

# Struktur, Komposisi, dan Nutrisi Jagung

Suarni<sup>1</sup> dan S. Widowati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

<sup>2</sup>Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor

## PENDAHULUAN

Selain sebagai sumber karbohidrat, jagung juga merupakan sumber protein yang penting dalam menu masyarakat Indonesia. Kandungan gizi utama jagung adalah pati (72-73%), dengan nisbah amilosa dan amilopektin 25-30% : 70-75%, namun pada jagung pulut (*waxy maize*) 0-7% : 93-100%. Kadar gula sederhana jagung (glukosa, fruktosa, dan sukrosa) berkisar antara 1-3%. Protein jagung (8-11%) terdiri atas lima fraksi, yaitu: albumin, globulin, prolamin, glutelin, dan nitrogen nonprotein.

Perbedaan *quality protein maize* (QPM) dengan jagung biasa terletak pada proporsi fraksi proteinnya. Fraksi globulin (merupakan zein II) pada jagung biasa (31%) jauh lebih tinggi dibanding QPM (6%). Zein miskin akan lisin dan triptofan, yang merupakan asam amino pembatas pada jagung. Oleh karena itu, mutu protein QPM (82%) jauh lebih tinggi dibanding dengan jagung biasa (32%), bahkan lebih tinggi dari mutu protein beras (79%) dan gandum (39%). Varietas Srikandi Putih dan Srikandi Kuning adalah jagung QPM unggul, baik untuk pangan maupun pakan.

Asam lemak pada jagung meliputi asam lemak jenuh (palmitat dan stearat) serta asam lemak tidak jenuh, yaitu oleat (omega 9) dan linoleat (omega-6). Pada QPM terkandung linolenat (omega-3). Linoleat dan linolenat merupakan asam lemak esensial. Lemak jagung terkonsentrasi pada lembaga, sehingga dari sudut pandang gizi dan sifat fungsionalnya, jagung utuh lebih baik daripada jagung yang lembaganya telah dihilangkan.

Vitamin A atau karotenoid dan vitamin E terdapat dalam komoditas ini, terutama pada jagung kuning. Selain fungsinya sebagai zat gizi mikro, vitamin tersebut berperan sebagai antioksidan alami yang dapat meningkatkan imunitas tubuh dan menghambat kerusakan degeneratif sel.

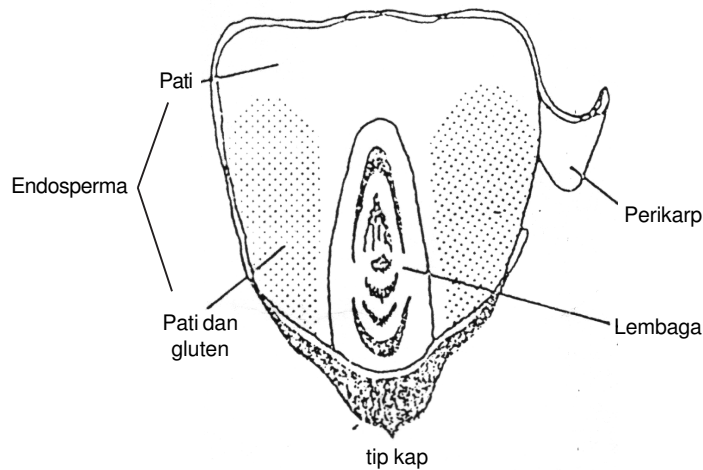
Jagung juga mengandung berbagai mineral esensial, seperti K, Na, P, Ca, dan Fe. Faktor genetik sangat berpengaruh terhadap komposisi kimia dan sifat fungsional. Data karakteristik terinci gizi varietas jagung Indonesia masih sangat terbatas. Hal ini perlu diperhatikan oleh para peneliti jagung, praktisi industri pangan, dan pemangku kepentingan (*stakeholder*) untuk mengangkat jagung tidak hanya dari segi produksi tetapi juga mutu gizi dan pemanfaatannya.

## STRUKTUR BIJI JAGUNG

Secara struktural, biji jagung yang telah matang terdiri atas empat bagian utama, yaitu perikarp, lembaga, endosperm, dan tip kap (Gambar 1). Perikarp merupakan lapisan pembungkus biji yang berubah cepat selama proses pembentukan biji. Pada waktu kariopsis masih muda, sel-selnya kecil dan tipis, tetapi sel-sel itu berkembang seiring dengan bertambahnya umur biji. Pada taraf tertentu lapisan ini membentuk membran yang dikenal sebagai kulit biji atau testa/aleuron yang secara morfologi adalah bagian endosperm. Bobot lapisan aleuron sekitar 3% dari keseluruhan biji (Inglett 1987).

Lembaga merupakan bagian yang cukup besar. Pada biji jagung tipe gigi kuda, lembaga meliputi 11,5% dari bobot keseluruhan biji. Lembaga ini sendiri sebenarnya tersusun atas dua bagian yaitu skutelum dan poros embrio (*embryonic axis*). 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). Lembaga terdiri atas plumula, radikel, dan skutelum, yaitu sekitar 10% dan perikarp 5%. Perikarp merupakan lapisan luar biji yang dilapisi oleh testa dan lapisan aleuron. Lapisan aleuron mengandung 10% protein (Mertz 1972).

Setiap tip cap adalah bagian yang menghubungkan biji dengan janggal. Lapisan aleuron, perikarp, dan lembaga mengandung protein dengan kadar yang berbeda. Lembaga juga mengandung lemak dan mineral (Inglett 1987).



Gambar 1. Struktur biji jagung (Damardjati 1988).

Tabel 1. Komposisi kimia jagung berdasarkan bobot kering.

Komponen	Biji utuh	Endosperma	Lembaga	Kulit ari	Tip cap
Protein (%)	3,7	8,0	18,4	3,7	9,1
Lemak (%)	1,0	0,8	33,2	1,0	3,8
Serat kasar (%)	86,7	2,7	8,8	86,7	-
Abu (%)	0,8	0,3	10,5	0,8	1,6
Pati (%)	71,3	87,6	8,3	7,3	5,3
Gula (%)	0,34	0,62	10,8	0,34	1,6

Sumber: Inglett (1987).

Analisis kimia biji jagung menunjukkan bahwa masing-masing fraksi mempunyai sifat yang berbeda. Proses pengolahan dengan menghilangkan sebagian dari fraksi biji jagung akan mempengaruhi mutu gizi produk akhir. Informasi komposisi kimia tersebut bermanfaat bagi industri pangan untuk menentukan jenis bahan dan proses yang harus dilakukan agar diperoleh mutu produk yang sesuai dengan yang diinginkan.

Kulit ari jagung dicirikan oleh kandungan serat kasar yang tinggi, yaitu 86,7% (Tabel 1), yang terdiri atas hemiselulosa (67%), selulosa (23%), dan lignin (0,1%) (Burge and Duensing 1989). 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.

## KOMPOSISI KIMIA BIJI JAGUNG

Informasi komposisi kimia proksimat cukup banyak tersedia. Keragaman data pada masing-masing komponen gizi sangat besar. Tabel 2 menunjukkan komposisi kandungan zat gizi pada berbagai tipe jagung. Keragaman komposisi tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik maupun lingkungan.

### Pati

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 terdiri atas dua jenis polimer glukosa, yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan rantai unit-unit D-glukosa yang panjang dan tidak bercabang, digabungkan oleh ikatan  $\alpha(1\rightarrow4)$ , sedangkan amilopektin strukturnya bercabang. Ikatan glikosidik yang

Tabel 2. Komposisi kimia berbagai tipe jagung.

Varietas	Air	Abu	Protein	Serat kasar	Lemak	Karbohidrat
	.....(%).....					
Kristalin	10,5	1,7	10,3	2,2	5,0	70,3
Floury	9,6	1,7	10,7	2,2	5,4	70,4
Starchy	11,2	2,9	9,1	1,8	2,2	72,8
Manis	9,5	1,5	12,9	2,9	3,9	69,3
Pop	10,4	1,7	13,7	2,5	5,7	66,0
Hitam	12,3	1,2	5,2	1,0	4,4	75,9
Srikandi Putih <sup>*)</sup>	10,08	1,81	9,99	2,99	5,05	73,07
Srikandi Kuning <sup>*)</sup>	11,03	1,85	9,95	2,97	5,10	72,07
Anoman <sup>*)</sup>	10,07	1,89	9,71	2,05	4,56	73,77
Lokal pulut <sup>*)</sup>	11,12	1,99	9,11	3,02	4,97	72,81
Lokal nonpulut <sup>*)</sup>	10,09	2,01	8,78	3,12	4,92	74,20
Bisi 2 <sup>**)</sup>	9,70	1,00	8,40	2,20	3,60	75,10
Lamuru <sup>**)</sup>	9,80	1,20	6,90	2,60	3,20	76,30

Sumber: Cortez dan Wild-Altamirano (1972) dalam Widowati *et al.* (2005).

<sup>\*)</sup>Suarni dan Firmansyah (2005).

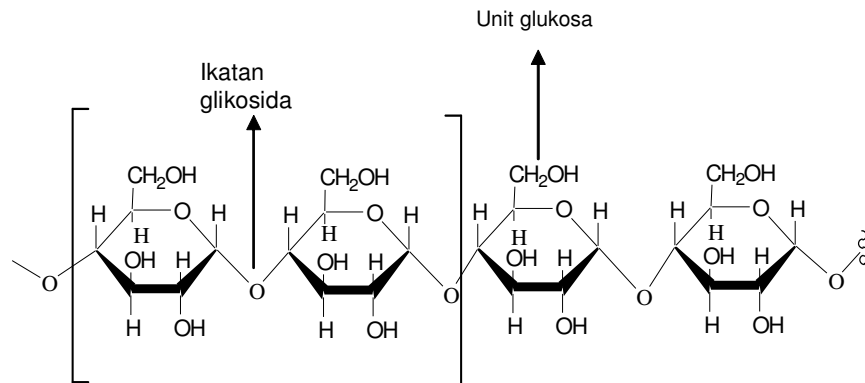
<sup>\*\*)</sup>Suharyono *et al.* (2005).

menggabungkan residu glukosa yang berdekatan dalam rantai amilopektin adalah ikatan  $\alpha(1\rightarrow4)$ , tetapi titik percabangan amilopektin merupakan ikatan  $\alpha(1\rightarrow6)$ . Bahan yang mengandung amilosa tinggi, jika direbus amilosanya terekstrak oleh air panas, sehingga terlihat warna putih seperti susu (Lehninger 1982).

Bobot molekul amilosa dan amilopektin bergantung pada sumber botaninya. Amilosa merupakan komponen dengan rantai lurus, sedangkan amilopektin adalah komponen dengan rantai bercabang. Amilosa merupakan polisakarida berantai lurus berbentuk heliks dengan ikatan glikosidik  $\alpha$ -1,4 (Gambar 2). Jumlah molekul glukosa pada rantai amilosa berkisar antara 250-350 unit.

Amilopektin merupakan polisakarida bercabang, dengan ikatan glikosidik  $\alpha$ -1,4 pada rantai lurus dan ikatan  $\alpha$ -1,6 pada percabangannya (Gambar 3). Titik percabangan amilopektin lebih banyak dibandingkan dengan amilosa (Dziedzic dan Kearsley 1995).

Komposisi amilosa dan amilopektin di dalam biji jagung terkendali secara genetik. Secara umum, baik jagung yang mempunyai tipe endosperma gigi kuda (*dent*) maupun mutiara (*flint*), mengandung amilosa 25-30% dan amilopektin 70-75%. Namun jagung pulut (*waxy maize*) dapat mengandung 100% amilopektin. Suatu mutan endosperma yang disebut *amylose-extender* (ae) dapat menginduksi peningkatan nisbah amilosa sampai 50% atau lebih. Gen lain, baik sendiri maupun kombinasi, juga dapat memodifikasi nisbah amilosa dan amilopektin dalam pati jagung.



Gambar 2. Rumus struktur amilosa (Dziedzic and Kearsley 1995).

Gambar 3. Rumus struktur amilopektin (Dziedzic and Kearsley 1995).

Amilopektin berpengaruh terhadap sifat sensoris jagung, terutama tekstur dan rasa. Pada prinsipnya, semakin tinggi kandungan amilopektin, tekstur dan rasa jagung semakin lunak, pulen, dan enak. Komposisi tersebut juga berpengaruh terhadap sifat amilografinya. Kandungan amilosa beberapa varietas lokal dan unggul nasional dapat dilihat pada Tabel 3 (Suarni 2005).

## Protein

Protein terkonsentrasi pada lembaga, terdiri atas lima fraksi, yaitu fraksi albumin, globulin, dan nitrogen nonprotein berturut-turut adalah 7%, 5%, dan 6% dari total nitrogen. Fraksi prolamin larut di dalam 55% isopropanol dan isopropanol dengan merkaptoetanol (ME) sebesar 52% dari total nitrogen. Prolamin 1 atau zein 1 larut di dalam 55% isopropanol, merupakan

Tabel 3. Kandungan amilosa biji jagung dari beberapa varietas.

Varietas	Amilosa (%)	Amilopektin(%)
Srikandi Putih	31,05	68,95
Srikandi Kuning	30,14	69,86
Anoman	29,92	70,08
Lokal nonpulut	28,50	71,50
Lokal pulut	4,25	95,75
Sukmaraga	34,55	65,45

Sumber: Suarni (2005).

Tabel 4. Distribusi fraksi protein pada jagung biasa dan QPM (biji utuh).

Fraksi	Jagung QPM		Jagung biasa	
	Protein (mg)	Protein (%)	Protein (mg)	Total protein (%)
I	6,65	31,5	3,21	16,0
II	1,25	5,9	6,18	30,8
III	1,98	9,4	2,74	13,7
IV	3,72	1,6	2,39	12,0
V	5,74	27,2	4,08	20,4
Residu	1,76	8,3	1,44	7,1

Sumber: Ortega *et al.* (1986)

konsentrasi terbesar, yaitu 42% dan 10%, lainnya adalah prolamin 2 atau zein 2. Fraksi glutelin 2 sebanyak 8% diekstrak dengan larutan alkalin pH 10 dengan 0,6% ME, sedangkan glutelin 3 sebesar 17%, diekstrak dengan buffer yang sama namun ditambah 0,5% sodium dedosil sulfat. Sisanya sekitar 5% adalah residu nitrogen.

Tabel 4 menunjukkan hasil fraksinasi dari jagung biasa (varietas Tuxpeò-1) dan QPM (varietas Blanco Detando-1). Fraksi II dan III adalah zein I dan zein II, di mana zein I (fraksi II) pada Tuxpeò-1 jauh lebih tinggi dibandingkan dengan QPM. Kadar protein larut alkohol sangat rendah pada jagung muda, dan meningkat seiring dengan bertambahnya ketuaan biji. Analisis asam amino dari fraksi-fraksi tersebut menunjukkan bahwa fraksi zein mengandung lisin sangat rendah dan terbatas triptofannya. Karena fraksi zein mencapai 50% dari total protein biji, berarti kandungan kedua asam amino tersebut di dalam protein jagung juga rendah. Di lain pihak, fraksi albumin, globulin, dan glutelin mengandung lisin dan triptofan relatif tinggi. Hal lain yang penting pada fraksi zein adalah kandungan leusin yang tinggi, asam amino yang berimplikasi defisiensi isoleusin (Patterson *et al.* 1980).

QPM berbeda dari jagung biasa dalam distribusi kadar lima fraksi tersebut (Tabel 4). Perkembangan perubahan komposisi tersebut dipengaruhi oleh genotipe dan kondisi pertanaman. Gen opaque-2 menurunkan konsentrasi zein sampai 30%, dampaknya adalah kandungan lisin dan triptofan pada jagung QPM lebih tinggi dibandingkan dengan jagung biasa.

Mutu gizi jagung sebagai bahan pangan ditentukan oleh asam amino penyusun protein. Jagung biasa mengandung lisin dan triptofan lebih rendah dibanding jagung QPM. Jagung biasa mengandung leusin yang tinggi, sebaliknya pada jagung QPM rendah. Kadar asam amino penyusun protein biji jagung varietas Srikandi Kuning, Srikandi Putih, dan lokal disajikan pada Tabel 5.

Malnutrisi pada umumnya berkaitan dengan defisiensi energi, protein, dan zat gizi lainnya karena asupan gizi yang tidak tercukupi dari menu makan sehari-hari. Di negara berkembang, menu makan umumnya kekurangan energi dan protein. Hal ini akan mempengaruhi perkembangan anak-anak dan mereka lebih rentan terhadap penyakit (Wardlaw 1999).

Di Indonesia, jagung merupakan bahan pangan pokok kedua setelah beras. Jagung banyak ditanam dan dikonsumsi terutama di daerah marjinal. Komoditas pangan ini mempunyai kadar dan mutu protein yang relatif rendah, sehingga tidak dapat mencukupi kebutuhan protein masyarakat kurang mampu, apalagi bagi mereka yang kekurangan gizi. Prevalensi

Tabel 5. Kadar asam amino penyusun protein jagung varietas Srikandi dan lokal.

Asam amino	Srikandi Putih	Srikandi Kuning	Lokal nonpulut
	.....(%).....		
Aspartat	0,83	0,86	0,44
Glutamat	2,28	2,27	0,64
Serin	0,48	0,46	0,19
Histidin	0,45	0,43	0,49
Glisin	0,53	0,52	0,20
Threonin	0,34	0,31	0,11
Arginin	0,60	0,58	0,20
Alanin	0,89	0,87	0,19
Tirosin	0,36	0,34	1,05
Methionin	0,28	0,27	0,38
Valin	0,53	0,52	0,44
Fenilalanin	0,54	0,55	1,58
l-Leusin	0,48	0,49	0,13
Leusin	1,41	1,39	0,24
Lisin	0,43	0,43	0,20
Triptofan	0,13	0,12	0,04

Sumber: Suarni dan Firmansyah (2005)

kekurangan kalori protein (KKP) di pedesaan Afrika dan Amerika Latin menggambarkan ketidakcukupan asupan gizi dari diet berbasis jagung (Brown *et al.* 1988)

Penelitian untuk meningkatkan nilai gizi jagung telah dilakukan oleh berbagai lembaga nasional dan internasional (Vasal 2001). Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT) telah memproduksi jagung khusus yang merupakan kombinasi dari jagung yang mempunyai mutu gizi sangat bagus opaque-2 dengan struktur biji jagung konvensional yang diberi label *quality protein maize* (QPM). Beberapa genotipe QPM telah ditanam di Sulawesi Selatan untuk mengetahui tipe yang paling sesuai dengan kondisi lokal (Suharyono *et al.* 2005).

Keunggulan jagung QPM terutama kandungan lisin dan triptofannya lebih tinggi dibanding jagung biasa. Meskipun QPM mengandung protein relatif sama dengan jagung biasa, namun pemanfaatan protein tersebut di dalam tubuh 2-3 kali lipat dibanding jagung biasa karena mutu dan nilai biologis proteinnya jauh lebih tinggi (Brown *et al.* 1988).

Orang dewasa hanya memerlukan protein setengah lengkap, tetapi yang sangat memerlukan protein lengkap adalah anak-anak usia tumbuh, usia di bawah lima tahun, ibu hamil dan menyusui. Kekurangan dari jagung biasa untuk dikonsumsi sebagai pangan adalah rendahnya kadar asam amino lisin dan triptofan. Jagung QPM mengandung asam amino lisin dan triptofan yang berimbang/memadai. Asam amino lisin dan triptofan termasuk asam amino esensial.

Masyarakat yang mengonsumsi jagung sebagai pangan pokok dapat terhindar dari busung lapar, tetapi rawan gizi, kecuali bila jagung dikonsumsi dengan kacang-kacangan. Kandungan asam amino lisin pada jagung rendah, sedangkan pada kacang-kacangan tinggi. Sebaliknya, kandungan asam amino metionin dalam jagung tinggi sedangkan dalam kacang-kacangan rendah. Jadi kedua bahan pangan tersebut dapat saling melengkapi asam amino tersebut.

Kandungan protein biji jagung pada umumnya 8-11%, dengan kandungan asam amino lisin 0,05% dan triptofan 0,225%. Angka ini kurang dari separuh konsentrasi yang dianjurkan oleh WHO/FAO (1985, *dalam* Widowati *et al.* 2005), bahwa jagung QPM mengandung lisin 0,11% dan triptofan 0,475%.

## Lemak

Terkonsentrasi pada lembaga, kandungan lemak biji jagung terkendali secara genetik, berkisar antara 3-18%. Komposisi asam lemak pada beberapa



Tabel 6. Kandungan asam lemak beberapa varietas jagung Guatemala dan QPM Nutricia.

Varietas	Palmitat C16:0	Stearat C18:0	Oleat C18:1	Linoleat C18:2	Linolenat C18:3
	.....(%).....				
QPM Nutricia	15,71	3,12	36,45	43,83	0,42
Azotea	12,89	2,62	35,63	48,85	-
Xetzoc	11,75	3,54	40,07	44,65	-
Tropical White	15,49	2,40	34,64	47,47	-
Santa Apolonia	11,45	3,12	38,02	47,44	-

Sumber: Bressani (1988).

Tabel 7. Kandungan asam lemak jenuh dan tidak jenuh biji jagung.

Varietas	Asam lemak jenuh (%)	Asam lemak tidak jenuh (%)
Srikandi Putih	1,10	2,31
Srikandi Kuning	1,61	5,06

Sumber: Suarni dan Firmansyah (2006).

jagung dari Guatemala dapat dilihat pada Tabel 6. Kandungan asam lemak jenuh pada minyak jagung relatif rendah, yaitu asam palmitat 11% dan asam stearat 2%. Sebaliknya, kandungan asam lemak tidak jenuhnya cukup tinggi, terutama asam linoleat yang mencapai 24%, sedangkan asam linolenat dan arakhidonatnya sangat kecil.

Minyak jagung relatif stabil karena kandungan asam linolenatnya sangat kecil (0,4%) dan mengandung antioksidan alami yang tinggi. Mutu minyak jagung cukup tinggi karena distribusi asam lemaknya yang berimbang, terutama oleat dan linoleat. Berdasarkan informasi tersebut, maka nilai gizi biji jagung utuh lebih tinggi dibanding dengan biji jagung yang telah dihilangkan lembaganya.

### Serat Pangan

Serat pangan memegang peran penting dalam memelihara kesehatan individu. Oleh karena itu, serat pangan merupakan salah satu komponen pangan fungsional yang dewasa ini mendapat perhatian masyarakat luas. Serat pangan berbentuk karbohidrat kompleks yang banyak terdapat di dalam dinding sel tumbuhan. Serat pangan tidak dapat dicerna dan diserap oleh saluran pencernaan manusia, tetapi memiliki fungsi yang sangat penting bagi pemeliharaan kesehatan, pencegahan berbagai penyakit, dan sebagai komponen penting dalam terapi gizi. Komponen ini meliputi polisakarida

yang tidak dapat dicerna, seperti selulosa, hemiselulosa, oligosakarida, pektin, gum, dan waxes (Sardesai 2003, Astawan dan Wresdiyati 2004).

Serat pangan mempengaruhi asimilasi glukosa dan mereduksi kolesterol darah. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa serat tanaman tertentu menghambat penyerapan karbohidrat dan menghasilkan postprandial glikemik yang rendah. Peningkatan serat pangan di dalam diet berkaitan dengan reduksi resistensi insulin. Penambahan serat pangan yang berasal dari sereal, kacang-kacangan, dan sayuran, sangat bermanfaat bagi penderita diabetes (Sardesai 2003).

Serat pangan terdiri atas yang larut air dan tidak larut air. Fungsi serat pangan larut terutama adalah memperlambat kecepatan pencernaan dalam usus, memberikan rasa kenyang yang lebih lama, dan memperlambat kemunculan glukosa darah, sehingga insulin yang dibutuhkan untuk mentransfer glukosa ke sel-sel tubuh dan diubah menjadi energi semakin sedikit. Fungsi tersebut sangat dibutuhkan bagi penderita diabetes. Fungsi utama serat pangan tidak larut adalah mencegah timbulnya berbagai penyakit, terutama yang berhubungan dengan saluran pencernaan, antara lain wasir, divertikulosis, dan kanker usus besar (Eckel 2003, Astawan dan Wresdiyati 2004).

Jagung mengandung serat pangan yang tinggi. Kandungan karbohidrat kompleks pada biji jagung, terutama pada perikarp dan tipkarp, juga terdapat pada dinding sel endosperma dan dalam jumlah kecil pada dinding sel lembaga (Tabel 8). Perbedaan antara serat pangan larut dan tidak larut sangat kecil, meskipun nutrisi QPM mempunyai total kadar serat pangan yang lebih tinggi dibanding jagung biasa, terutama karena kadar serat pangan tidak larutnya tinggi.

Selain dapat membantu mencegah kanker, terutama kanker usus, serat pangan juga dapat membantu menurunkan kolesterol total dan LDL, serta kadar glukosa darah. Dilaporkan bahwa kulit ari (*bran*) jagung terdiri atas 75% hemiselulosa, 25% selulosa, dan 0,1% lignin (*bk*). Kadar serat pangan pada jagung tanpa kulit ari (*dehulled*) sangat rendah dibanding biji utuh.

Tabel 8. Kandungan serat pangan larut dan tidak larut pada jagung biasa dan QPM.

Tipe jagung	Serat pangan (%)		
	Tidak larut	Larut	Total
Dataran tinggi	10,94 ± 1,26	1,25 ± 0,41	12,19 ± 1,30
Dataran rendah	11,15 ± 1,08	1,64 ± 0,73	12,80 ± 1,47
Nutricia QPM	13,77	1,14	14,91

Sumber: Bressani (1990).

## Karbohidrat Lain

Dalam keadaan cukup tua, biji jagung mengandung karbohidrat dalam jumlah kecil. Gula total pada jagung berkisar antara 1-3%. Sukrosa merupakan komponen utama dan terkonsentrasi pada lembaga. Monosakarida, disakarida, dan trisakarida terdapat pada konsentrasi yang cukup tinggi di dalam biji jagung yang sudah tua. Pada 12 hari setelah polinasi, kandungan gula relatif tinggi dan kadar pati rendah. Seiring dengan meningkatnya ketuaan biji jagung, kandungan gula menurun dan kadar pati meningkat. Oleh sebab itu, jagung muda yang dikonsumsi langsung lebih disukai daripada jagung tua, karena lebih manis.

## Mineral

Biji jagung mengandung abu sekitar 1,3%, sedikit di bawah serat kasarnya. Kadar mineral jagung dapat dilihat pada Tabel 9. Kadar mineral mungkin dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Lembaga mengandung mineral yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan endosperma. Kandungan mineral utama adalah fosfor, dalam bentuk kalium dan magnesium fitat, dan keberadaannya terkonsentrasi pada lembaga.

Kandungan Fe dalam biji beragam bergantung pada warna biji. Jagung kuning-oranye mengandung Fe lebih tinggi dibanding jagung kuning, sedangkan jagung putih memiliki kandungan Fe sangat rendah. Kadar Fe jagung kuning galur SATP.2(S1)C6, galur MSK2(RRS)C1, dan varietas Kresna berkisar antara 3,4-3,6 mg/100 g, lebih tinggi dibanding jagung kuning lainnya dengan kandungan Fe hanya 2,2-2,7 mg/100 g.

Tabel 9. Kandungan mineral pada biji jagung.

Mineral	Konsentrasi (mg/100 g)
P	299,6 ± 57,8
K	324,8 ± 33,9
Ca	48,3 ± 12,3
Mg	107,9 ± 9,4
Na	59,2 ± 4,1
Fe	4,8 ± 1,9
Cu	1,3 ± 0,2
Mn	1,0 ± 0,2
Zn	4,6 ± 1,2

Sumber: Bressani (1990).

Tabel 10. Kandungan mineral biji beberapa varietas/galur jagung.

Varietas/galur	Fe	Ca	P	K
		..... mg/100 g .....		
AMATL(HS)C2	2,4	24,2	250	300
Bisma(S1)C1	2,6	22,2	240	280
BK(HS)C2	2,4	24,2	255	300
MSK2 (RRS)C1	3,6	20,1	245	290
SATP-1(S2)C6	3,5	23,5	248	285
Pool-2(S1)C8	2,4	22,3	244	295
Maros Sintetik-1.C1	2,4	20,4	250	305
SATP-2(S1)C6	3,4	22,4	260	310
Tuxpeno-Sequia(S1)C6	-	25,6	230	280
Maros Sintetik-2.C1FI	-	24,4	250	285
Gumarang	2,7	20,8	230	275
Kresna	3,6	23,8	245	295
Lamuru	2,5	22,2	250	290
Koasa (lokal)	-	28,7	233	300

- = tidak terukur

Sumber: Suarni (2002).

Kandungan Ca biji berkisar antara 20,1-28,7 mg/100g, terendah pada galur MSK2(RRS)C1 dan tertinggi pada varietas lokal. Kadar Ca biji jagung putih lebih tinggi dibanding jagung kuning, yang kandungan Ca-nya rata-rata 22,37 mg/100g.

Kandungan P biji 14 varietas/galur jagung rata-rata 245 mg/100g dengan kisaran 230-260 mg/100g, terendah pada Tuxpeno-Sequia(S1)C6 dan tertinggi pada SATP 2(S1)C6. Kandungan K berkisar antara 275-305 mg/100g, hal ini menunjukkan kandungan K biji jagung relatif tinggi. Mineral (Ca, K, Na) banyak terdapat dalam bahan makanan dengan bentuk organik, sedangkan S biasanya dalam bentuk asam amino yang mengandung S dan P dalam nukleotida (Linder 1992).

## Vitamin

**Vitamin larut lemak.** Jagung mengandung dua vitamin larut lemak, yaitu provitamin A atau karotenoid dan vitamin E. Karotenoid umumnya terdapat pada biji jagung kuning, sedangkan jagung putih mengandung karotenoid sangat sedikit, bahkan tidak ada. Sebagian besar karotenoid terdapat dalam endosperma. Lembaga hanya mengandung sedikit karotenoid. Betakaroten sangat penting sebagai sumber vitamin A. Kandungan karotenoid pada jagung biji kuning berkisar antara 6,4-11,3 µg/g, 22% di antaranya adalah betakaroten dan 51% kriptosantin. Kadar vitamin A jagung biji kuning 1,5-2,6 µg/g. Karotenoid pada jagung kuning rentan terhadap kerusakan selama

penyimpanan. Vitamin larut lemak lainnya, yaitu vitamin E, juga terkonsentrasi di dalam lembaga. Empat macam tokoferol merupakan sumber vitamin E, dan  $\alpha$ -tokoferol mempunyai aktivitas biologi yang paling tinggi, sedangkan  $\gamma$ -tokoferol kemungkinan lebih aktif sebagai antioksidan dibanding  $\alpha$ -tokoferol.

**Vitamin larut air.** Kandungan vitamin larut air pada biji jagung paling banyak terdapat pada lapisan aleuron, kemudian pada lembaga dan endosperma. Informasi distribusi tersebut penting dalam pengolahan, sehingga dapat diketahui tahap di mana kehilangan vitamin yang larut dalam air. Tiamin (vitamin B1) dan riboflavin (vitamin B2) merupakan vitamin larut air utama di dalam biji jagung. Asam nikotinat (vitamin B3) berkaitan dengan defisiensi niasin atau pelagra, yang banyak terjadi pada populasi yang mengonsumsi jagung dalam jumlah besar. Niasin terdapat dalam bentuk ikatan, dan tidak terdapat pada komoditas hewani. Konsumsi jagung sering dikaitkan dengan kejadian pelagra akibat kandungan niasin pada jagung sangat sedikit, meskipun ketidakseimbangan asam amino, seperti nisbah leusin terhadap isoleusin, dan ketersediaan triptofan juga merupakan faktor penting (Patterson *et al.* 1980).

Jagung tidak mengandung vitamin B12 (cobalamin). Biji tua mengandung sangat sedikit asam askorbat (vitamin C) dan piridoksin (vitamin B6). Vitamin lainnya yang terdapat dalam jumlah sedikit yaitu asam kholat, folat, dan pantotenat.

## NILAI GIZI JAGUNG

Berbagai serealia penting sebagai sumber zat gizi bagi jutaan penduduk di dunia telah diketahui. Serealia tersebut merupakan bagian terbesar dari menu masyarakat negara berkembang. Karena itu serealia bukan hanya sebagai sumber energi, melainkan juga sebagai sumber protein. Kandungan dan mutu protein serealia pada umumnya rendah karena terbatasnya kandungan asam amino esensial, terutama lisin. Beberapa serealia mengandung asam amino esensial tertentu yang berlebih, yang berpengaruh pada efisiensi pemanfaatan protein. Contohnya adalah jagung. Perbandingan nilai gizi ditinjau dari mutu protein jagung dan beberapa serealia lain yang menjadi bahan pangan pokok masyarakat dunia dapat dilihat pada Tabel 11. Mutu protein jagung biasa serupa dengan serealia lain, kecuali beras. Jagung opaque 2 dan QPM Nutricia mempunyai kandungan protein yang jauh lebih tinggi dibanding jagung biasa dan serealia lain, bahkan lebih tinggi dibanding beras.

Tabel 11. Mutu protein jagung dan sereal lain.

Komoditas sereal	Mutu protein (% kasein)
Jagung biasa	32,1
Jagung <i>Opaque-2</i>	96,8
Jagung QPM	82,1
Beras	79,3
Gandum	38,7
Oats	59,0
Sorgum	32,5
<i>Barley</i>	58,0
Juwawut	35,7
<i>Rey</i>	64,8

Sumber: FAO corporate doc. Repository.

Banyak penelitian menunjukkan bahwa rendahnya mutu protein jagung biasa disebabkan oleh rendahnya kadar lisin. Peningkatan pertumbuhan sebesar 8% jika dilakukan suplementasi lisin sebesar 0,25% pada protein jagung di dalam diet. Hal ini diperkuat oleh penelitian serupa yang dilakukan oleh para ilmuwan pada dasawarsa berikutnya. Temuan yang sangat berbeda nyata bahwa jagung opaque-2, yang merupakan jagung kaya lisin (*high lysine maize*) mempunyai mutu protein 96%, atau tiga kali mutu protein jagung biasa (32%).

Beberapa ilmuwan menyatakan bahwa asam amino pembatas pada jagung adalah triptofan. Hal ini berdasarkan kenyataan pada beberapa varietas jagung yang telah ditingkatkan kandungan lisinnya, tetapi tidak seimbang peningkatan mutu proteinnya. Penambahan lisin dan triptofan secara simultan dalam penelitian protein menggunakan hewan percobaan menunjukkan peningkatan mutu protein yang nyata.

Penambahan treonin dapat mengoreksi ketidakseimbangan asam amino akibat kekurangan metionin. Peran yang sama juga ditunjukkan oleh penambahan isoleusin. Penambahan valin dapat menurunkan mutu protein. Hal ini dapat dikoreksi dengan penambahan isoleusin maupun treonin. Pada kasus tertentu, isoleusin nampak lebih efektif dibanding treonin dan memberikan hasil yang lebih konsisten. Informasi ini menunjukkan bahwa jagung tidak kekurangan isoleusin maupun treonin. Namun, beberapa sampel jagung yang mengandung leusin, metionin, dan valin yang cukup tinggi membutuhkan penambahan isoleusin dan treonin, di samping lisin dan triptofan untuk meningkatkan mutu protein. Pada kasus tertentu, penambahan 0,3% L-lisin dan 0,1% L-triptofan dapat dengan mudah meningkatkan mutu protein jagung sampai 150%.

Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa keterbatasan asam amino dipengaruhi oleh kadar protein jagung. Kadar protein jagung merupakan faktor genetik, yang juga dipengaruhi oleh pupuk nitrogen. Peningkatan kadar protein sangat berkaitan dengan zein, atau protein larut alkohol, di mana kandungan lisin dan triptofannya rendah dan kelebihan leusin.

## PENUTUP

Informasi struktur biji, komposisi kimia, sifat fungsional dan mutu gizi jagung diperlukan oleh pemulia jagung dalam merakit varietas maupun bagi industri pangan dalam memilih jenis bahan baku dan pengolahan yang sesuai untuk produk akhir yang diinginkan. Distribusi zat gizi pada fraksi-fraksi biji jagung dapat memberi petunjuk bagi pengguna akhir, apakah harus menggunakan biji utuh atau kulit ari maupun lembaganya harus dihilangkan.

Dalam upaya perbaikan gizi bagi masyarakat yang pangan pokoknya adalah jagung, varietas Srikandi Putih dan Srikandi Kuning (QPM) diharapkan dapat memberi kontribusi bagi peningkatan gizi. Hal ini didasari bahwa QPM memiliki mutu protein dan nilai hayati lebih tinggi dibandingkan dengan jagung biasa, meskipun kadar proteinnya relatif sama. Diharapkan, jagung tipe baru tersebut atau varietas unggul berikutnya dapat memperbaiki citra komoditas ini, karena mempunyai nilai gizi yang tidak kalah dengan beras.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astawan, M dan T. Wresdiyati. 2004. Diet Sehat dengan Makanan Berserat. Solo: Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- Bressani, R. 1988. Protein complementation of foods. *In*: Karmas & R.S. Harris (Eds.). Nutritional evaluation of food processing. New York, Van Nostrand Reinhold Company. 3rd ed., p. 627-657.
- Bressani, R. 1990. Chemistry, technology and nutritive value of maize tortillas. *Food Rev. Int*, 6: 225-264.
- Brown, W.L., R. Bressani, D.V. Glover, A.R. Hallauer, V.A. Johnson, C.O. Qualset, and N.D. Vietmeyer. 1988. Quality protein maize. Report of an Ad Hoc Panel of The Advisory Committee on Technology Innovation Board on Science and Technology for International Development National Research Council. National Academy Press. Washington D.C.
- Burge, R.M. and W.J. Duensing. 1989. Processing and dietary fiber ingredient applications of combran. *Cereal Foods World*, 34: 535-538.

- Dziedzic, S.Z. dan M.W. Kearsley. 1995. The technology of starch production. *In: S.Z. Dziedzic and M.W. Kearsley (Eds.). Handbook of Starch Hydrolysis Products and Their Derivatives Blackie Academic and Professional, London.*
- Eckel R.H. 2003. A new look at dietary protein in diabetes. *Am J Clin Nutr* 78:671-2.
- FAO Corporate Doc. Repository. Maize in Human Nutrition. ([www.fao.org/docrep/T0395E/T0395Eob.htm](http://www.fao.org/docrep/T0395E/T0395Eob.htm)). Diakses Juli 2005.
- Inglett, G. E. 1987. Kernel, Structure, Composition and Quality. Ed. Corn: Culture. Processing and Products. Avi Publishing Company, Westport.
- Lehninger, A.L. 1982. Principles of Biochemistry (Dasar-dasar Biokimia Jilid 1, Diterjemahkan oleh M. Thenawijaya). Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Linder, M.C. 1992. Biokimia Nutrisi dan Metabolisme dengan Pemakaian secara Klinis. UI-Press. Jakarta. p. 27-33.
- Merts. 1972. Recent improvement in corn protein. *In: G.E. Inglett. (Ed.). Symposium Seed Protein. The AVI Publ. Co. Inc. New York.*
- Ortega, E.I., E. Villegas, dan S.K. Vasal. 1986. A Comparative study of protein changes in normal and quality protein maize during tortilla making. *Cereal Chem.*, 63: 446-451.
- Patterson, J.I., R.R. Brown, H. Linkswiler, dan A.E. Harper. 1980. Excretion of tryptophanniacin metabolites by young men: Effects of Tryptophan, Leucine and Vitamin B6 intakes. *Am. J. Clin. Nutr.*, 33: 2157-2167.
- Sardesai, V. 2003. Introduction to clinical nutrition. New York: Marcel Dekker Inc., 339-354.
- Suarni. 2002. Karakteristik sifat fisik dan komposisi kimia biji jagung beberapa varietas. Hasil Penelitian Balitsereal Maros. Belum Dipublikasi. 12 p.
- Suarni. 2005. Karakteristik fisikokimia dan amilograf tepung jagung sebagai bahan pangan. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Makassar, 29-30 September 2005. p. 440-444.
- Suarni dan I.U. Firmansyah. 2005. Pengaruh umur panen terhadap kandungan nutrisi biji jagung beberapa varietas. Hasil penelitian Balitsereal Maros. Belum dipublikasi. 14 p.
- Suarni dan I.U. Firmansyah. 2006. Pengaruh suhu dan waktu pengeringan terhadap kandungan nutrisi biji jagung beberapa varietas. Laporan Hasil Penelitian Balitsereal Maros. Belum Dipublikasi. 18 p.



- Suharyono, S.U.,Nurdin, R.W. Arief dan Murhadi. 2005. Protein quality of Indonesian common maize does not less superior to quality protein maize. Makalah pada 9<sup>th</sup> ASEAN Food Conference. Jakarta 8-10 Agustus 2005.
- Vasal, S.K. 2001. High Quality Protein Corn. In Specialty Corns (Second edition). Hallauer, A.R. (Ed.). CRC Press. Florida.
- Wardlaw, G.M. 1999. Protein. In Perspectives in nutrition. The McGraw-Hill. San Francisco.
- Widowati, S., B.A. S. Santosa, dan Suarni. 2005. Mutu gizi dan sifat fungsional jagung. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Makassar, 29-30 September 2005. p. 343-350.
- Wilson, C.M. 1981. Variations in soluble endosperm proteins of corn (*Zea mays* L.) in breeds as detected by disc gel electrophoresis Cereal Chem. 58(5):401-408.