

I. TINJAUAN PUSTAKA

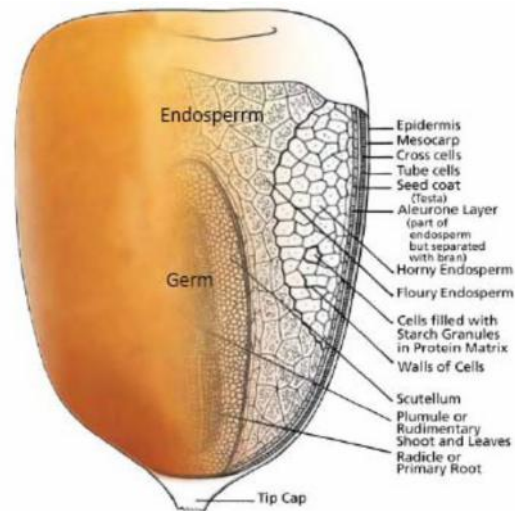
2.1 Jagung

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 linolenat, 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.

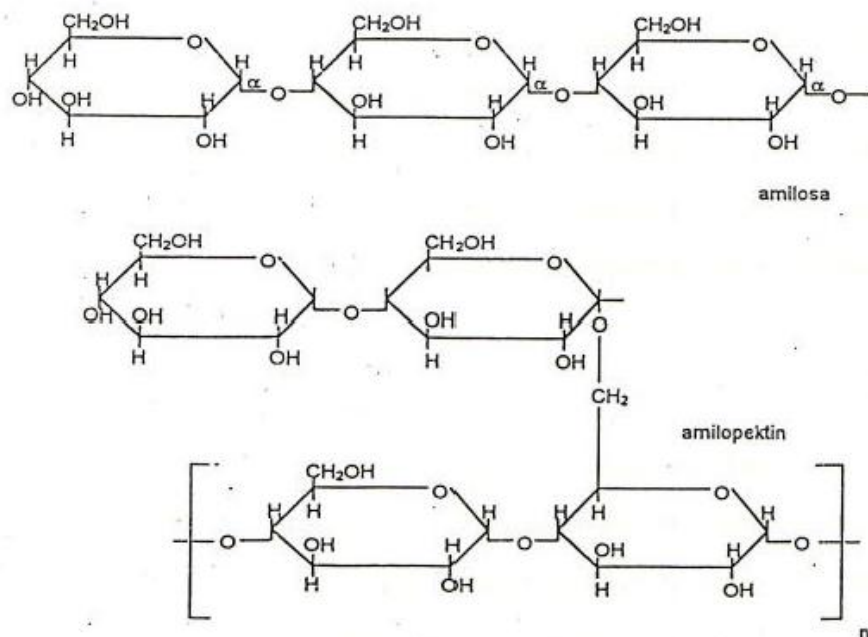
Tabel 2. Komposisi kimia jagung kering

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

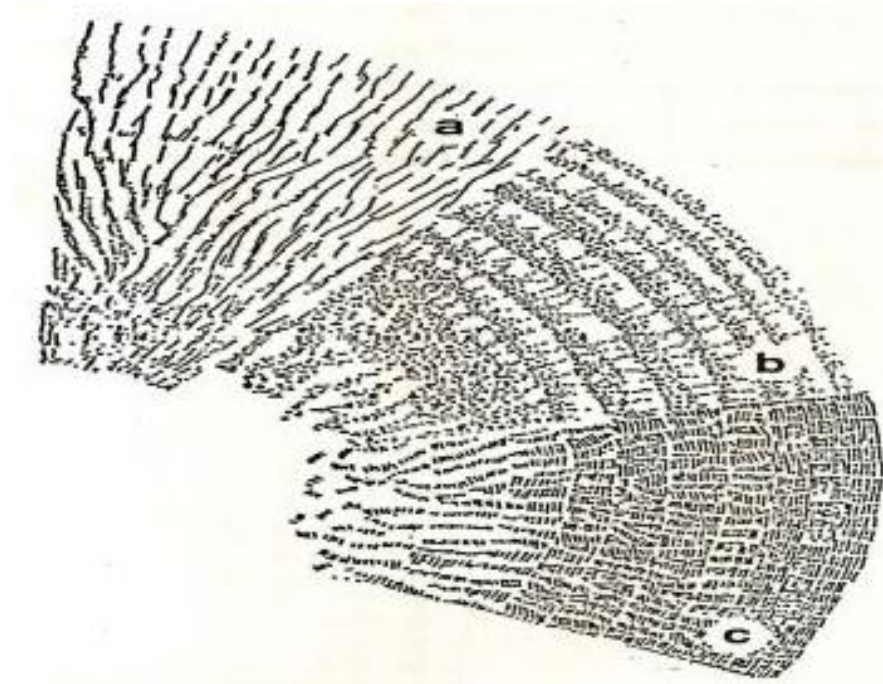
Amilopektin memiliki struktur yang bercabang, pati akan mudah mengembang dan membentuk koloid dalam air. Amilopektin mempunyai bentuk globular yang memperlihatkan peningkatan pembengkakan dan viskositas yang lebih tinggi daripada amilosa dalam larutan. Hal ini menunjukkan bahwa struktur molekul amilopektin 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)

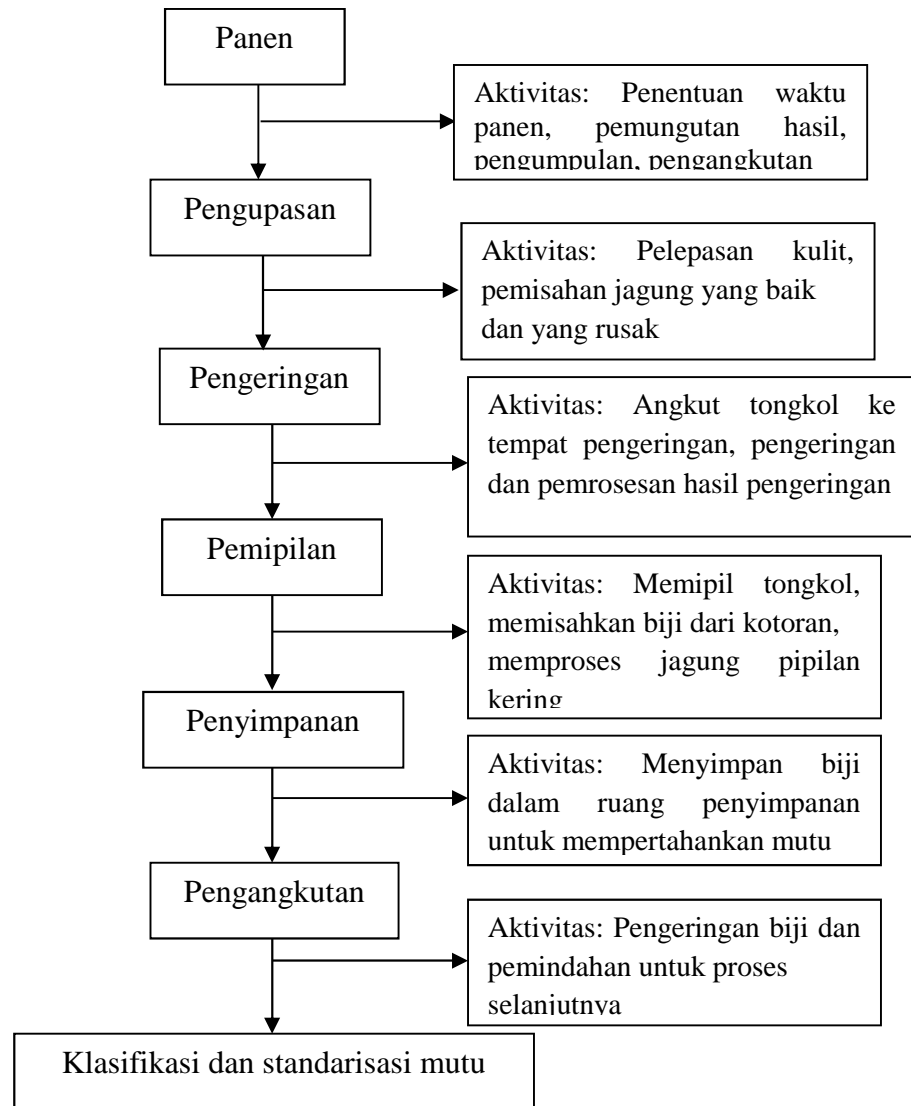
Molekul-molekul berantai lurus membentuk daerah kristalin yang kompak sehingga susah ditembus oleh air, enzim dan bahan kimia. Sebaliknya daerah amorf kurang kompak dan lebih mudah ditembus. Susunan molekul pati dapat dilihat pada Gambar 3.



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 berpotensi 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

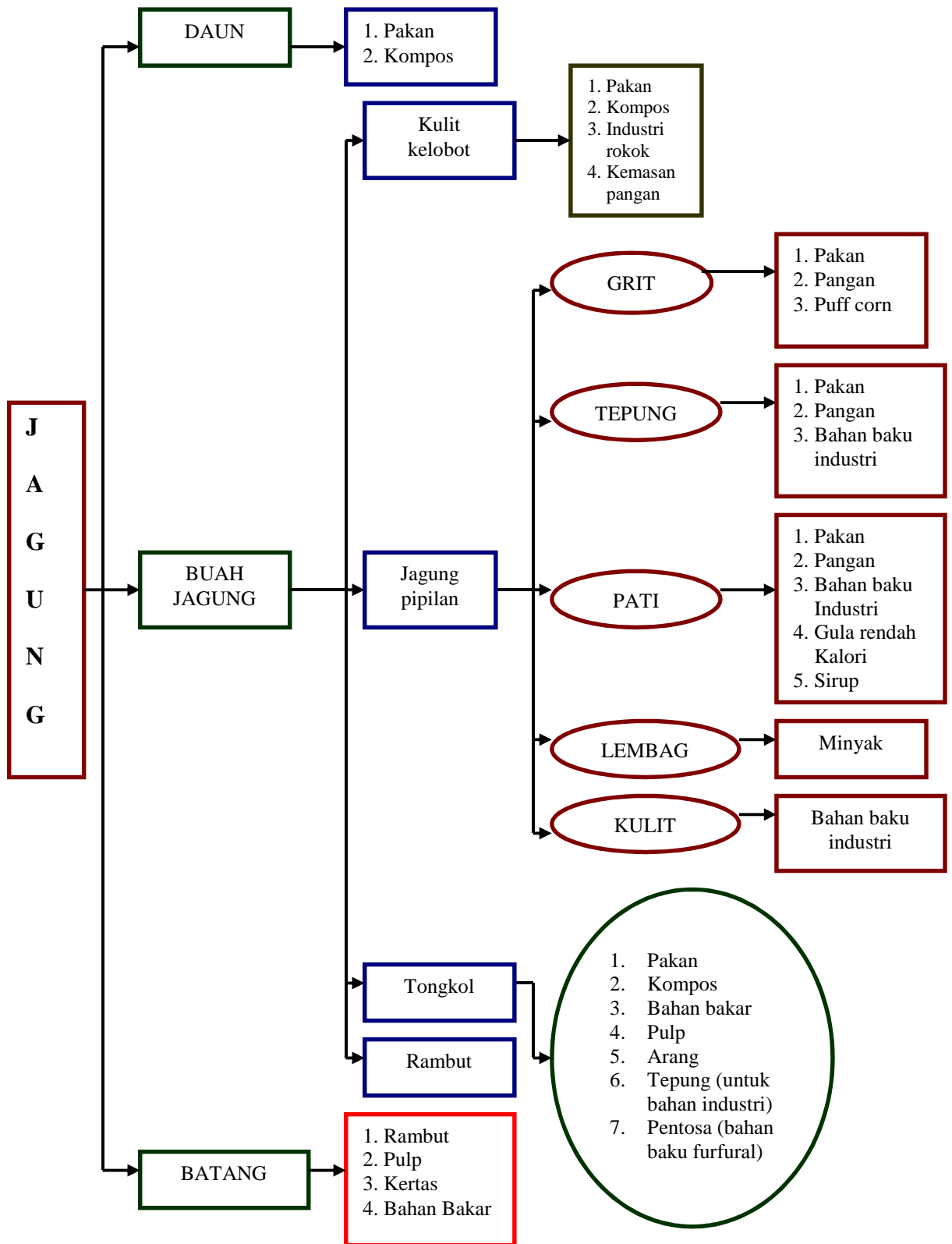
Sumber : Badan Pusat Statistik (2010)

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 hijauan 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 $600^0 \text{ C} - 900^0 \text{ C}$. 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 hidroksia](#) (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).

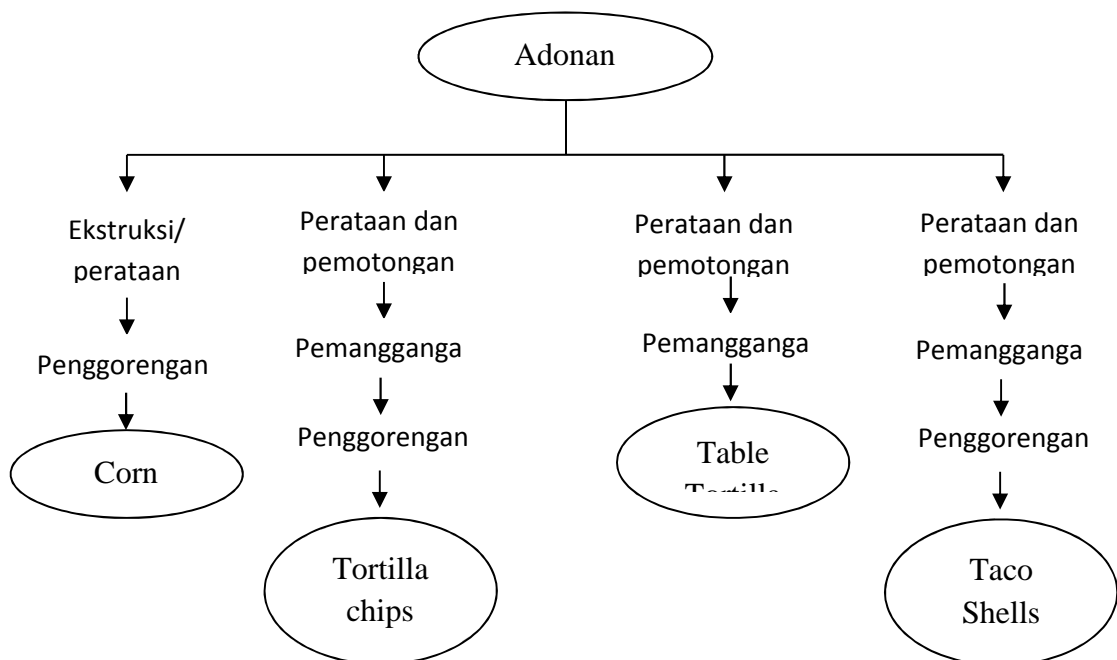
Pengolahan tepung jagung nikstamal dilakukan dengan memasak biji jagung terlebih dahulu kemudian perendaman beberapa jam sebelum digiling menggunakan mesin penggiling. Masa yang dihasilkan disebut juga tepung jagung pramasak. Tepung jagung (nikstamal) jenis ini termasuk kategori tepung jagung pasca gelatinisasi. 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).