 Klasifikasi dan Struktur Fisik Biji Jagung

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan tanaman semusim dan termasuk ke dalam Divisi *Tracheophyta*, Subdivisi *Angiospermae*, Kelas *Monocotyledonae*, Ordo *Glumiflorae*, Famili *Graminae*, Genus *Zea*, Spesies *Zea mays*. Tanaman jagung relatif mudah dibudidayakan dan dapat tumbuh di semua jenis tanah kecuali tanah liat dan pasir. Kondisi tanah yang dibutuhkan adalah subur, gembur dan kaya humus. Jagung dapat tumbuh di dataran rendah sampai dataran tinggi (ketinggian 0 – 1300 m dpl), di daerah beriklim sedang dan daerah beriklim tropis basah. Curah hujan optimal untuk pertumbuhan adalah 85 – 100 mm/bulan merata sepanjang tahun.

Biji jagung secara botanis adalah sebuah biji *Caryopsis*, yaitu biji kering yang mengandung sebuah benih tunggal yang menyatu dengan jaringan-jaringan dalam buahnya. Endosperm merupakan bagian terbesar dari biji jagung, yaitu sekitar 85%, hampir seluruhnya terdiri atas karbohidrat dari bagian yang lunak (*floury endosperm*) dan bagian yang keras (*horny endosperm*) (Wilson, 1981).

Biji jagung terdiri atas empat bagian utama, yaitu : kulit luar (*perikarp*) (5 %), lembaga (12 %), endosperma (82 %) dan tudung biji (*tip cap*) (1 %). Anatomi struktur biji jagung dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Anatomi struktur biji jagung (WSI, 1998)

Kulit luar merupakan bagian yang banyak mengandung serat kasar atau karbohidrat yang tidak larut (non pati), lilin dan beberapa mineral. Lembaga banyak mengandung minyak. Kulit adalah bagian yang berfungsi sebagai pelindung endosperma dan bakal benih dari kerusakan fisik serta serangan serangga, menahan air dan mengurangi proses penguapan air dari biji secara berlebihan yang dapat mengurangi bobot biji selama penyimpanan, namun selama penepungan bagian kulit perlu diminimalkan karena mengandung serat yang tinggi.

Bagian tipcap adalah bagian tempat menempelnya biji pada tongkol jagung. Bagian ini merupakan jalur makanan dan air untuk biji. Bagian lembaga (bakal benih) adalah bagian dari biji yang akan tumbuh menjadi tanaman baru. Bagian ini mengandung vitamin dan mineral serta lemak yang dibutuhkan biji untuk

tumbuh. Bagian ini perlu diminimalkan agar dihasilkan tepung dengan persyaratan kadar abu dan lemak yang sesuai SNI. Bagian endosperma merupakan bagian terbesar dari biji (lebih dari 80%) yang merupakan sumber pati dan protein yang dipertahankan selama pembuatan tepung. Total kandungan minyak dari setiap biji jagung adalah 4 %. Sedangkan tudung biji dan endosperm banyak mengandung pati. Pati dalam tudung biji adalah pati yang bebas sedangkan pati pada endosperm terikat kuat dengan matriks protein (gluten).

Bagian endosperma adalah bagian yang mengandung pati, yang berfungsi sebagai cadangan energi. Sel endosperma memiliki lapisan aleuron yang merupakan pembatas antara endosperma dengan kulit. Lapisan aleuron merupakan lapisan yang menyelubungi endosperma dan lembaga. Dalam endosperma terdapat granula pati yang membentuk matriks dengan protein, yang sebagian besar adalah *zein* (Johnson, 1991 dalam Anggriawan, 2010). Endosperma jagung terdiri dari dua bagian yaitu endosperma keras (*horny endosperma*) dan endosperma lunak (*floury endosperm*). Bagian keras tersusun dari sel-sel yang lebih kecil dan tersusun rapat. Bagian endosperma lunak mengandung pati yang lebih banyak dan susunan pati tersebut tidak serapat pada bagian keras (Watson, 2003).

Kulit ari jagung dicirikan oleh kandungan serat kasar yang tinggi, yaitu 86,7%, yang terdiri atas hemiselulosa (67%), selulosa (23%), dan lignin (0,1%). Di sisi lain, endosperma kaya akan pati (87,6%) dan protein (8%), sedangkan kadar lemaknya relatif rendah (0,8%). Lembaga dicirikan oleh tingginya kadar lemak (33%), protein (18,4%), dan mineral (10,5%). Berdasarkan data tersebut dapat

ditentukan apakah produk yang akan diolah memerlukan biji jagung utuh, atau yang kulit ari atau lembaganya dihilangkan (Suarni and Widowati, 2007).

2.1.2 Komposisi Kimia Biji Jagung

Menurut Munarso and Mudjisihono (1998), komposisi kimia jagung bervariasi antara varietas yang berbeda maupun untuk varietas yang sama pada tanaman yang berbeda. Jagung mengandung lemak dan protein yang jumlahnya tergantung umur dan varietas jagung tersebut. Komposisi kimia biji jagung pada berbagai fraksi (% berat kering) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia biji jagung pada berbagai fraksi (% berat kering)

Bagian biji	% fraksi	Pati	Protein	Lemak	Gula	Air
Endosperma	83,3	86,4	9,4	0,8	0,6	0,3
Lembaga	11,5	8,2	18,8	34,5	10,8	10,1
Kulit ari	5,5	7,3	3,7	1,0	0,3	0,8
Ujung kulit	0,8	5,3	9,1	3,8	1,6	1,6
Biji total	100	71,5	10,3	4,8	2,0	1,4

Sumber : Inglett (1970)

Komponen utama jagung adalah pati, yaitu sekitar 70% dari bobot biji. Komponen karbohidrat lain adalah gula sederhana, yaitu glukosa, sukrosa dan fruktosa, 1-3% dari bobot biji. Pati jagung terdiri dari beberapa tempat seperti endosperma (84,4 %), lembaga (8,2 %) dan tudung biji (5,3 %). Protein jagung terdapat dalam lembaga (8,5%) dan endosperma (8,6 %). Asam lemak esensial berupa asam linoleat, asam linoleat dan asam oleat berturut-turut adalah 59 %,

0,8 %, 27 % dari total kandungan lemak biji jagung (Suarni and Widowati, 2007).

Komposisi kimia biji jagung selengkapnya tersaji dalam Tabel 2.

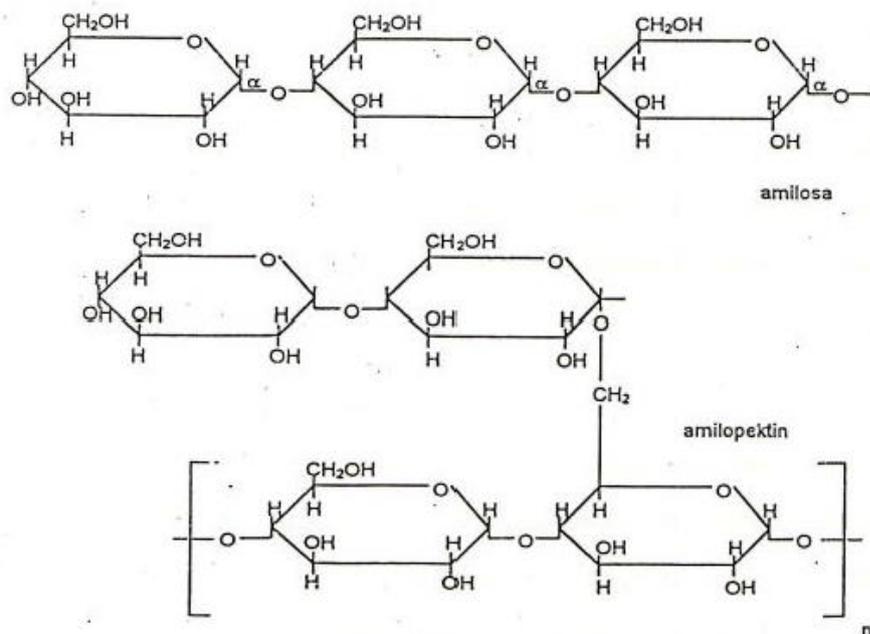
Tabel 2. Komposisi kimia jagung kering

Komponen	Jagung Kering
Kalori (kal)	355
Protein (g)	9.2
Lemak (g)	3.9
Karbohidrat (g)	73.7
Ca (mg)	10
P (mg)	256
Fe (mg)	2.4
Vitamin A (SI)	0.0
Vitamin B ₁ (mg)	0.38
Air (g)	12

Sumber : Direktorat Gizi RI (1981)

Kandungan pati yang tinggi (72 %) merupakan basis penggunaan biji jagung. Pati biji jagung terdiri atas amilosa (27 %) dan amilopektin (83 %). Amilosa merupakan struktur lurus dengan ikatan α (1,4) D-glukosa yang bersifat hidrofilik. Sedangkan amilopektin merupakan polimer berantai cabang dengan ikatan α (1,4) D-glukosa dan percabangannya dengan ikatan α (1,6) D-glukosa (Winarno,1997). Amilosa bersifat hidrofilik karena terdapat gugus hidroksil pada molekulnya dimana gugus ini bersifat polar dan memiliki derajat polimerisasi 350-1000. Rantai lurus terdiri dari amilosa cenderung membentuk susunan paralel satu sama lain saling berikatan melalui ikatan hidrogen. Jika hal ini terjadi, maka afinitas amilosa terhadap air akan menurun karena adanya ikatan antar molekul (Sihombing, 1993 dalam Apriyani, 2005).

Molekul amilosa cenderung membentuk susunan paralel melalui ikatan hidrogen. Molekul-molekul amilosa dapat dipisahkan dari pasta pati dengan menambahkan n-butanol dan dipanaskan sampai mendekati titik didih butanol lalu secara perlahan suhu diturunkan sampai suhu ruang. Selama penurunan suhu akan diperoleh kristal butanol-amilosa yang terpisah dan dapat dipisahkan dengan cara pengeringan atau sentrifuge. Molekul amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Molekul amilosa dan amilopektin

Amilopektin memiliki struktur yang bercabang, pati akan mudah mengembang dan membentuk koloid dalam air. Amilopektin mempunyai bentuk globular yang memperlihatkan peningkatan pembengkakan dan viskositas yang lebih tinggi daripada amilosa dalam larutan. Hal ini menunjukkan bahwa struktur molekul amilopektin lebih kompak dalam larutan (Glicksman, 1969). Perbandingan amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan amilosa dan amilopektin

Faktor pembeda	Amilosa	Amilopektin
Struktur	Tidak bercabang	Bercabang
Panjang	250 – 2500 unit	15- 25 unit
Derajat polimerisasi	1000	10.000-100.000
Reaksi dengan iodin	Biru	Merah
Kestabilan	Tidak stabil	Stabil
Retrogradasi	Cepat	Lambat

Sumber : Fennema (1976)

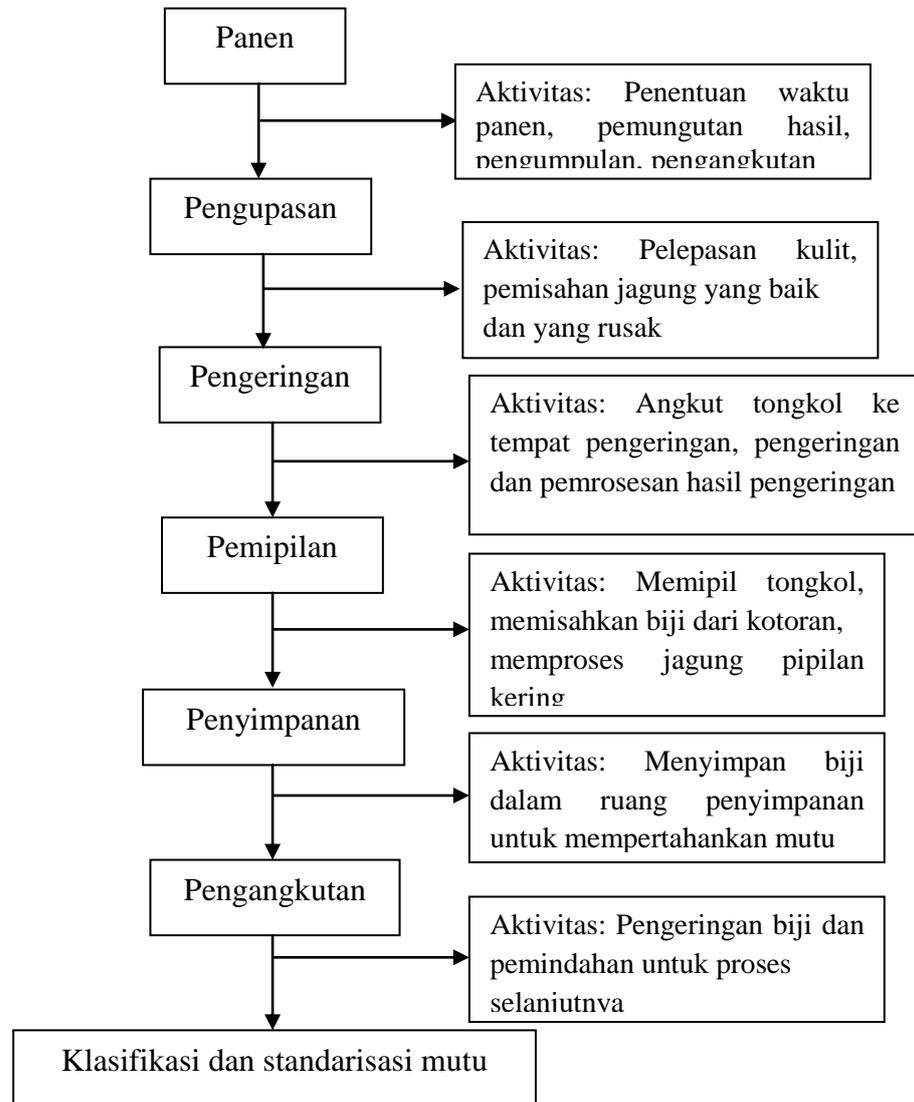
Molekul-molekul berantai lurus membentuk daerah kristalin yang kompak sehingga susah ditembus oleh air, enzim dan bahan kimia. Sebaliknya daerah amorf kurang kompak dan lebih mudah ditembus. Susunan molekul pati dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Susunan molekul pati
(a. Susunan amilosa; b. Daerah amorf; c. Daerah kristalin)
Sumber : Fennema, 1976

2.1.3 Penanganan Pasca Panen Jagung

Penanganan pascapanen merupakan salah satu mata rantai penting dalam usaha tani jagung. Kegiatan panen dan penanganan pascapanen jagung dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kegiatan panen dan penanganan pascapanen jagung
Sumber : Fimansyah *et al.*, 2007

Proses pascapanen jagung terdiri atas serangkaian kegiatan yang dimulai dari pemetikan dan pengeringan tongkol, pemipilan tongkol, pengemasan biji, dan

penyimpanan sebelum dijual ke pedagang pengumpul. Semua proses tersebut apabila tidak tertangani dengan baik akan menurunkan kualitas produk karena berubahnya warna biji akibat terinfeksi cendawan, jagung mengalami pembusukan, tercampur benda asing yang membahayakan kesehatan.

Menurut Firmansyah *et al.* (2007), jagung mempunyai banyak permasalahan pascapanen yang apabila tidak tertangani dengan baik akan menimbulkan kerusakan dan kehilangan. Permasalahan itu antara lain adalah:

1. Susut Kuantitas dan Mutu

Kehilangan hasil jagung pada pascapanen dapat berupa kehilangan kuantitatif dan kualitatif. Kehilangan kuantitatif merupakan susut hasil akibat tertinggal di lapang waktu panen, tercecer saat pengangkutan, atau tidak terpipil. Kehilangan kualitatif merupakan penurunan mutu hasil akibat butir rusak, butir berkecambah, atau biji keriput selama proses pengeringan, pemipilan, pengangkutan atau penyimpanan.

2. Keamanan Pangan

Penundaan penanganan pascapanen jagung berpeluang meningkatkan infeksi cendawan. Penundaan pengeringan paling besar kontribusinya dalam meningkatkan infeksi cendawan *Aspergillus flavus* yang bias mencapai di atas 50%. Kontaminasi jagung oleh fungi tidak hanya menyebabkan ketidakcocokan untuk konsumsi karena berkurangnya nilai gizi, tetapi juga menyebabkan produksi mikotoksin. Cendawan tersebut menghasilkan mikotoksin jenis aflatoksin yang bersifat mutagen dan diduga dapat menyebabkan kanker esofagus pada manusia (Weibe and Bjeldanes, 1981 dalam Fandohan *et al.*, 2008). Mikotoksin adalah metabolit sekunder beracun yang diproduksi fungi pada produk makanan pokok. Faktor yang mempengaruhi infeksi jagung

3. Ketersediaan Sarana Prosesing

Permasalahan lain dalam penanganan pascapanen jagung di tingkat petani adalah tidak tersedianya sarana prosesing yang memadai, padahal petani umumnya memanen jagung pada musim hujan dengan kadar air biji di atas 35%. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi prosesing yang tepat, baik dari segi peralatan maupun sosial dan ekonomi.

Menurut Fandohan *et al.*(2008), infeksi jagung umumnya dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk kondisi lingkungan (iklim, suhu, kelembaban), serangga, dan penanganan pra dan pasca panen.

Pengaruh faktor abiotik terhadap infeksi jagung meliputi

1. Faktor lingkungan

Kondisi iklim berdampak pada keberadaan jamur pada jagung segar yang baru dipanen di wilayah berbeda. Tekanan fisiologis selama periode sebelum panen dikarenakan osilasi drastis curah hujan dan kelembaban nisbi, menyebabkan kondisi yg menguntungkan bagi produksi jamur.

2. Cara penanaman

Penanaman yg terlambat dengan pemanenan pada kondisi basah mengakibatkan penyakit yg disebabkan oleh *F. Verticilloides* meningkat. Penanaman jagung yg berulang dan tanaman sereal lain pada lahan yg sama atau berdekatan menyebabkan infeksi fungi dengan meningkatkan inokulum fungi dan populasi serangga yg menyerang jagung.

3. Karakteristik jagung

Jenis jagung dan sifat bulirnya seperti warna, tipe endosperma, komposisi kimia dan tingkat pertumbuhan dapat mempengaruhi infeksi jamur dan produksi

fumonisin. Diperkirakan jenis jagung dengan tongkol tegak, kulit ari rapat, perikarp yang tipis, dan kecenderungan biji membelah yang semakin tinggi menyebabkan mudahnya infeksi *fusarium*. Varietas kulit ari yang rapat memudahkan infeksi dikarenakan pengeringannya lambat.

4. Penanganan pasca panen

Penanganan dan pengolahan pasca panen (sortasi, pencucian, penyosohan, penggilingan, fermentasi, pemasakan) mempengaruhi infeksi fungi dan produksi *fumonisin* pada jagung. Kerusakan mekanis selama dan sesudah panen menyebabkan masuknya spora fungi pada tongkol atau biji. Penghilangan toksin secara lebih signifikan (86%) dapat dilakukan jika garam ditambahkan dalam air. Sortasi dan pembuangan bulir yg kecil, pecah dan terkontaminasi secara visual dapat mengurangi jumlah toksin. Merendam jagung dalam air juga dapat mengurangi *fumonisin* namun fermentasi jagung tampaknya tidak dapat mengurangi jumlah *fumonisin*. Melalui penggilingan basah terhadap jagung yang terkontaminasi *fumonisin*, distribusi toksin pada fraksi berbeda sebab sangat sedikit atau tidak ada *fumonisin* pada fraksi pati, namun terdeteksi pada serat, kulit, dan fraksi air rendaman. Makanan berbasis jagung dari fraksi pati memiliki jumlah *fumonisin* lebih sedikit dibandingkan fraksi lainnya. Pada penggilingan kering, jumlah *fumonisin* lebih sedikit pada *grits* dan lebih banyak pada kulit, dedak dan rajangannya. Jumlah *fumonisin* berkurang sebanding dengan kenaikan tingkat pemurnian pada penggilingan jagung. Hal yang mempengaruhi untuk mengurangi jumlah *fumonisin* pada jagung bergantung pada banyak faktor termasuk kandungan air, tingkat kontaminasi dan distribusi toksin pada produk, dan keberadaan bahan tambahan makanan.

Pengaruh faktor biotik terhadap infeksi jagung antara lain adalah :

1. Serangga

Serangga berperan penting pada infeksi jagung oleh *fusarium*. Serangga berperan sebagai hewan perusak atau vector yg menyebarkan fungi dari inokulum asli ke tanaman. Luka yg disebabkan serangga menyebabkan fungi dapat masuk melalui kulit dan menginfeksi bagian dalam biji. Serangga penghancur dari keluarga nitidulidae merupakan penyebab utama infeksi oleh *fusarium*.

2. Interaksi fungi

Interaksi diantara fungi pada jagung juga menjadi faktor penting yang mempengaruhi infeksi fungi dan menyebabkan produksi mikotoksin. Bulir jagung panen di wilayah tropis mengandung miselium dan spora di beberapa spesies fungi termasuk *fusarium*, *aspergillus* dan *penisilium* yang saling bersinggungan, tumbuh, dan berkompetisi untuk makanan jika kondisi menguntungkan.

2.1.4 Pemanfaatan Jagung

Jagung di Indonesia merupakan komoditi pangan terpenting kedua setelah padi/beras. Tahun 2010, produksi jagung di dunia mencapai 822 juta ton. Produksi jagung Negara Indonesia sebesar 18,12 juta ton pipilan kering. Luas areal jagung mencapai 678.300 hektar dengan luas panen 678.300 hektar dan produksi rata-rata mencapai 0,56 kuintal/hektar. Lampung merupakan salah satu wilayah penghasil utama jagung. Perkembangan areal panen, produktivitas dan produksi jagung di Provinsi Lampung dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2010 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Luas panen dan produksi jagung

No	Tahun	Jagung		
		Luas panen (ha)	Produktivitas (ton)	Produksi (ton)
1	2006	332.640	3,559	1,183 juta
2	2007	368.325	3,636	1,339 juta
3	2008	385.905	3,739	1,81 juta
4	2009	432.895	4,169	2,07 juta
5	2010	430.755	4.529	2,075 juta

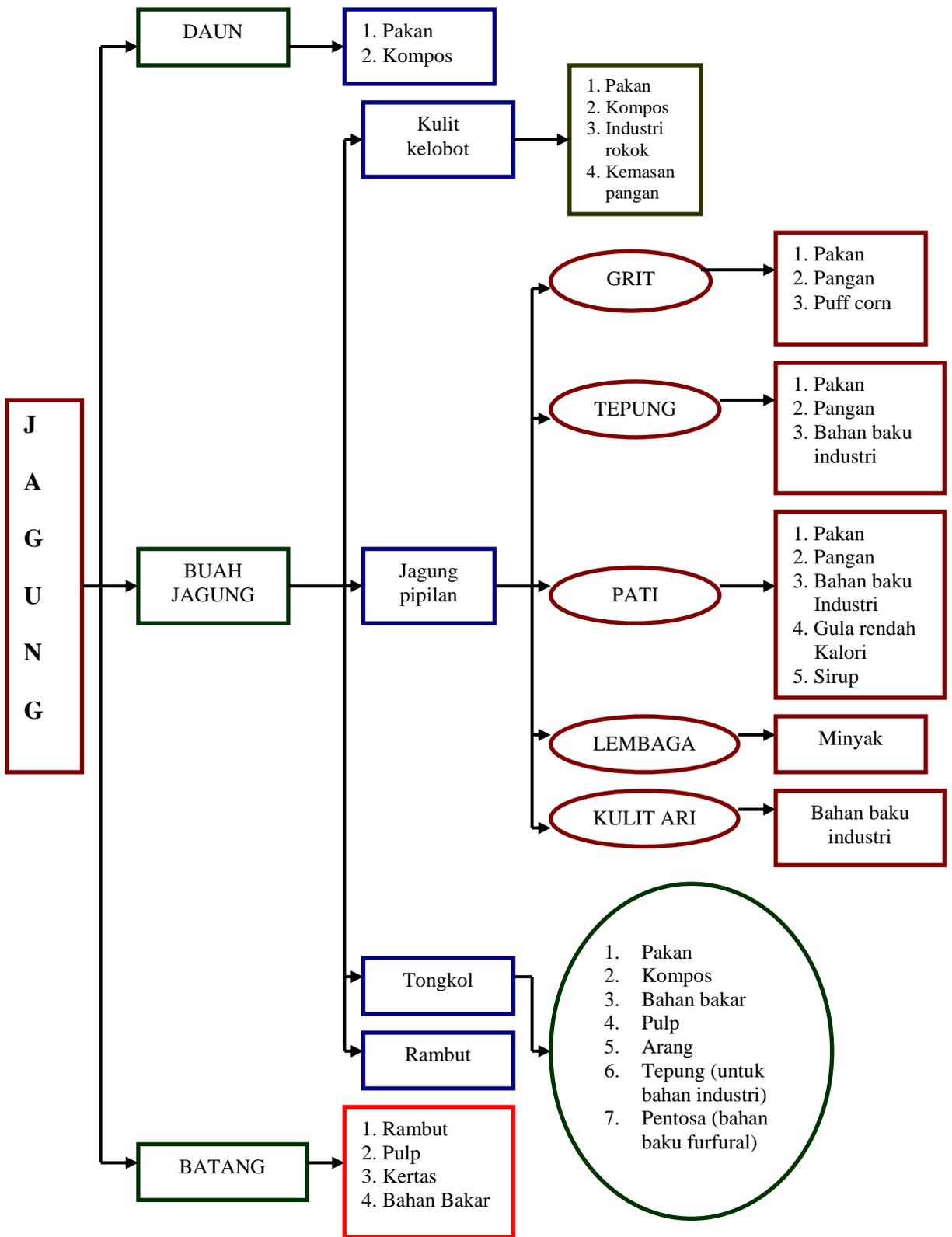
Sumber : Badan Pusat Statistik (2010)

Menurut Badan Pusat Statistik (2008) Lampung merupakan penghasil jagung terbesar ketiga (2 juta ton), sedangkan sentra utama jagung pada provinsi Jawa Timur (5 juta ton) diikuti dengan Jawa Tengah (3,3 juta ton). Secara garis besar, kegunaan jagung dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu bahan pangan, pakan, ternak dan Bahan bakar Nabati (BBN atau biofuels). Pemanfaatan jagung dapat dilihat dalam pohon industri pada Gambar 5.

1. Bahan Pangan

Produk olahan jagung umumnya berasal dari industri skala rumah tangga hingga industri besar. Secara garis besar, beberapa industri yang mengolah jagung menjadi produk sebagai berikut :

- Industri rumah tangga yaitu, bubur jagung, jagung campuran beras, dan banyak lagi makanan tradisional yang berasal dari jagung.
- Industri giling kering, yaitu menghasilkan tepung jagung.
- Industri giling basah, yaitu menghasilkan pati, sirup, gula jagung, minyak dan dekstrin.



Gambar 5. Pohon industri jagung

- Industri destilasi dan fermentasi, yaitu industri yang menghasilkan etil alkohol, aseton, asam laktat, asam sitrat, gliserol, dan lain-lain.

2. Bahan Pakan Ternak

Bagi sebagian besar peternak di Indonesia, jagung merupakan salah satu bahan campuran pakan ternak. Bahkan di beberapa pedesaan jagung digunakan sebagai bahan pakan utama. Biasanya jagung dicampur bersama bahan pakan lain seperti dedak, sorghum hijau dan tepung ikan. Pakan berbahan jagung umumnya diberikan pada ternak ayam, itik dan puyuh.

3. Bahan bahanbakar Nabati (BBN atau biofuels)

Jagung sangat berpotensi menghasilkan biofuel sebagai sumber energi pengganti minyak bumi.

2.2 Nikstamalisasi

2.2.1 Proses Nikstamalisasi

Nikstamalisasi merupakan proses pemasakan jagung dengan penambahan air kapur sebanyak beberapa persen dari berat jagung yang dimasak. Cara ini telah lama dikembangkan oleh suku bangsa Aztec di Mexico. Nikstamalisasi bertujuan untuk memperbaiki sifat fungsional jagung serta memperbaiki sifat fisik dan kimia tepung tortilla (Rong and Kang-Ning, 2009). Mekanisme kerja nikstamalisasi meliputi penyerapan dan pendistribusian air yang lebih cepat dan memodifikasi lapisan luar biji jagung sehingga pecahan perikarp menjadi rapuh dan lengket (Rosentrater, 2005). Proses nikstamalisasi beragam meliputi nikstamalisasi tradisional dan nikstamalisasi enzimatik.

a. Nikstamalisasi tradisional

Langkah pertama dalam proses nikstamalisasi tradisional yakni biji jagung kering dimasak dalam larutan alkali pada titik didih. Lamanya waktu pemasakan dan perendaman bervariasi sesuai dengan tradisi Lampung dan jenis makanan yang disiapkan, dengan waktu memasak mulai dari beberapa menit sampai satu jam, dan perendaman dari beberapa menit sampai sekitar satu hari. Selama dalam tahap pemasakan dan perendaman, terjadi perubahan kimia pada butir jagung. Butir jagung mengandung komponen dinding sel yang terdiri dari hemiselulosa dan lignin yang sangat larut dalam larutan alkali, kernel melunak dan pericarp menjadi longgar (Carmen, 2003).

Setelah pemasakan dalam larutan alkali keseluruhan biji jagung direndam dan dicuci sedikitnya 2 kali untuk menghilangkan sisa perikarp dan sisa kalsium. Menurut Sahai *et al.* (2006), ada banyak variabel yang mempengaruhi hasil nikstamalisasi meliputi kekerasan biji jagung, konsentrasi kapur alkali $[Ca(OH)_2]$ yang digunakan tergantung pada karakteristik fisik jagung untuk menghasilkan produk yang diterima konsumen, waktu dan suhu pemasakan, waktu dan suhu perendaman dalam air panas, derajat pemasakan, dan kadar air bahan. Jagung pipil yang memiliki endosperm keras diketahui memerlukan pemasakan yang lebih lama. Lama pemasakan jagung pipil yang keras tersebut lebih mudah dikendalikan daripada jagung lunak. Biji-biji jagung yang telah dimasak dan direndam dalam larutan alkali disebut Nikstamal. Nikstamal dapat digunakan segar atau dikeringkan. Nikstamal segar dapat dibuat menjadi adonan dan

digunakan untuk membuat tortilla, tamales, dan arepas. Nikstamal yang dikeringkan disebut masa atau tepung instan.

b. Nikstamalisasi enzimatik

Proses alternatif untuk digunakan dalam industri yang telah dikembangkan, dikenal dengan proses nikstamalisasi enzimatik yang menggunakan enzim *protease* untuk mempercepat perubahan yang terjadi di nikstamalisasi tradisional. Tahap pertama yakni pemberian air panas pada biji jagung sehingga enzim dapat menembus biji jagung, kemudian tahap selanjutnya yakni perendaman (± 30 menit) pada suhu 50° - 60° C dalam larutan alkali yang mengandung enzim *protease*. Dengan pra-perendaman jagung, meminimalkan penggunaan alkali sehingga pH larutan basa dapat diatur, mengurangi suhu memasak, mempercepat pengolahan, dan dapat menggunakan kembali cairan pengolahan yang berlebihan, nikstamalisasi enzimatik dapat mengurangi penggunaan energi dan air, produksi limbah lebih rendah, susut jagung yang hilang dalam pengolahan rendah, dan memperpendek waktu produksi dibandingkan dengan nikstamalisasi tradisional (Jackson, 2002).

2.2.2 Dampak terhadap kesehatan

Manfaat utama nikstamalisasi yakni mengkonversi penyerapan dalam tubuh. Alkalinitas dapat meningkatkan keseimbangan antara asam amino esensial. Manfaat sekunder dari penyerapan butir jagung dari alkali dapat meningkatkan kalsium, besi, tembaga dan seng. Nikstamalisasi secara signifikan dapat

mengurangi (sebesar 90-94%) mikotoksin yang dihasilkan oleh *verticillioides Fusarium* dan *proliferatum Fusarium*, jamur yang umum menginfeksi jagung dan racun yang merupakan karsinogen putatif (Berzok, 2005).

2.2.3 Kalsium Hidroksida

Kalsium hidroksida Ca(OH)_2 merupakan zat padat yang berwarna putih dan amorf. Kalsium hidroksida (*quick lime*) dihasilkan dari batu gamping yang dikalsinasikan, yaitu dipanaskan pada suhu $600^{\circ}\text{C} - 900^{\circ}\text{C}$. Apabila kalsium hidroksida disiram dengan air secukupnya akan menghasilkan kapur padam (*hydrated/slaked quicklime*) dengan mengeluarkan panas (Sukandarrumidi, 1999 dalam Widowati, 2006). Kalsium hidroksida dihasilkan melalui reaksi kalsium oksida (CaO) dengan air.

Rumus molekul senyawa ini adalah $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2$.

Senyawa ini juga dapat dihasilkan dalam bentuk endapan melalui pencampuran larutan kalsium klorida (CaCl_2) dengan larutan natrium hidroksida (NaOH). Larutan Ca(OH)_2 bereaksi hebat dengan berbagai asam, dan bereaksi dengan banyak logam dengan adanya air. Larutan tersebut menjadi keruh bila dilewatkan karbondioksida, karena mengendapnya kalsium karbonat. Kalsium hidroksida mengeluarkan banyak panas, bersifat basa agak keras, dan mudah menarik gas asam arang dari udara, sehingga air mudah menjadi keruh. Larutan kapur tohor juga merupakan pengikat asam – asam nabati (Widowati, 2006). Fungsi penambahan air kapur dalam biji jagung antara lain 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 *et al.*, 2008).

2.3 Tepung Jagung Nikstamal

Komoditas jagung tidak tahan lama jika disimpan dalam keadaan segar. Bentuk yang bisa dipandang sebagai *convenience* ialah apabila bisa tahan lama dan mudah dimanfaatkan, sehingga jagung harus diolah dulu dalam bentuk tepung (masa). Tepung jagung nikstamal merupakan hasil olahan jagung berbentuk bubuk, berwarna cerah, lembut, mudah larut dalam air dan termasuk produk intemediet karena hanya memerlukan satu tahapan pengolahan lagi untuk menjadi produk tortila. Kelebihan mengolah jagung menjadi tepung jagung nikstamal dikarenakan lebih mudah untuk dikemas, proses pengolahan menjadi singkat, tahan lama, mudah disimpan, diangkut dan didistribusikan ke tempat yang jauh sekalipun, dan diharapkan bisa digunakan sebagai pengembangan bahan baku pangan untuk meningkatkan nilai ekonomi (Suarni, 2009).

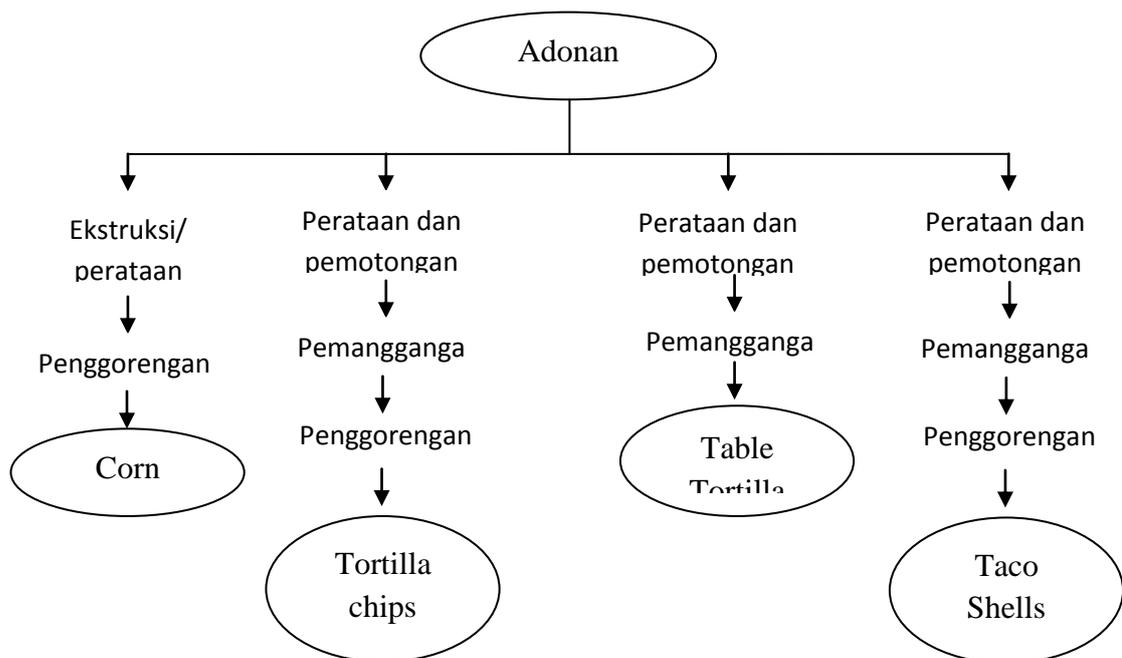
Pengolahan tepung jagung nikstamal dilakukan dengan memasak biji jagung terlebih dahulu kemudian perendaman beberapa jam sebelum digiling menggunakan mesin penggiling. Masa yang dihasilkan disebut juga tepung jagung pramasak. Tepung jagung (nikstamal) jenis ini termasuk kategori tepung jagung pasca gelatinisasi. Produk tepung jagung nikstamal tahan lama karena ada proses pemisahan lembaga dari bagian biji yang lain. Proses pemasakan menggunakan larutan kapur dapat mengurangi kandungan lemak pada tepung karena lemak bereaksi dengan kapur yang bersifat basa dan menghasilkan sabun.

Menurut Rooney and Serna Saldivar (1987), proses pembuatan tepung jagung nikstamal dengan cara nikstamalisasi melalui beberapa tahap yaitu pemasakan dan perendaman, pencucian, penirisan, penggilingan, pengeringan, dan penghancuran. Pemasakan dan perendaman memegang peranan penting karena dalam pemasakan akan terjadi perubahan seperti pelunakan biji jagung dan pelepasan kulit luar jagung. Dalam proses pemasakan dan perendaman juga akan terjadi proses gelatinisasi pati jagung. Pemasakan dilakukan dengan menambahkan kapur dalam jumlah tertentu. Proses pemasakan dapat berlangsung secara singkat namun dapat memberikan tingkat kelunakan jagung yang dikehendaki dan juga hilangnya perikarp jagung.

Setelah pemasakan proses selanjutnya adalah pencucian. Pencucian dilakukan dengan menggunakan air bersih yang mengalir kemudian ditiriskan dengan alat peniris. Tahap selanjutnya adalah penggilingan yang dilakukan dengan menggunakan mesin *grinder*. Proses penggilingan bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan jagung. Peningkatan luas permukaan ini akan memperbesar bagian biji yang kontak dengan udara pengering. Akibatnya proses pengeringan dapat berjalan dengan efektif. Pengeringan berlangsung selama 24 jam dengan suhu udara pengering 55⁰C. Tahap selanjutnya adalah penghancuran/ penggilingan tepung jagung nikstamal. Hasil dari pengecilan ukuran masih berupa tepung yang ukurannya beragam, karena itu setelah digiling dilakukan pengayakan dengan ayakan 60 mesh untuk memisahkan tepung jagung nikstamal dari beras dan meniran jagung.

2.4 Tortilla

Tortilla merupakan salah satu pengolahan produk secara tradisional yang sangat terkenal di Meksiko, Amerika Tengah dan bagian selatan Amerika. Teknologi pengolahan tortilla cukup bervariasi dan tidak ada standar khusus untuk menghasilkan tortilla yang memiliki kualitas yang baik. Beberapa macam proses pengolahan tortilla disusun berdasarkan faktor geografis, varietas jagung, dan sosial ekonomi. Hubungan diantara bermacam-macam produk jagung yang dimasak dalam larutan alkali disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Macam-macam produk jagung dengan pemasakan alkali
Sumber : Rooney and Saldivar (1987)

Adapun variasi proses tersebut diantaranya meliputi penambahan larutan kapur, lama pemasakan, dan lama perendaman. Pemilihan proses ini dipertimbangkan berdasarkan kebiasaan mengolah, harga jagung, dan ketersediaan bahan baku (Herrera, 1979). Untuk menghasilkan tortilla yang memenuhi persyaratan mutu

diperlukan bahan baku yang sesuai dan bermutu baik, proses yang benar serta peralatan yang memadai.

1. Tortilla Chips

Tortilla chips adalah makanan ringan yang terbuat dari jagung nixtamal, berbentuk pipih dengan tebal 2 mm kemudian digoreng. Bentuk tortilla chips beraneka ragam seperti segitiga dan persegi panjang (Carranza, 2006). Cara tradisional untuk memproses jagung menjadi tortilla chips meliputi tahapan proses pemasakan jagung dengan larutan kapur (1 %), kemudian ditiriskan dan direndam dalam air selama \pm satu malam selanjutnya dicuci sebanyak 4 kali untuk menghilangkan sisa alkali. Setelah pencucian, jagung (nixtamal) digiling hingga memperoleh adonan yang cukup halus. Jagung yang telah halus dicetak menjadi lembaran-lembaran tipis dengan ketebalan \pm 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^oc selama 20 menit, kemudian digoreng selama 10-30 detik dengan suhu minyak penggorengan antara 170-180^oc.

2. Corn chips

Corn chips mudah dibuat dengan menggunakan peralatan sederhana yang terdapat di rumah tangga. Jagung direbus dengan larutan kapur, kemudian direndam dengan larutan perebus selama semalam. Setelah itu jagung dicuci sampai bersih, dan digiling bersama bumbu sampai diperoleh adonan yang halus dan rata. Adonan dicetak, kemudian digoreng dengan minyak goreng.

3. Table tortilla

Table tortilla dibuat dengan menggunakan peralatan sederhana. Jagung direbus dengan larutan kapur, kemudian direndam dengan larutan perebus selama semalam. Setelah itu jagung dicuci sampai bersih, dan digiling dan diratakan bersama bumbu sampai diperoleh adonan yang halus dan rata. Adonan dicetak, kemudian dipanggang di dalam oven.

4. Taco shells

Taco shells terdiri dari tepung tortilla yang dibungkus atau dilipat. Isi dari Taco adalah kacang refried, beras, daging, buncis, selada, salsa, daging, alpukat, keju, dan krim asam, dengan ukuran yang bervariasi. Nama taco berasal dari penampilannya yakni tortilla gandum yang digulung (Duggan, 2001).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Biomassa, Laboratorium Analisis Kimia Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung serta di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Politeknik Negeri Lampung pada bulan Juni sampai September 2010.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan adalah jagung pipil kering jenis Lampung dan Madura yang didapat dari pasar Koga Bandar Lampung. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah aquades, Ca(OH)_2 , asam asetat, larutan iod, hcl, naoh, asam sulfat, aseton, methanol, glukosa anhidrat, enzim α -amilase *Thermamyl* dan amiloglukosidase (AMG) dari BPPT Sulusuban Lampung Tengah, amilosa murni *Amprotab*, phenol merk AB. Stockholm, etanol absolut, air suling, tissue, label, minyak goreng bimoli dan bahan-bahan kimia lainnya untuk analisis.

Peralatan yang digunakan antara lain neraca analitik 4 digit merk Ohaus, oven merk Lingberg/Blue dan oven merk Philitsharrif, waterbath merk Polyscience, hot plate merk VWR, buble D&N, HACH spektrofotometri DR 4000, mikroskop

(Cole Parmer, Vernon Hills, Illinois 6006), mesin penggiling (*grinder*), seperangkat alat destilasi, Furnace model EPTR-13K, sentrifuge merk Eppendorf, Erlenmeyer Pyrex, kain saring, loyang alumunium, tabung reaksi, penangas air, pisau, gelas ukur, beker glass, cawan alumunium, desikator, kertas saring, termometer, desikator, termometer, tabung sentrifuge, labu dextrusi, labu takar, spatula, plastik, penjepit, pipet ukur, pengaduk, botol semprot, sarung tangan, masker dan alat-alat untuk analisa lainnya.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian terdiri dari dua tahap yang dilakukan secara terpisah. Pada tahap pertama (penelitian tepung jagung nikstamal) bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama perendaman dan jenis jagung dalam proses nikstamalisasi terhadap sifat fisikokimia dan fungsional tepung jagung nikstamal yang baik. Penelitian dilaksanakan secara faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah jenis jagung yang terdiri dari 2 taraf yakni jagung Lampung dan jagung Madura sedangkan faktor kedua adalah lama perendaman jagung terdiri dari 4 taraf yakni 0 jam (kontrol), 8 jam, 16 jam dan 24 jam. Kesamaan ragam data diuji dengan uji Barlett dan penambahan data diuji dengan uji Tuckey. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan selanjutnya data dianalisis dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 1% dan 5%. Analisa data untuk penampakan mikroskopik serta kelarutan dan *swelling power* disajikan secara deskriptif.

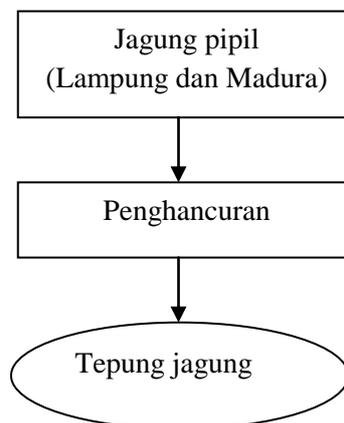
Pada tahap kedua (penelitian tortilla chips dari tepung jagung nikstamal) bertujuan untuk mengkaji aplikasi tepung jagung nikstamal untuk pembuatan tortilla chips. Penelitian dilaksanakan dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan faktor tunggal dan empat ulangan. Perlakuan yaitu jenis bahan baku tepung jagung nikstamal yang terdiri dari 6 taraf yaitu jagung Lampung lama perendaman 8 jam, jagung Lampung lama perendaman 16 jam, jagung Lampung lama perendaman 24 jam, jagung madura lama perendaman 8 jam, jagung madura lama perendaman 16 jam, jagung madura lama perendaman 24 jam. Kesamaan ragam data diuji dengan uji Barlett dan penambahan data diuji dengan uji Tuckey. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan selanjutnya data dianalisis dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 1% dan 5%. Hasil terbaik dari uji organoleptik dianalisis uji proksimat untuk mengetahui kandungan gizi tortilla chips yang dihasilkan.

3.4 Tepung Jagung Nikstamal

3.4.1 Pelaksanaan Penelitian Tepung Jagung Nikstamal

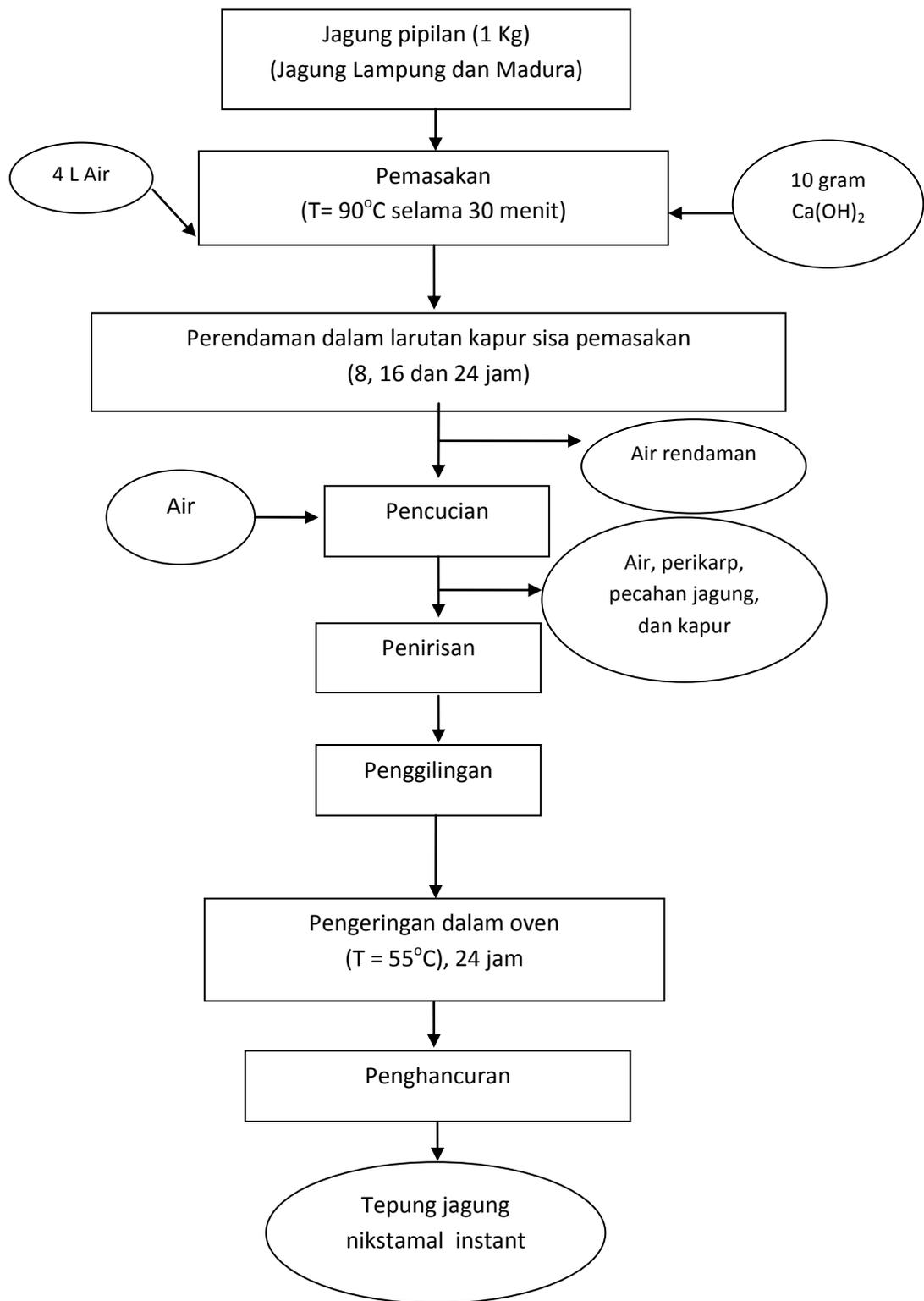
Pembuatan tepung jagung nikstamal menurut Metode Rooney and Serna Saldivar (1987) dengan modifikasi. Pertama-tama, bahan baku yang berupa jagung pipil disortasi dari kotoran-kotoran terlebih dahulu kemudian ditimbang sebanyak 1 Kg dan dicuci dengan air bersih sampai kotoran-kotorannya hilang. Setelah ditiriskan, jagung dimasak ke dalam panci berisi 4 L air yang mengandung 10 g kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) (1% dari jagung pipil) selama 30 menit pada suhu 90°C . Selanjutnya, jagung direndam selama 8, 16 dan 24 jam menggunakan larutan

alkali sisa pemasakan hingga keseluruhan biji terendam. Jika belum seluruhnya terendam, maka dapat ditambahkan air. Kemudian jagung dibilas dengan air bersih yang bertujuan untuk menghilangkan sisa alkali ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Pembilasan dilakukan sampai hilangnya aroma kapur/alkali dan warna air bilasan menjadi jernih. Tahap selanjutnya, jagung ditiriskan dan digiling sampai hancur dengan mesin penggiling (*grinder*). Jagung yang telah dinikstamalisasi dan digiling kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 55°c selama 24 jam. Tepung jagung yang telah dioven kemudian dihancurkan menggunakan grinder sehingga dihasilkan tepung jagung nikstamal instan. Untuk kontrol (tanpa perendaman/perendaman 0 jam), jagung pipil yang telah disortasi dan dicuci kemudian digiling sampai hancur dengan mesin penggiling (*grinder*) sehingga dihasilkan tepung jagung tanpa perendaman/perendaman 0 jam. Proses pembuatan tepung jagung dapat dilihat pada Gambar 7 sedangkan proses pembuatan tepung jagung nikstamal dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. Proses pembuatan tepung jagung tanpa perendaman (perendaman 0 jam)

Sumber : SNI 01 - 3727 – 1995 (tepung jagung)



Gambar 8. Proses pembuatan tepung jagung nikstamal
 Sumber : Rooney dan Serna Saldivar (1987) yang telah dimodifikasi

3.4.2 Pengamatan Tepung Jagung Nikstamal

Pengamatan terhadap sifat fisikokimia tepung jagung nikstamal meliputi penampakan mikroskopik, kadar air, kandungan amilosa, kadar pati, *swelling power* dan kelarutan, serta daya serap air. Sebelum dilakukan pengamatan tepung jagung nikstamal, terlebih dahulu dilakukan analisis uji proksimat dari kedua bahan baku (jagung pipil) meliputi kadar air, kadar lemak, protein, total karbohidrat non pati, abu, dan kandungan kalsium.

a. Penampakan mikroskopis

Penampakan mikroskopis granula pati ditentukan menurut metode MC Master (1964), yaitu pengamatan secara langsung terhadap sample (0,5% suspensi pati) yang ditetaskan pada kaca slide (Cole Parmer, Vernon Hills, Illinois 6006).

b. Kadar air

Pengukuran kadar air dalam penelitian ini menggunakan metode gravimetri dengan menggunakan oven (penguapan). Cawan kosong dikeringkan dalam oven selama 15 menit dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang. Setelah itu, timbang sebanyak 3 g sampel (jagung pipilan, jagung setelah perendaman, masa basah serta tepung nikstamal kering) masukkan dalam cawan. Cawan beserta isinya diangkat dan ditempatkan didalam oven pada suhu 105°C selama 6 jam. Kemudian cawan dipindahkan kedalam desikator selama 15 menit. Setelah dingin ditimbang kembali, dan dikeringkan kembali sampai mendapat berat yang tetap.

$$\text{Kadar air} = \frac{(a - b)}{c} \times 100\%$$

Keterangan : a = Berat cawan + berat sampel

b = Berat cawan + berat sampel setelah dikeringkan

c = Berat sampel

c. Penentuan amilosa

Pengukuran kadar amilosa berdasarkan metode Yuan (2007). Dilakukan secara iodometri berdasarkan reaksi antara amilosa dengan senyawa iod yang menghasilkan warna biru. Pertama-tama dilakukan pembuatan kurva standar amilosa dengan menggunakan amilosa murni sebanyak 40 mg yang dimasukkan kedalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan dengan 1 ml etanol 95% dan 9 ml NaOH 1M. Campuran dipanaskan dalam air mendidih (95°C) selama 10 menit kemudian dipindahkan ke dalam labu takar 100 ml. Gel ditambahkan dengan aquades dan dikocok, kemudian ditepatkan hingga 100 ml dengan aquades.

Dari larutan diatas diambil dengan pipet masing-masing sebanyak 1, 2, 3, 4, dan 5 ml lalu dimasukkan dalam labu takar 100 ml dan diasamkan dengan asam asetat 1 N sebanyak 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 dan 1,0 ml. Kedalam masing-masing labu takar ditambahkan 2 ml larutan iod dan aquades sampai tanda tera. Larutan digoyang-goyang dengan menggunakan tangan hingga merata dan dibiarkan selama 20 menit, kemudian diukur serapannya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 620 nm, dibuat kurva hubungan antara kadar amilosa dengan serapannya. Hasil kurva standar amilosa dapat dilihat pada Lampiran 2.

Selanjutnya dilakukan pengukuran kadar amilosa contoh. Sampel tepung nikstamal instant sebanyak 100 mg ditempatkan dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan dengan 1 ml etanol 95% dan 9 ml NaOH 1M. Campuran dipanaskan dalam air mendidih (95°C) selama 10 menit hingga terbentuk gel dan selanjutnya seluruh gel dipindahkan ke dalam labu takar 100 ml. Gel ditambahkan dengan air dan dikocok, kemudian ditepatkan hingga 100 ml dengan air. Sebanyak 5 ml larutan sampel dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml dan ditambahkan 1 ml asam asetat 1 N, 2 ml larutan iod 0,01 N (berangsur-angsur) serta aquades sampai tanda tera dan dikocok. Panaskan dengan penangas air pada suhu 30°C selama 20 menit, lalu diukur serapannya dengan HACH spektrofotometri DR 4000 pada panjang gelombang 620 nm. Serapan yang diperoleh diplotkan pada kurva standar untuk memperoleh konsentrasi amilosa contoh. Kadar amilosa dihitung berdasarkan persamaan kurva standar amilosa.

$$\text{Kadar Amilosa (\%)} = \frac{A \times B \times C}{D} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Konsentrasi amilosa sampel yang diperoleh dari kurva standar

B = Faktor konversi

C = Nilai konstanta sampel (100)

D = Nilai konstanta - kadar air

d. Kadar pati

Penetapan kadar pati dilakukan dengan cara menghidrolisa pati dengan enzim α -amylase *Thermamyl* dan amiloglukosidase (AMG) menurut Nurdjanah (2005),

kemudian penentuan sampel hasil hidrolisa pati menggunakan metode fenol asam sulfat (Dubois *et al.*, 1956). Enzim α -amilase *Thermamyl* dan amiloglukosidase (AMG) didapatkan dari BPPT Sulusuban Lampung Tengah. Sebanyak 5 gram tepung nikstamal instan dimasukkan kedalam Erlenmeyer, lalu ditambahkan 200 ml aquades dan dipanaskan (90°C) sampai tergelatinisasi, diamkan selama 15 menit. Suhu diturunkan sampai berkisar 80°C kemudian ditambahkan 0,5 ml enzim α -amilase *Thermamyl* dan didiamkan selama 30 menit pada suhu 80°C . Selanjutnya sampel diturunkan suhunya sampai 55°C dan tambahkan 0,5 ml amiloglukosidase (AMG) kemudian diamkan selama 30 menit pada suhu 55°C . Suspensi disaring menggunakan kertas saring, kemudian lakukan pengenceran filtrat. Sebelum penentuan kadar pati sampel, terlebih dahulu dibuat kurva standar dengan membuat larutan glukosa standar (10 mg glukosa anhidrat/ 100 ml air). Dari larutan glukosa standar tersebut dilakukan 6 pengenceran sehingga diperoleh larutan glukosa dengan konsentrasi: 2, 4, 6, 8 dan 10 mg/ 100 ml.

Sebanyak 7 buah tabung reaksi bersih, masing-masing diisi dengan 1 ml larutan glukosa standar tersebut diatas. Satu tabung diisi 1 ml sebagai blanko. Kemudian kedalam tabung reaksi ditambahkan fenol 5% sebanyak 1 ml, kemudian ditambahkan asam sulfat pekat sebanyak 5 ml. Panaskan dengan penangas air pada suhu 30°C selama 20 menit. Kurva standar dibuat dengan cara menghubungkan antara konsentrasi glukosa dengan OD (*Optical Density*). *Optical Density* (OD) masing-masing larutan tersebut dibaca menggunakan HACH spektrofotometri DR 4000 pada panjang gelombang 490 nm. Hasil kurva standar amilosa dapat dilihat pada Lampiran 3. Penentuan kadar pati sampel dilakukan seperti cara penentuan kurva standar glukosa. Jumlah kadar pati

ditentukan berdasarkan OD larutan contoh dan kurva standar dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$\text{kadar pati (\%)} = \frac{A \times B \times C \times 0,9}{D} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Glukosa yang diperoleh dari kurva standar

B = Volume sampel (ml)

C = Konsentrasi pengenceran larutan sampel

D = Berat sampel (mg)

e. Kelarutan dan daya pembengkakan (*swelling power*)

Pengujian terhadap kelarutan, daya pembengkakan (*swelling power*) dilakukan menurut metode yang dikembangkan oleh Torruco-Uco and Betancur-Ancona (2007) dengan sedikit modifikasi yaitu suspensi pati (1% b/v) sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam 15 ml tabung sentrifuse yang berat kosongnya telah ditimbang. Kemudian tabung beserta isinya dipanaskan pada suhu 60,70,80, dan 90°C dalam waterbath masing-masing selama 30 menit. Kemudian suspensi disentrifuse pada 3000 rpm selama 15 menit, supernatan dipisahkan dan granula yang membengkak ditimbang. Supernatan sebanyak 5 ml dituang ke dalam cawan petri untuk dikeringkan dalam oven konvensional pada suhu 120 °C selama 4 jam sampai berat konstan. Persentasi kelarutan dan *swelling power* dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kelarutan (\%)} : \frac{\text{Berat kering cawan X 10 mL}}{\text{Berat sampel X 5 mL}} \times 100\%$$

$$\text{Swelling Power} : \frac{\text{Berat granula yang membengkak}}{\text{Berat sampel X (100 \% - kelarutan)}} \times 100\%$$

F. Daya serap air

Kapasitas penyerapan air pada sampel tepung nikstamal instant menggunakan metode Beuchat (1977). Satu gram tepung dicampur dengan 10 ml air, kemudian dimasukkan kedalam tabung sentrifuge dan diamkan pada suhu 30 °C selama 1 jam. Setelah itu sentrifuge sampel dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit. Volume air dalam endapan diukur, kapasitas penyerapan air dihitung sebagai ml air yang diserap per gram tepung.

$$\text{daya serap air (ml/g)} = \frac{A - B}{C}$$

Keterangan :

A = Volume awal (ml)

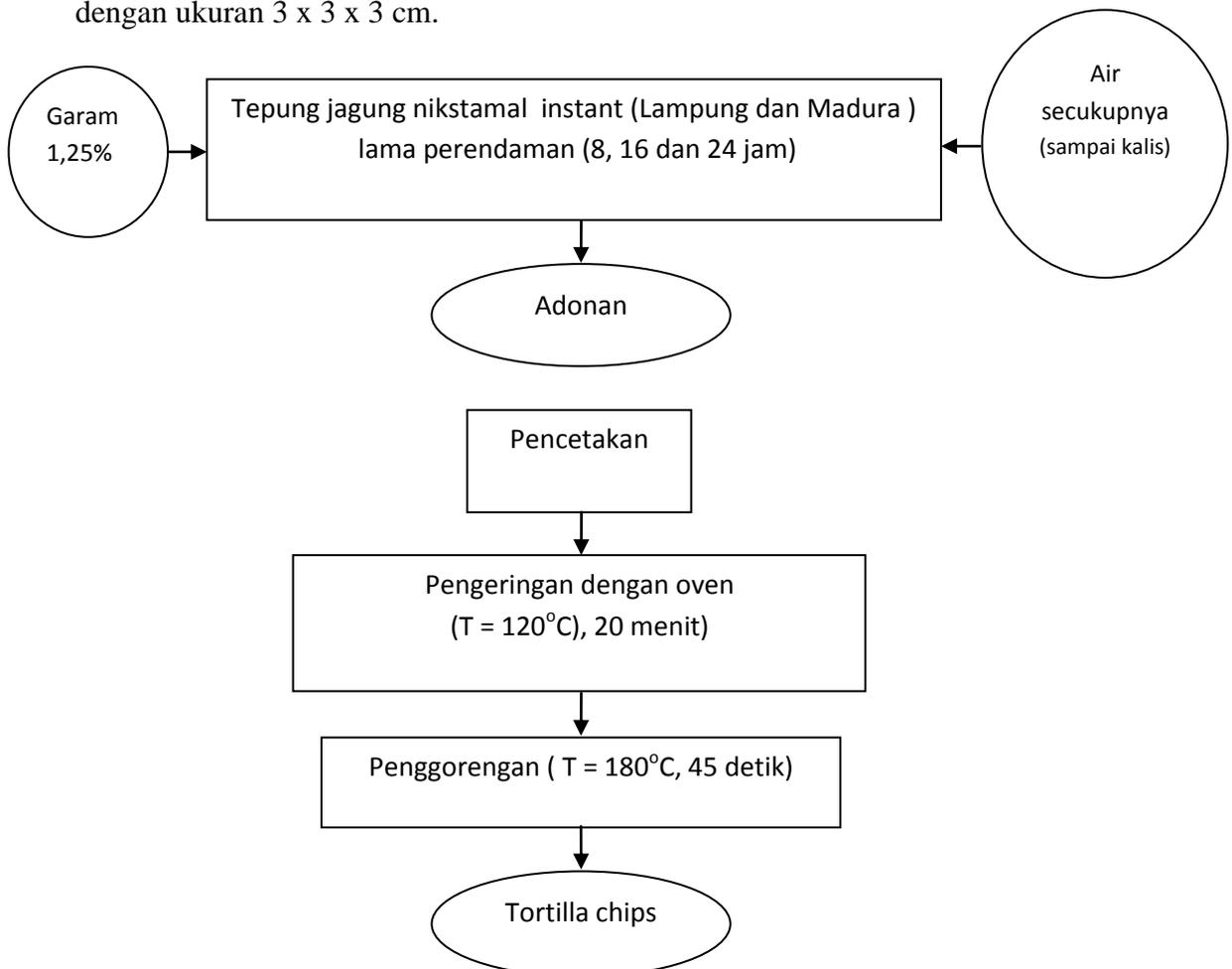
B = Volume akhir (ml)

C = Berat sampel (gram)

3.5 Tortilla Chips

3.5.1 Pelaksanaan Penelitian Tortilla Chips

Pembuatan tortilla chips menurut Metode Rooney and Serna Saldivar (1987) dengan modifikasi. Tepung jagung nikstamal yang dihasilkan (tanpa menggunakan kontrol/tepung jagung nikstamal perendaman 0 jam) kemudian dibuat menjadi suatu adonan atau masa yang lembut dan kalis (penambahan garam 1,25% dan air). Selanjutnya, adonan dipipihkan dengan alat pemipih (*sheeter*) dengan ketebalan 1 mm. Kemudian dipotong bentuk segitiga sama sisi dengan ukuran 3 x 3 x 3 cm.



Gambar 9. Proses pembuatan tortilla chips

Sumber : Rooney dan Serna Saldivar (1987) yang telah dimodifikasi

Potongan adonan yang berupa lembaran kemudian dikeringkan dalam oven selama \pm 20 menit pada suhu 120°C. Tortilla chips yang telah kering kemudian digoreng dengan *deep frying* pada suhu 180°C selama 45 detik. Ulangan dilakukan sebanyak 4 kali dengan prosedur yang sama. Tortilla chips yang dibuat dalam penelitian ini hanya ditambahkan garam sebanyak 1,25% dari berat tepung jagung nikstamal, yang bertujuan untuk meningkatkan cita rasa. Proses pembuatan tortilla chips dapat dilihat pada Gambar 9.

3.5.2 Pengamatan Tortilla Chips

Pengamatan tortilla chips meliputi uji organoleptik terdiri dari empat parameter uji yakni warna, rasa, kerenyahan serta penerimaan keseluruhan. Sebelum dilakukan uji organoleptik, terlebih dahulu dilakukan penelitian pendahuluan yakni penentuan tortilla chips terbaik dari jagung nikstamal segar sebagai kontrol tortilla chips berbahan baku tepung jagung nikstamal yang dilakukan secara deskriptif menurut metode penelitian Widiyanti (2009). Selanjutnya analisa proksimat terhadap tortilla chips terbaik dari penelitian ini meliputi kadar air, kadar lemak, protein, total karbohidrat non pati, abu, daya serap minyak, dan kandungan kalsium.

a. Penilaian Organoleptik

Penilaian organoleptik berdasarkan metode skoring untuk rasa, kerenyahan, warna sedangkan penerimaan keseluruhan dengan metode hedonik dengan membandingkan dengan reference (R) (Soekarto,1985). Skala pengujian terhadap

penerimaan keseluruhan, warna, rasa serta kerenyahan disajikan pada Tabel 5. Sampel yang disajikan kepada panelis adalah tortilla chips dari tepung jagung nikstamal yang dibandingkan dengan tortilla chips dari nikstamal segar (Reference).

Tabel 5. Skor dan kriteria mutu uji organoleptik

Parameter mutu	Kriteria	Skor
Penerimaan Keseluruhan	Amat sangat disukai daripada R	5
	Sangat disukai daripada R	4
	Sama suka dengan R	3
	Agak kurang disukai dari R	2
	Kurang disukai dari R	1
Warna	Kuning sangat cerah daripada R	5
	Kuning lebih cerah dari R	4
	Tingkat kekuningan sama dengan warna kuning dari R	3
	Tingkat kekuningan lebih tua dari warna kuning R	2
	Kuning lebih kecoklatan dari warna R	1
Kerenyahan	Sangat lebih renyah dari R	5
	Lebih renyah dari R	4
	Sama renyah dengan R	3
	Agak renyah dari R	2
	Kurang renyah dari R	1
Rasa	Amat sangat khas jagung dibanding R	5
	Lebih khas jagung dibanding R	4
	Khas jagung sama dengan R	3
	Agak kurang khas jagung daripada R	2
	Kurang khas jagung daripada R	1

Format panelis dibuat sebagai berikut :

Nama :

Tanggal :

Sampel : Tortilla chips

Dihadapan Anda disajikan sampel R dan 6 sampel berkode. Anda diminta untuk mengevaluasi sampel tersebut satu-persatu yaitu membandingkan antara sampel R dengan 6 sampel berkode lainnya. Berikan penilaian anda dengan cara menuliskan skor di bawah kode sampel pada tabel penilaian berikut. Kemudian tuliskan penilaian Anda pada masing-masing kode sampel seperti pada tabel di bawah ini.

Penilaian	212	510	380	250	323	199
Warna						
Rasa						
Kerenyahan						
Penerimaan keseluruhan						

Skor :

Rasa :

5. Amat sangat khas jagung dibanding R
4. Sangat khas jagung dibanding R
3. Khas jagung sama dengan R
3. Agak kurang khas jagung daripada R
2. Kurang khas jagung daripada R

Kerenyahan :

5. Sangat lebih renyah dari R
4. Lebih renyah dari R
3. Sama renyah dengan R
3. Agak renyah dari R
2. Kurang renyah dari R

Warna :

5. Kuning sangat cerah daripada R
4. Tingkat kekuningan lebih cerah dari R
3. Tingkat kekuningan sama dengan warna kuning dari R
2. Tingkat kekuningan lebih tua dari warna kuning R
1. Kuning lebih kecoklatan dari warna R

Penerimaan Keseluruhan :

5. Amat sangat disukai daripada R
4. Sangat disukai daripada R
3. Sama disukai dengan R
2. Agak kurang disukai dari R
1. Kurang disukai dari R

b. Pengamatan Kadar Proksimat Tortilla Chips Terbaik

1. Kadar air

Pengukuran kadar air dalam penelitian ini menggunakan metode gravimetri dengan menggunakan oven /penguapan (AOAC, 1984). Cawan kosong dikeringkan dalam oven selama 15 menit dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang. Timbang sebanyak 3 g tortilla chips kemudian masukkan dalam cawan. Cawan beserta isinya diangkat dan ditempatkan didalam oven pada suhu 105^oc selama 6 jam. Kemudian cawan dipindahkan kedalam desikator selama 15 menit. Setelah dingin ditimbang kembali, dan dikeringkan kembali sampai mendapat berat yang tetap.

$$\text{Kadar air} = \frac{(a - b)}{c} \times 100\%$$

Keterangan : a = Berat cawan + berat sampel

b = Berat cawan + berat sampel setelah dikeringkan

c = Berat sampel

2. Kadar abu

Cawan porselen dikeringkan dalam tanur bersuhu 400-600° C, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Sebanyak 3-5 gram sampel dan dimasukkan ke dalam cawan porselen. Selanjutnya sampel dipijarkan di atas nyala pembakar bunsen sampai tidak berasap lagi, kemudian dilakukan pengabuan di dalam tanur listrik pada suhu 400-600° C selama 4-6 jam atau sampai terbentuk abu berwarna putih. Kemudian sampel didinginkan dalam desikator, selanjutnya ditimbang.

$$\text{Kadar abu} = \frac{(a - b)}{c} \times 100\%$$

Keterangan : a = Berat cawan + berat sampel

b = Berat cawan + berat sampel setelah difurnace

c = Berat sampel

3. Kadar lemak

Metode yang digunakan dalam analisis lemak adalah metode ekstraksi sokhlet (AOAC, 1990). Pertama-tama labu lemak yang digunakan dikeringkan dalam

oven. Kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya. Sampel sebanyak 5 gram dalam bentuk kering dibungkus dengan kertas saring. Kemudian kertas saring yang berisi sampel tersebut dimasukkan dalam alat ekstraksi soxhlet. Petroleum eter dituangkan di atas lubang kondensor sampai jatuh ke labu destilasi yang berisi batu didih yang telah diketahui beratnya.

Selanjutnya dilakukan refluks selama minimal 16 jam sampai pelarut yang turun kembali ke dalam lemaknya berwarna jernih. Pelarut yang ada dalam lemak didestilasi, dan pelarut ditampung kembali. Kemudian labu yang berisi lemak ekstraksi dipanaskan dalam oven 100°C untuk menguapkan sisa pelarut sehingga mencapai berat konstan, kemudian didinginkan dalam desikator. Berat residu dalam labu destilasi ditimbang sehingga berat lemak diketahui. Kadar lemak dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar lemak} = \frac{a-b}{c} \times 100\%$$

Keterangan : a = berat labu + batu didih + residu lemak

b = berat labu + batu didih

c = berat sampel

4. Total karbohidrat non pati (polysaccharide non digestible)

Pengujian total karbohidrat non pati dilakukan dengan metode enzimatik (Noda *et al* (1994)). Sampel ditimbang sebanyak 10 gram masukkan kedalam Erlenmeyer, lalu ditambahkan 200 ml aquades dan dipanaskan (90°C) sampai tergelatinisasi. Turunkan suhu sampai berkisar 80°C kemudian tambahkan 0,5 ml enzim α -amylase dan didiamkan selama 30 menit pada suhu 80°C. Suspensi di

sentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Pisahkan residu dengan supernatan yang dihasilkan. Residu yang dihasilkan ditambahkan 200 ml aquades dan dipanaskan pada sampai suhu 55°C, selanjutnya tambahkan 0,5 ml amiloglukosidase kemudian diamkan selama 30 menit pada suhu 55°C. Suspensi di sentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Pisahkan residu dengan supernatan yang dihasilkan. Residu yang dihasilkan berturut turut dicuci dengan air destilasi, methanol, aseton. Kemudian residu dikering anginkan lalu ditimbang.

5. Penetapan kadar kalsium

Penetapan mineral dilakukan dengan alat Flame photometer (Apriantono, 1989).

Prosedur penetapan dilakukan dengan tahapan berikut :

E.1. Larutan Abu Berasal Dari Pengabuan Basah :

Pindahkan larutan abu kedalam labu takar yang sesuai sehingga diperoleh konsentrasi logam yang sesuai dengan kisaran kerjanya. Tepatkan sampai tanda tera dengan air, campur merata.

E.2. Abu Berasal Dari Pengabuan Kering :

Tambahkan 5-6 ml HCl 6 N kedalam cawan/pinggan berisi abu, kemudian dengan hati-hati panaskan di atas hot plate (pemanas) dengan pemanasan rendah sampai kering. Tambahkan 15 ml HCl 3 N, panaskan cawan di atas pemanas sampai mulai mendidih. Dinginkan dan saring melalui kertas saring, masukkan filtrat ke dalam labu takar yang sesuai. Usahakan padatan tertinggi sebanyak mungkin dalam cawan. Tambahkan 10 ml HCl 3 N ke dalam cawan, kemudian panaskan sampai larutan mulai mendidih. Dinginkan, saring dan masukkan filtrat ke dalam

labu takar. Cuci cawan dengan air sedikitnya tiga kali, saring air cucian lalu masukkan kedalam labu takar. Cuci kertas saring dan masukkan air cucian ke dalam labu takar. Jika akan menentukan kadar kalsium, tambahkan 5 ml larutan lantanum klorida untuk setiap 100 ml larutan. Dinginkan dan encerkan isi labu sampai tanda tera dengan air. Siapkan blanko dengan menggunakan sejumlah pereaksi yang sama.

E.3. Kalibrasi Alat dan Penetapan Sampel :

Flame photometer diset sesuai dengan instruksi dalam manual alat. Larutan standar logam dan blanko diukur. Larutan sampel diukur. Selama penetapan sampel, diperiksa secara periodik apakah nilai standar tetap konstan. Dibuat kurva standar untuk masing-masing logam (nilai absorpsi/emisi vs konsentrasi logam dalam $\mu\text{g/ml}$).

Perhitungan :

Penentuan konsentrasi logam dalam sampel dari kurva standar yang diperoleh :

$$\text{Berat sampel (g)} = W$$

$$\text{Volume ekstrak} = V$$

$$\text{Konsentrasi larutan sampel } (\mu\text{g/ml}) = a$$

$$\text{Konsentrasi larutan blanko } (\mu\text{g/ml}) = b$$

$$\text{Kadar logam (mg/100 g)} = \frac{(a - b) \times V}{10 W}$$

$$\text{Kadar logam (mg/1000 g)} = \frac{(a - b) \times V}{W}$$

6. Kadar protein

Kadar protein ditentukan dengan metode *Gunning*. Sampel yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 0,5-1,0 gram dan dimasukkan ke dalam labu kjeldahl, serta ditambahkan 10 gram K_2S atau Na_2SO_4 anhidrat, dan 10 ml H_2SO_4 pekat. Kemudian dilakukan destruksi diatas pemanas listrik dalam lemari asam, mula-mula dengan api kecil, setelah asap hilang api dibesarkan, pemanasan diakhiri sampai cairan menjadi jernih tak berwarna lagi. Dibuat juga blanko seperti perlakuan diatas. Setelah labu kjeldahl beserta cairannya menjadi dingin kemudian ditambahkan 100 ml akuades, serta larutan naoh 45% sampai cairan bersifat basis.

Labu kjeldahl dipasang dengan segera pada alat destilasi. Selanjutnya labu kjeldahl dipanaskan sampai amonia menguap semua, distilat ditampung dalam Erlenmeyer yang berisi 25 ml HCl 0,1 N yang sudah diberi indikator campuran phenolphtalin blue dan merah 1 % beberapa tetes. Distilasi diakhiri setelah volume distilat yang keluar tak bersifat basis. Kelebihan HCl 0,1 N dalam distilat dititrasi dengan larutan basa standar (larutan NaOH 0,1 N).

$$\% N = \frac{(\text{ml NaOH blanko} - \text{ml NaOH sampel}) \times N \text{ NaOH} \times 14,008}{G \text{ sampel}}$$

$$\text{Kadar protein (\%)} = \% N \times 6,25$$

7. Daya serap minyak

Kapasitas penyerapan minyak pada sampel tortilla chips menggunakan metode Beuchat (1977). Satu gram tortilla chips dicampur dengan 10 ml minyak, kemudian masukkan kedalam dalam tabung sentrifuge dan diamkan pada suhu 30°C selama 1 jam. Setelah itu sentrifuge sampel dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit. Volume minyak dalam endapan diukur, kapasitas penyerapan minyak dihitung sebagai ml minyak yang diserap per gram tortilla chips.

$$\text{daya serap minyak (\%)} = \frac{A - B}{C}$$

Keterangan :

A = Volume awal (ml)

B = Volume akhir (ml)

C = Berat sampel (gram)