

TEKNOLOGI PENGOLAHAN DAN PRODUK-PRODUK KACANG TUNGGAK

Joko Susilo Utomo dan Sri Satya Antarlina

Peneliti Pasca Panen, Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian

PENDAHULUAN

Kacang-kacangan merupakan sumber protein nabati yang penting dalam upaya perbaikan gizi. Hal itu disebabkan oleh kandungan protein cukup tinggi, pengadaannya mudah dan relatif murah harganya dibandingkan dengan sumber protein hewani (daging dan susu). Oleh karena itu pengembangan kacang-kacangan sangat sesuai terutama dalam mendukung program diversifikasi pangan yang sekaligus menyediakan sumber pangan bergizi tinggi.

Di Asia, kira-kira 90% kebutuhan kalori dan 80% kebutuhan protein dalam makanan penduduknya dipenuhi dari tanaman, sedangkan di negara berkembang sebesar 70% kalori dan 40% protein (Wijeratne dan Nelson, 1986). Hal tersebut menunjukkan bahwa di kawasan Asia peranan sumber protein nabati sangat penting. Komoditas kacang-kacangan menjadi semakin penting karena merupakan sumber protein yang sangat potensial. Salah satu jenis kacang-kacangan yang cukup potensial untuk dikembangkan adalah kacang tunggak.

Peningkatan pemanfaatan kacang tunggak dapat dilakukan melalui pengembangan cara tradisional maupun pengembangan bahan pangan baru atau modifikasi. Pengolahan secara tradisional dapat melalui fermentasi antara lain tempe, tauco dan kecap, serta tanpa fermentasi antara lain kecambah, tahu, susu, campuran pada sayur dan beberapa makanan tradisional lain (lepet ketan, bubur, peyek dan lauk-pauk). Pengembangan bahan pangan baru dapat melalui pengolahan pati dan tepung kacang tunggak yang selanjutnya diolah sebagai bahan substitusi pada pembuatan berbagai macam kue.

SIFAT FISIK DAN KOMPOSISI KIMIA BIJI KACANG TUNGGAK

Sifat fisik biji kacang tunggak

Sifat fisik biji dapat mempengaruhi prosesing dan pengolahan produk. Makin gelap warna biji pada kacang tunggak menunjukkan makin tinggi konsentrasi tanin. Tanin merupakan salah satu zat anti gizi. Penelitian Purwani dan Santosa (1995), menunjukkan bahwa biji kacang tunggak yang memiliki densitas besar, lebih tahan dalam proses pengupasan kulit biji, sehingga rendemen yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan biji kacang tunggak yang memiliki densitas rendah.

Biji kacang tunggak mempunyai warna kulit biji bervariasi tergantung dari varietasnya, antara lain berwarna putih, coklat muda dan coklat tua kemerahan. Ukuran bijinya juga bervariasi, hal ini dapat dilihat dari pengamatan berat 100 biji kacang tunggak dari 5 varietas, berat 100 biji yang rendah berarti mempunyai ukuran biji kecil dan demikian sebaliknya. Berat 100 biji kacang tunggak tersebut bervariasi dari 8,74-13,73 g. Sedangkan densitas biji bervariasi dari 1,09-1,24 kg/l (Antarlina dan Ginting, 1997). Kacang tunggak mengandung kulit biji sekitar 9-12%. Tingkat kekerasan biji kacang tunggak 4-5 kg/biji (Tabel 1).

Tabel 1. Sifat fisik biji kacang tunggak

Varietas/Galur	Kulit biji (%)	Berat 100 butir (g)	Densitas kamba (kg/l)	Kekerasan (kg/biji)
KT-1	11,18	12,62	1,09	4,40
KT-2	11,44	13,33	1,15	5,37
KT-4	-	13,38	1,22	-
KT-5	10,81	13,73	1,13	4,04
CES-416	9,55	13,23	0,80	4,94
Lokal Muneng	-	8,74	1,24	-

Sumber: Purwani dan Santosa (1995); Antarlina dan Ginting (1996).

Komposisi kimia kacang tunggak

Golongan kacang-kacangan mempunyai komposisi kimia yang berbeda tergantung jenis, sifat genetik masing-masing varietas dan lingkungan tumbuhnya (cara budidaya) serta tingkat kematangan biji.

Protein merupakan komponen yang terpenting pada golongan kacang-kacangan. Kandungan protein kacang tunggak 18,3-35% (Chavan *et al.*, 1989). Berdasarkan lokasi akumulasinya, granula protein sebagian besar terletak pada embrio dan kotiledon, sedangkan pada kulit biji terdapat dalam jumlah kecil. Senyawa yang penting dari protein kacang tunggak adalah kandungan asam amino lisin, asam aspartat dan glutamat. Lisin merupakan asam amino esensial yang sangat diperlukan untuk mencukupi kebutuhan standar tubuh manusia dan bersifat komplementer dengan golongan sereal.

Karbohidrat merupakan komponen terbanyak yang terdapat pada kacang tunggak dengan penyusun utamanya berupa pati. Pati sebagian besar terakumulasi pada kotiledon, berbentuk granula dan terletak pada matrik protein. Karbohidrat kacang tunggak sebesar 56-68% (Chavan *et al.*, 1989).

Senyawa penting yang lain yaitu serat. Serat sangat diperlukan tubuh manusia dalam pencernaan dan merupakan senyawa yang dapat menurunkan tingkat kolesterol dalam darah. Bentuk serat yang terdapat pada kacang tunggak berupa selulosa dan hemiselulosa.

Lemak terdapat dalam jumlah sangat kecil pada kacang tunggak, walaupun demikian memegang peranan penting dalam penyimpanan dan prosesingnya. Hal itu disebabkan adanya mineral yang dapat menurunkan kualitas gizi (*bioavailability*) serta berkembangnya aroma yang tidak disukai (*beany flavor*) (Chavan *et al.*, 1989).

Mineral yang terpenting berupa P, K, Ca, Fe, Cu dan Zn yang banyak terdapat pada kacang tunggak. Ketersediaan mineral pada kacang-kacangan dipengaruhi oleh adanya interaksi dengan senyawa lain.

Dibanding dengan kedelai, kandungan protein, lemak, serat dan abu kacang tunggak lebih rendah, tetapi kandungan karbohidratnya lebih tinggi. Sementara dibanding kacang gude dan kacang hijau, komposisi kimia kacang tunggak setara (Tabel 2).

Tabel 2. Komposisi kimia biji kacang tunggak, gude dan kedelai tiap 100 g

Komposisi	Kacang tunggak	Gude	Kacang hijau	Kedelai
Kalori (Kal)	339,10	336,00	345,0	335,00
Air (g)	10,00	9,60	10,0	8,00
Protein (g)	22,00	22,40	22,2	38,00
Lemak (g)	1,40	1,70	1,2	18,00
Karbohidrat (g)	59,10	51,20	62,9	31,30
Serat (g)	3,70	7,40	-	4,80
Abu (g)	3,70	4,70	-	4,70
Kalsium (mg)	77,00	125,00	125,0	227,00
Fosfor (mg)	449,00	275,00	320,0	585,00
Besi (mg)	6,50	4,00	6,7	8,00
Vitamin A (SI)	30,00	150,00	157	110,00
Vitamin B1 (mg)	0,92	0,48	0,6	1,07
Vitamin C (mg)	2,00	5,00	6,0	-

Sumber: Maesen dan Somaatmadja, 1989; Duke, 1981; Aykroyd, 1969; Widowati dan Damardjati, 1986; Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI, 1981.

Seperti halnya jenis kacang-kacangan lain, biji kacang tunggak terbatas dalam hal kadar asam amino metionin dan sistin. Namun demikian, hal tersebut tidak akan menjadi masalah karena konsumsi kacang tunggak dapat dikombinasikan dengan sereal yang umumnya kelebihan metionin dan sistin. Kadar asam amino esensial pada biji kacang tunggak terutama lisin, fenilalanin + tirosin, leusin dan isoleusin, lebih tinggi dibandingkan dengan standar kadar asam amino yang ditetapkan oleh FAO (Tabel 3) (Farinu, 1991 *dalam* Purwani dan Santosa, 1995).

Senyawa anti gizi dan faktor penghambat

Faktor negatif yang terdapat pada kacang-kacangan berupa senyawa an-

Tabel 3. Komposisi asam amino esensial kacang tunggak dan standar asam amino FAO (g/16 g N)

Asam amino esensial	Kacang tunggak	Standar FAO
Lisin	61,0	55,0
Treonin	42,7	40,0
Valin	50,9	50,0
Ileusin	42,8	40,0
Leusin	76,8	70,0
Metionin	13,5	-
Metionin + Sistin	23,7	35,0
Tirosin	30,3	60,0
Fenilalanin	51,7	60,0

Sumber : Farinu (1991) dalam Purwani dan Santosa (1995).

tigizi. Senyawa tersebut berupa penghambat tripsin dan khimotripsin, oligosakarida, polifenol dan asam fitat. Adanya senyawa antigizi tersebut menyebabkan turunnya nilai cerna protein serta menimbulkan rasa tidak nyaman bagi pengkonsumsi (Elias *et al.*, 1979). Cara yang paling tepat untuk menonaktifkan penghambat tripsin dan khimotripsin yaitu dengan pemanasan pada suhu denaturasinya, sedangkan untuk menekan jumlah oligosakarida dapat dengan cara fermentasi ataupun perkecambahan. Kadar penghambat tripsin kacang tunggak bervariasi tergantung pada varietasnya. Menurut Ogun *et al.* (1989), menyatakan bahwa kadar penghambat tripsin dalam biji kacang tunggak sekitar 16,5-32,0 TIU (*Trypsin Inhibitor Unit*)/mg.

Polifenol/tanin merupakan senyawa yang menentukan warna kulit biji kacang tunggak, semakin gelap warnanya semakin tinggi pula kandungan senyawa polifenolnya. Polifenol dapat membentuk kompleks dengan protein dan karbohidrat serta dapat mengurangi bioavailabilitas mineral. Senyawa tersebut relatif tahan panas dan sukar dihilangkan. Akan tetapi senyawa tersebut banyak terdapat pada kulit biji kacang (0,1-18,0%) dibanding pada bagian kotiledon (0,02-0,345) (Laurena *et al.*, 1984). Untuk mengurangi jumlah polifenol biji dapat ditempuh dengan cara pengupasan kulit biji.

Kacang tunggak mengandung senyawa oligosakarida terutama alfa-galaktosida, rafinosa, stakiosa dan verbakosa. Senyawa tersebut menimbulkan gejala flatulensi yaitu perut kembung. Hal ini terjadi karena sistem pencernaan manusia tidak dilengkapi dengan alfa-galaktosida sehingga senyawa tersebut terfermentasi oleh mikroorganisme dan dihasilkan gas karbon dioksida, hidrogen dan metana. Pada biji kacang tunggak mengandung rafinosa sekitar 0,40-1,20%, stakiosa 2,0-3,60% dan verbakosa 0,60-3,10% (Chavan *et al.*, 1989). Senyawa oligosakarida dapat dihilangkan melalui perkecambahan.

Asam fitat dikategorikan dalam senyawa anti gizi, karena dapat berikatan dengan mineral penting dan protein membentuk kompleks. Akibatnya bio-

availabilitas mineral dalam tubuh menurun, demikian daya cerna proteinnya. Menurut Ogun *et al.*, (1989). Kadar asam fitat kacang tunggak mencapai 1,0-1,4%. Cara pengolahan kacang tunggak seperti perendaman, pemanasan dan perkecambahan dapat mengurangi kadar asam fitat.

Selain zat anti gizi, penghambat lain yang terdapat dalam konsumsi kacang tunggak adalah sifat yang tidak dapat lunak setelah proses pemasakan (gejala *hard-to-cook/HTC*). HTC disebabkan oleh terbentuknya ikatan antara pektin dengan kation divalen hasil degradasi fitat yang tidak mudah larut, dan adanya ikatan silang antara senyawa fenolik dengan dinding sel protein sehingga terjadi lignifikasi sel. Gejala HTC berpengaruh terhadap sifat kelarutan protein. Gejala HTC tersebut dapat diatasi dengan menyimpan biji kacang tunggak pada suhu 6,5°C pada kelembaban relatif (RH) 71% (Hentges *et al.*, 1990).

PEMANFAATAN KACANG TUNGGAK SEBAGAI BAHAN PANGAN

Di negara kawasan Asia dan Afrika, pemanfaatan kacang-kacangan telah lama dilakukan guna melengkapi dan memenuhi kebutuhan menu makanan sehari-harinya. Ditinjau dari segi usaha peningkatan konsumsi kalori-protein pada daerah miskin yang pada umumnya terdapat pada daerah lahan kering beriklim kering, kacang tunggak memiliki potensi cukup besar untuk dikembangkan. Hal tersebut disebabkan potensi untuk memproduksi protein kacang-kacangan lebih besar dan mudah dibandingkan untuk memproduksi protein hewani pada unit area yang sama.

Pemanfaatan kacang tunggak pada umumnya masih relatif terbatas. Hal ini diduga karena belum tersebar dan berkembangnya informasi mengenai inovasi dan temuan baru yang sampai kepada pengguna yang dapat menggugah konsumen untuk lebih banyak memanfaatkan kacang tunggak sebagai bahan makanan. Bentuk paling umum pemanfaatan kacang tunggak berupa biji goreng serta untuk beberapa jenis jajanan maupun sebagai pelengkap suatu resep sayuran. Pemanfaatan lebih jauh dalam upaya menggali potensi protein kacang tunggak masih terbatas pada tingkat penelitian.

Ditinjau dari sifat fisik dan kimia, biji kacang tunggak dapat diolah seperti biji kedelai. Pengolahan secara tradisional menghasilkan bahan makanan yang dapat dikelompokkan menjadi dua. Pertama pengolahan tanpa fermentasi antara lain kecambah (*tauge*), susu, tahu, kembang tahu, dan tepung. Kedua adalah pengolahan dengan fermentasi seperti kecap, oncom, tauco dan tempe. Hasil-hasil olah tersebut pada umumnya dihasilkan dari bahan baku kedelai dan telah menjadi bagian dalam pola hidangan makan segenap lapisan masyarakat, baik sebagai bahan makanan maupun sebagai bumbu.

Kecambah kacang tunggak

Pengecambahan merupakan salah satu cara pengolahan kacang-kacangan

yang sudah cukup lama dilakukan. Dengan pengecambahan diperoleh kenampakan, aroma, kelunakan dan citarasa yang baik. Pengaruhnya terhadap sifat gizi berupa peningkatan kandungan protein dan penurunan senyawa anti-nutrisi. Pengecambahan kacang tunggak selama 24 jam dapat meningkatkan nilai cerna proteinnya sampai 67% dan nilai cerna karbohidratnya (46%) (Chavan *et al.*, 1989).

Cara pembuatan kecambah kacang tunggak pada dasarnya sama dengan kedelai dan jenis kacang-kacangan yang lain. Pembuatannya sangat sederhana, yaitu mula-mula biji kacang tunggak disortasi, kemudian direndam dalam air bersih pada suhu ruang selama 18 jam, kemudian dicuci dan ditiriskan. Biji kacang tunggak dimasukkan ke dalam keranjang bambu. Bagian atas keranjang ditutup dengan kain basah dan ditutup lagi dengan tampah. Pada musim hujan, tidak perlu ditutup dengan kain basah. Kacang tunggak disiram dengan air bersih 2-3 kali sehari. Jika timbul pertumbuhan cendawan atau terjadi pembusukan, digunakan air yang telah dicampur dengan kaporit. Larutan air kaporit dibuat dengan mencampurkan satu sendok teh kalsium hipoklorit dalam 10 l air. Air kaporit hanya digunakan sekali setiap sore hari. Setelah 3-4 hari kecambah dapat diambil. Volume kecambah yang diperoleh sekitar 6 kali volume kacang tunggak yang digunakan (Hermana, 1985).

Tempe

Produk ini termasuk produk tradisional yang pada umumnya menggunakan kedelai sebagai bahan bakunya. Penggunaan kacang tunggak sebagai bahan substitusi ataupun bahan baku tempe akan menghasilkan rasa yang khas dan agak berbeda dengan tempe dari kedelai. Hal ini disebabkan karena kandungan karbohidrat kacang tunggak cukup tinggi sehingga aroma yang diperoleh berbeda dengan aroma tempe kedelai. Pembuatan tempe kacang tunggak ini lebih mirip dengan tempe kacang gude ditinjau dari sifat fisik dan kimianya.

Pembuatan tempe diolah secara fermentasi dengan menggunakan cendawan jenis *Rhizopus*. Pada pembuatan tempe kacang tunggak dapat digunakan 100% tempe kacang tunggak atau dicampur dengan kedelai. Pada dasarnya cara pembuatan tempe kacang tunggak sama dengan pembuatan tempe kedelai, seperti pada pembuatan tempe kacang gude perbedaannya adalah pada cara pengupasan kulit biji kacang tunggak dan lama fermentasinya (Widowati dan Damardjati, 1986; Antarlina, 1984). Pengupasan kulit biji kacang tunggak lebih sulit daripada pengupasan kulit biji kedelai, karena lebih tebal sehingga memerlukan waktu pengupasan yang relatif lebih lama. Fermentasi pada pembuatan tempe kacang tunggak lebih singkat daripada pembuatan tempe kedelai, hal ini karena kandungan protein kacang tunggak lebih rendah dan kandungan karbohidratnya lebih tinggi daripada kedelai.

Sebenarnya pembuatan tempe dapat dibuat dengan berbagai cara, namun pada prinsipnya hanya terdiri dari dua tahap, yaitu pemasakan dan dilanjutkan dengan fermentasi. Dari hasil-hasil penelitian dan pengalaman para

pengrajin tempe, telah dihasilkan berbagai cara pembuatan tempe, penggunaan bahan pembungkus dan pembuatan spora cendawan atau laru. Pembuatan tempe dapat dilakukan oleh ibu-ibu rumah tangga maupun oleh industri.

Cara pembuatan tempe, dimulai dari sortasi biji dan pencucian. Perendaman biji kacang tunggak selama 24 jam. Dibutuhkan air perendam yang banyak untuk menghindari perkecambahan. Kemudian dicuci dan direbus. Perebusan pertama dilakukan biji setengah masak. Pengupasan kulit biji kacang tunggak dapat dilakukan dengan tangan atau menggunakan mesin pengupas. Pengupasan kulit biji dapat dilakukan dengan cara basah dan cara kering. Pengupasan setelah perebusan disebut sebagai pengupasan cara basah, sedangkan pengupasan cara kering yaitu sebelum biji direndam dan hanya dapat dilakukan dengan mesin pengupas. Pengupasan cara kering lebih mempersingkat tahap pembuatan tempe, karena perendaman dan perebusan hanya dilakukan satu kali.

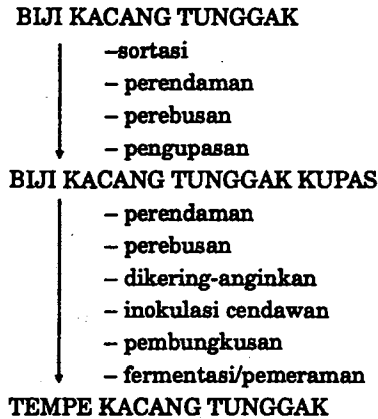
Tahap selanjutnya adalah perendaman kembali biji kacang tunggak tanpa kulit selama 20 jam untuk menghasilkan kondisi asam, agar mencegah pertumbuhan bakteri pembusuk selama fermentasi. Keasaman dihasilkan oleh bakteri yang tumbuh dalam air perendam. Menurut Hermana (1985), apabila pertumbuhan bakteri tidak terjadi, maka air rendaman dapat diasamkan dengan asam laktat sehingga tercapai pH 4,8-5,0 atau dengan asam cuka sehingga mencapai pH 6,1-6,3.

Perebusan kedua dilakukan dalam air bekas perendam hingga biji kacang tunggak masak/lunak. Perebusan ini dimaksudkan untuk membunuh bakteri yang tumbuh selama perendaman. Setelah ditiriskan, kacang tunggak ditebar di atas tampah, dikering-anginkan. Inokulasi (pemberian cendawan) dilakukan apabila biji telah dingin dan kering. Cendawan dapat berasal dari laru daun waru, jati atau daun pisang yang telah digunakan untuk membungkus tempe dan spora menempel pada permukaannya. Laru daun tidak tahan disimpan dan penggunaannya sulit diukur. Dewasa ini telah dikembangkan pembuatan laru berbentuk tepung.

Pembungkusan dapat digunakan daun pisang atau kantong plastik yang telah dilubangi. Pemeraman (fermentasi) dilakukan selama 32 jam, hal ini tergantung pada jumlah laru yang digunakan dan suhu pemeraman. Cara pembuatan tempe disajikan pada Gambar 1.

Kecap

Kecap adalah larutan kental berwarna coklat hitam, dengan aroma sedap dan rasa asin atau manis. Penggunaan kecap biasanya sebagai bahan penyedap atau penambah rasa berbagai macam makanan. Kecap dapat dibuat dengan cara fermentasi dan cara kimia atau kombinasi kedua cara tersebut. Cara fermentasi terdapat dua tahap perlakuan yaitu tahap fermentasi cendawan dan tahap fermentasi bakteri. Pada pembuatan kecap cara kimia yaitu protein yang terdapat dalam bahan baku dihidrolisis dengan asam. Sedangkan



Gambar 1. Cara pembuatan tempe kacang tunggak

cara kombinasi merupakan gabungan cara fermentasi dan cara kimia, yaitu mula-mula sebagian protein dihidrolisis dengan asam, kemudian diteruskan dengan fermentasi. Apabila dibandingkan cara pengolahan kimia dengan fermentasi, ternyata pengolahan cara fermentasi menghasilkan aroma maupun citarasa yang lebih baik, oleh karena itu biasanya pembuatan kecap dilakukan dengan fermentasi dan kecap cara hidrolisis asam jarang ditemukan.

Citarasa kecap sangat kompleks, kecap mengandung garam sekitar 18% dan komponen-komponen protein seperti asam amino, amoniak, peptida dan pepton. Terdapat 17 asam amino pada kecap yang sebagian besar adalah asam glutamat. Garam dan asam glutamat merupakan material prinsip dalam pembentukan citarasa kecap. Sedangkan gula yang ada ialah glukosa, arabinosa, xilosa, galaktosa, maltosa, gliserol, manitol dan dua macam gula alkohol. Asam organik pada kecap adalah laktat, suksinat, asetat dan piroglutamat. Asam laktat merupakan bagian terbesar. Berdasarkan rasa kecap terdapat dua jenis kecap yaitu kecap asin dan kecap manis. Perbedaan pada kedua kecap tersebut terletak pada penambahan larutan gula merah, kecap asin lebih sedikit daripada kecap manis.

Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu kecap adalah tipe mikro-organisme yang aktif, lama fermentasi dalam larutan garam dan jenis bahan baku yang digunakan (jenis kacang-kacangan atau bahan lain) serta proses pengolahannya. Mutu kecap terutama ditentukan oleh kandungan proteinnya. Menurut Departemen Perindustrian dan Perdagangan (1974), syarat mutu kecap terdiri dari dua kriteria mutu I (protein minimal 6%) dan Mutu II (protein minimal 2%) (Tabel 4).

Kecap pada umumnya dibuat dari bahan baku kedelai hitam, akan tetapi dewasa ini telah banyak dibuat kecap dari kacang-kacangan lain, salah satunya kacang tunggak. Sebagai bahan baku kecap, kacang tunggak dinilai dapat menggantikan 100% kebutuhan kedelai. Sastrodipuro *et al.* (1994), telah me-

lakukan penelitian menggunakan campuran biji kacang tunggak dan kedelai pada berbagai konsentrasi, mutu kecap yang baik adalah dari campuran biji kacang tunggak yang paling sedikit (10% kacang tunggak dan 90% kedelai), yaitu menghasilkan kecap mutu II.

Tabel 4. Persyaratan mutu kecap (SII.0032-74)

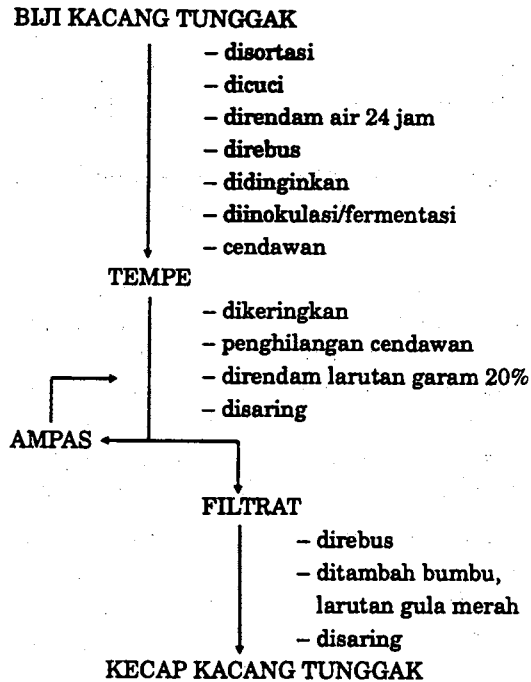
Kriteria	Mutu I	Mutu II
1. Kandungan protein	Min. 6%	Min. 2%
2. Logam-logam berbahaya (Hg, Pb, Cu) dan As	Negatif	Negatif
3. Keadaan (bau, rasa, dll)	Normal	Normal

Sumber : Departemen Perindustrian dan Perdagangan (1974)

Pembuatan kecap kacang tunggak pada prinsipnya sama dengan pembuatan kecap dari kedelai. Mula-mula biji disortasi dan dicuci. Selanjutnya direndam dalam air selama 24 jam, direbus, ditiriskan dan didinginkan. Setelah dingin diinokulasi dengan cendawan/laru dan diperam (fermentasi) selama 2-3 hari. Setelah selesai fermentasi, kemudian dikeringkan dan dihilangkan cendawannya. Direndam dengan larutan garam 20%, pada siang hari dijemur. Perendaman tersebut merupakan fermentasi dalam larutan garam, fermentasi dilakukan minimal 7 hari. Makin lama perendaman dalam larutan garam dapat menghasilkan kecap yang lebih bermutu dan aroma kecap makin enak. Penyaringan, filtrat (bagian cairan) merupakan bahan kecap, selanjutnya diberi bumbu, larutan gula merah dan dimasak. Setelah mencapai kekentalan tertentu, pemasakan dihentikan kemudian disaring, dikemas (pembotolan) dan dipasteurisasi (dikukus selama 15 menit). Kemudian disimpan 7 hari dan siap untuk dikonsumsi. Sedangkan ampasnya direndam kembali dengan larutan garam 20% (fermentasi larutan garam), hal ini dapat dilakukan hingga 3 kali perendaman. Bumbu kecap sangat bervariasi, antara lain pekak, adas, bawang putih, sereh, lengkuas, ebi, wijen, daun salam, kemiri, tumbang dan kayu manis. Pada pembuatan kecap bumbu-bumbu tersebut kecuali daun salam, disangrai terlebih dahulu (digoreng tanpa minyak) dan dihaluskan. Sedangkan pembuatan larutan gula merah adalah 4 kg gula merah dilarutkan dalam 1 l air. Cara pembuatan kecap kacang tunggak disajikan pada Gambar 2.

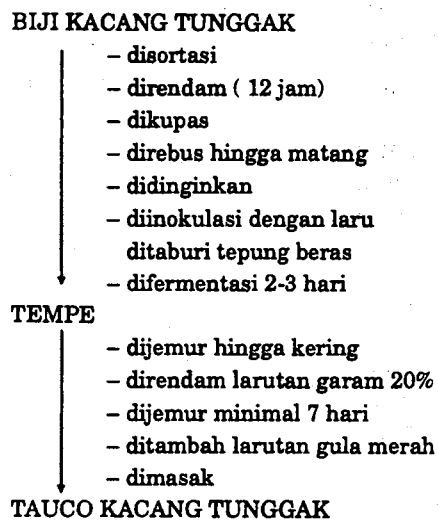
Tauco

Tauco merupakan salah satu produk fermentasi tradisional yang berbentuk semi padat dan berwarna coklat kemerahan. Tauco biasa digunakan sebagai bumbu penyedap berbagai masakan. Tauco mirip dengan kecap, perbedaannya tauco terikat bijinya sedangkan pada kecap biji (ampas) tidak disertakan. Demikian pula cara pembuatannya hampir sama dengan pembuatan kecap. Pembuatan kecap biji tidak dikupas dan disaring. Pada pembuatan tauco biji



Gambar 2. Cara pembuatan kecap kacang tunggak

kacang tunggak dikupas dan disertakan (Gambar 3). Pengupasan dapat dilakukan dengan cara basah maupun cara kering.



Gambar 3. Cara pembuatan tauco kacang tunggak

Tahu

Tahu kacang tunggak merupakan hasil ekstraksi dari protein menjadi bentuk sari kacang tunggak, kemudian digumpalkan dengan asam atau garam magnesium atau kalsium lalu dipres. Selain protein, zat-zat lain yang terdapat dalam kacang tunggak juga terbawa ke dalam endapan. Produk tahu ini dapat dilakukan oleh industri rumah tangga secara sederhana hingga industri yang lebih besar.

Tahu mempunyai daya cerna yang sangat tinggi karena serat dan karbohidratnya yang bersifat larut dalam air sebagian besar terbuang dalam proses pembuatannya. Daya cerna tahu sekitar 95%, sehingga dapat dikonsumsi dengan aman oleh semua golongan umur, termasuk bagi orang yang mengalami gangguan pencernaan. Kandungan karbohidrat dan kalori tahu sangat rendah, oleh karena itu sangat baik sebagai menu bagi orang yang menjalani diet karbohidrat (Shurtleff dan Aojagi, 1980).

Kualitas dan kuantitas tahu antara lain dipengaruhi oleh jenis bahan baku (kacang-kacangan) dan varietas, persentase padatan dalam sari kacang tunggak, alat yang digunakan, rasio air-kacang tunggak, proses pemanasan, macam koagulan, tekanan yang digunakan untuk mengeluarkan "whey" dan suhu koagulan (Karta, 1988).

Dalam pembuatan tahu, perlu diperhatikan lamanya pemasakan dan pH penggumpalan proteinnya, karena jenis protein kacang tunggak berbeda dengan protein kedelai. Hasil penelitian Ginting, dkk. (1997), menunjukkan bahwa tingkat konsentrasi suplementasi kacang tunggak terhadap kedelai, berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia tahu yang dihasilkan. Tahu yang disuplementasi dengan 10% kacang tunggak memiliki keragaan yang relatif sama dengan tahu dari 100% kedelai dalam hal rendemen, kekerasan, kadar air dan kandungan proteinnya (17,45% basis basah).

Pada dasarnya pembuatan tahu kacang tunggak setelah sortasi dan pencucian biji, dilakukan perendaman biji sebelum digiling berfungsi untuk melunakkan struktur selulernya sehingga mempermudah dan mempercepat penggilingan serta menghasilkan ekstrak optimum. Perendaman menggunakan air sebanyak tiga kali beratnya. Biji kacang tunggak direndam selama 18 jam. Perendaman yang terlalu lama akan menurunkan rendemen padatan.

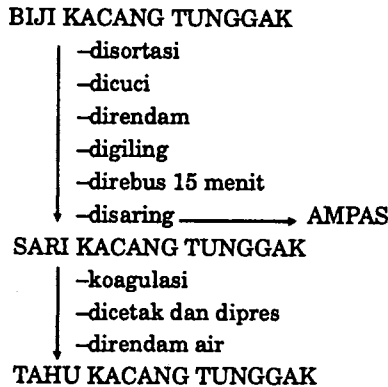
Setelah perendaman dilakukan penggilingan. Penggilingan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan menggunakan air panas (80°C) atau dengan air dingin. Penggunaan air panas dapat mengatasi masalah *off flavor* yaitu dapat mengurangi bau langu pada tahu. Pada dasarnya penggilingan cara panas ini dimaksudkan untuk menginaktifkan enzim lipoksigenase (penyebab bau langu). Selain itu penggilingan cara panas juga akan menyingkat waktu yang diperlukan untuk menaikkan suhu *slurry* pada tahap selanjutnya, yaitu pemasakan *slurry*.

Pemasakan mempunyai fungsi untuk menginaktifkan anti-tripsin, me-

meningkatkan nilai gizi dan kualitas protein, mengurangi rasa mentah dan langu pada sari kacang tunggak, menambah daya tahan simpan tahu, mempermudah proses ekstraksi sari kacang tunggak serta mengubah sifat protein kacang tunggak sehingga mudah dikoagulasikan. Perbandingan antara air pemasak dengan kacang tunggak yang digunakan bervariasi antara 8 : 1 hingga 10 : 1. Pada perbandingan ini dihasilkan rendemen dan tekstur tahu yang optimum (Watanabe *et al.*, 1969).

Penambahan koagulan berguna untuk menggumpalkan protein sari kacang tunggak. Koagulan yang digunakan pada pembuatan tahu dapat berupa garam ($MgCl_2$, $CaCl_2$ atau $CaSO_4$) atau asam (asam glukonat, asam cuka, asam laktat atau asam sitrat). Koagulan ini merupakan tahap yang paling menentukan terhadap hasil dan tekstur tahu. Jika sari kacang tunggak mempunyai konsentrasi padatan tinggi, sari kacang tunggak akan segera mengalami koagulan menghasilkan tahu yang lembut dan lunak. Jenis koagulan yang digunakan dalam pembuatan tahu akan mempengaruhi kekerasan dan kekompakan tahu (Kusbiantoro, 1993).

Tahap terakhir pada pembuatan tahu adalah pencetakan dan pengepresan yang bertujuan untuk membentuk "curd" menjadi tahu dan mengurangi kadar airnya. Tekanan yang digunakan bervariasi tergantung dari jenis tahu yang diinginkan. Untuk menghasilkan tahu yang lunak biasanya digunakan tekanan 5-15 g/cm^2 selama 10-15 menit dan untuk tahu keras digunakan tekanan 20-100 g/cm^2 selama 20-30 menit (Shurtleff dan Aoyogi, 1979). Cara pembuatan tahu kacang tunggak disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Cara pembuatan tahu kacang tunggak

Kacang tunggak kupas kulit

Produk ini di India dikenal dengan *dhal*, berupa biji yang terkupas dari kulitnya. Dhal merupakan bahan setengah jadi yang sangat luas dan fleksibel penggunaannya untuk produk berikutnya. Dengan pengupasan biji maka

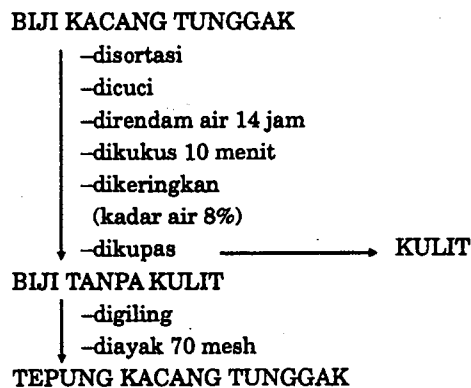
kandungan polifenol dapat ditekan serendah-rendahnya. Perlakuan pendahuluan pada pengupasan kacang tunggak dapat dilakukan dengan penyangraian pada 200°C selama 4 menit. Pengupasan kulit kacang tunggak menggunakan alat pengupas tipe "disk sheller".

Tepung kacang tunggak, tepung komposit dan produknya

Dalam bentuk tepung kacang tunggak akan lebih luwes penggunaannya karena dapat diolah menjadi berbagai produk pangan. Pembuatan tepung kacang tunggak dapat dilakukan melalui dua cara penggilingan yaitu cara basah dan cara kering. Penggilingan cara kering lebih menguntungkan dibandingkan cara basah, karena terhindar dari kontaminasi mikroba.

Kulit biji kacang tunggak terikat kuat pada katiledon karena terdapat lapisan gum. Cara abrasiv (cara kering) pada pengupasan kulit biji tidak dapat menghilangkan kulit biji dengan sempurna dan memberikan rendemen rendah karena sebagian katiledon ikut terkikis. Oleh karena itu biji kacang tunggak perlu direndam terlebih dahulu untuk melarutkan lapisan gum. Kemudian dikeringkan agar biji kacang tunggak lebih mudah dikupas. Pengupasan kulit dapat dilakukan dengan menumbuk kasar (secara tradisional dengan alu) kemudian menampinya. Pada skala industri dapat digunakan mesin pengupas kulit. Mesin pengupas kulit yang dapat digunakan adalah ORBAPAS (Balittan-Malang) atau Testing Mill TGM-40 (Balittan-Maros). Selanjutnya kacang tunggak tanpa kulit disebut dhal.

Tepung kacang tunggak merupakan produk lanjutan dari dhal. Dengan menggiling dhal sampai dengan lolos ayakan 70 mesh maka telah diperoleh tepung yang siap diolah. Cara pembuatan tepung kacang tunggak dengan penggilingan kering disajikan pada Gambar 5. Dalam pembuatan tepung kacang tunggak, kulit biji harus dihilangkan guna meningkatkan kualitas tepung serta penerimaan konsumen.



Gambar 5. Cara pembuatan tepung kacang tunggak

Pada pembuatan tepung kacang-kacangan seringkali timbul rasa tidak enak yaitu langu, sepet, pahit dan *chalky*. Rasa tidak enak tersebut antara lain disebabkan adanya reaksi yang dibantu oleh enzim lipoksigenase yang terdapat di dalam kacang-kacangan. Aktivitas enzim tersebut menimbulkan citarasa langu (*beany flavor*). Terdapat beberapa macam enzim lipoksigenase yang dapat aktif pada pH (keasaman) yang berbeda. Enzim ini mengurai minyak menghasilkan hexanal dan hexanol yang aromanya tidak disukai. Zat-zat ini dapat dirasakan pada konsentrasi sangat rendah. Sedangkan komponen rasa pahit, sepet dan "chalky", berasal dari glikosida, antara lain soyasaponin dan sapogenin (aglikon dari soyasaponin). Di antara saponin, saponin A yang terpahit dan terdapat terutama di dalam hipokotil. Glikosida lain yang menimbulkan rasa *chalky* ialah isoflavin dan aglikon-aglikonnya (Stauffer, 1989). Oleh karena itu, di dalam proses pembuatan tepung kacang tunggak, perlakuan pemanasan sebelum biji diolah lebih lanjut merupakan proses penting yang selalu disertakan. Pemanasan sangat bervariasi antara lain dengan pengukusan, perebusan, penyangraian (digoreng tanpa minyak) atau penggunaan larutan kimia. Proses pemanasan tersebut bertujuan untuk menginaktifkan beberapa enzim dan menghilangkan citarasa tidak enak.

Komposisi kimia tepung kacang tunggak bervariasi tergantung pada varietas/galur. Kadar protein tepung bervariasi dari 23-27% berat kering, kadar lemak 1,3-1,5% berat kering, abu 4-5% berat kering, serat sekitar 3,3% berat kering dan karbohidrat 64-67% berat kering (Tabel 5) (Purwani dan Santosa, 1996).

Tabel 5. Komposisi tepung kacang tunggak

Komposisi	Varietas/Galur			
	KT-1	KT-2	KT-5	KT-4
Kadar air (%)	5,33	6,70	7,54	7,29
Protein (%)	26,59	25,93	23,36	25,11
Lemak (%)	1,44	1,38	1,39	1,45
Abu (%)	4,05	4,50	4,49	4,14
Sera Kasar (%)	3,29	3,31	3,41	3,37
Karbohidrat (%)	64,63	64,81	67,36	65,93

Sumber : Purwani dan Santosa (1996)

Tepung komposit merupakan tepung campuran antara tepung sumber karbohidrat (seperti tepung terigu, ubijalar dll.) dan sumber protein (tepung kacang-kacangan). Adapun tujuan pencampuran antara sumber karbohidrat dan protein adalah untuk mendapatkan tepung yang mempunyai komposisi yang baik dan seimbang antara karbohidrat dan proteinnya. Juga ditujukan untuk memperoleh tepung campuran yang mempunyai kandungan asam amino yang lengkap sesuai dengan kebutuhan tubuh manusia. Tepung kacang tunggak

merupakan salah satu tepung sumber protein yang sangat potensial sebagai bahan tepung komposit. Kandungan protein dan karbohidrat beberapa perbandingan jumlah campuran antara tepung ubijalar, jagung dan kacang komak serta tunggak disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kandungan protein dan karbohidrat tepung komposit

Komposisi (%)				Protein (%,bk)	Karbohidrat (%,bk)
ubi.jalar :	jagung :	komak :	K.tunggak		
75	0	25	0	9,11	84,46
75	0	0	25	9,28	84,62
70	10	20	0	8,39	85,26
70	10	0	20	8,20	86,07
50	10	0	40	12,79	82,89
50	30	0	20	9,87	85,77

Sumber: Utomo et al., 1996 ; Antarlina, 1994.

Dengan diperolehnya tepung komposit maka dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk produk lanjutan. Antarlina (1994) melaporkan, tepung komposit ubijalar (50%) : Jagung (30%) : k.tunggak (20%) dapat meningkatkan kandungan protein tepung ubijalar dari 3,11% menjadi 9,87%. Rasa kue kering yang dihasilkan cukup enak dan tidak berbeda dengan kue kering terigu, sedang kue basah yang dihasilkan kualitasnya sedikit di bawah kue basah terigu.

Makanan bayi merupakan alternatif lain dari penggunaan tepung kacang tunggak sebagai sumber protein. Pemanfaatan tepung kacang tunggak untuk makanan bayi terutama sangat baik ditujukan pada bayi yang peka terhadap protein hewani yang pada umumnya memberikan reaksi alergi. Menurut Chavan et al., (1989), kacang tunggak sangat sedikit mengandung gula, sehingga sangat baik bagi pencernaan bayi. Dengan pencampuran sereal 60%, kacang-kacangan 24% dan 16% minyak nabati maka akan diperoleh produk dengan kandungan protein 13-15%, lemak 10-14%, serat 15-25% dan abu 2-3% (Harnowo dan Utomo, 1993).

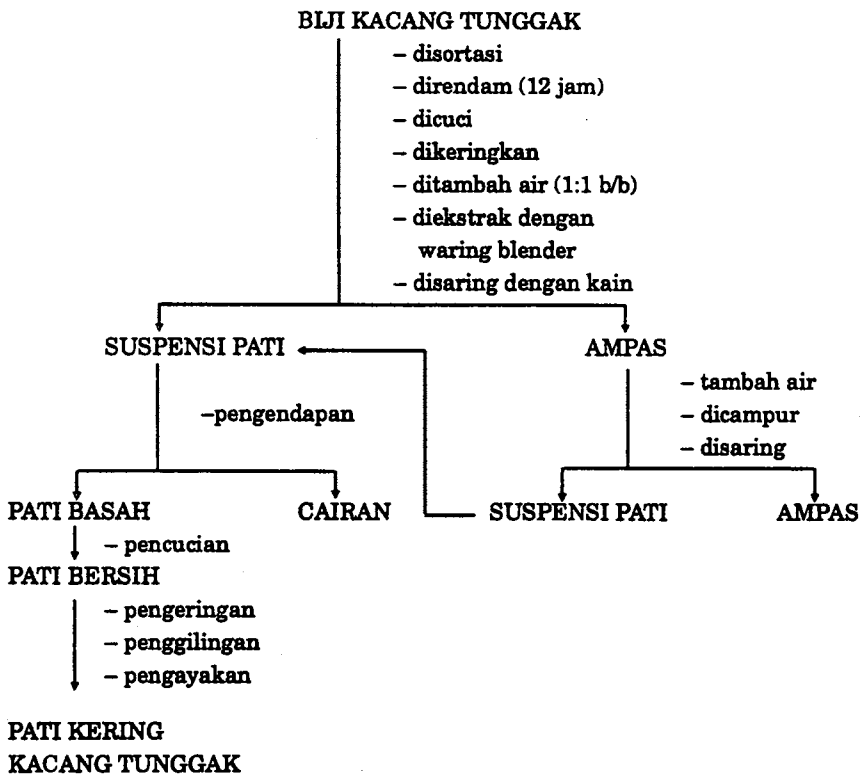
Isolat, konsentrat protein dan produk teksturisasi

Isolat protein dan konsentrat protein merupakan produk teknologi maju. Dengan cara mengisolasi proteinnya maka akan diperoleh tepung dengan kandungan protein sebesar 90%, sedangkan konsentrat memiliki kandungan protein 70%. Produk akhir dari isolat dan konsentrat protein berupa protein pekar, protein pintal, daging tiruan campuran (*meat extender*) dan daging tiruan murni (*meat analog*). *Meat extender* dibuat dari protein pekar (isolat ataupun konsentrat protein) sebanyak 10-50% dan dicampurkan dengan daging asli. *Meat analog* merupakan isolat protein yang dipintal sehingga terbentuk

benang-benang yang kemudian dilekatkan sehingga terbentuk suatu tekstur yang diinginkan dan menyerupai daging. Karena murni berasal dari protein nabati maka *meat analog* mempunyai kandungan gizi lebih baik, homogen, tahan simpan dan bebas lemak hewani serta harga murah.

Ekstraksi pati

Kacang tunggak meskipun bukan merupakan sumber pati akan tetapi dapat diekstrak patinya guna keperluan bahan pangan misalnya sebagai campuran pada pembuatan bihun. Mula-mula biji kacang tunggak disortasi, direndam semalam (\pm 12 jam), dicuci. Kemudian diekstraksi menggunakan 'waring blender' dengan ditambah air 1:1 b/b. Disaring menggunakan kain, suspensi pati diendapkan, bagian cairan dibuang, bagian pati ditambah air, kemudian bagian air dibuang, demikian hingga 3 kali pencucian. Bagian pati yang bersih dikeringkan, digiling dan diayak. Sementara itu ampas yang diperoleh dari penyaringan ditambah air, dicampur dan diaduk, kemudian disaring kembali menggunakan kain saring. Bagian suspensi pati disatukan dengan suspensi pati semula (Gambar 6) (Santosa dan Antarlina, 1997).



Gambar 6. Cara pembuatan pati kacang tunggak

Warna dan komposisi kimia pati dua varietas kacang tunggak disajikan pada Tabel 7. Warna pati yang dinyatakan dalam derajat putih dari dua varietas masing-masing 96% varietas KT-4 dan 83% varietas KT-5. Komposisi kimia terdapat perbedaan nyata tampak pada kandungan proteinnya, varietas KT-5 lebih tinggi daripada KT-4, masing-masing sebesar 3,8% berat basah dan 1,6% berat basah.

Tabel 7. Warna dan komposisi kimia pati kacang tunggak

Komponen	Varietas	
	KT-4	KT-5
Derajat putih (%)	96	83
Kadar air (%)	10,0	14,0
Kadar abu (%)	0,5	0,3
Kadar lemak (%)	0,1	0,2
Kadar protein (%)	1,6	3,8
Kadar serat (%)	1,3	1,8
Kadar pati (%)	40,0	40,1
Kadar amilosa (%)	34,9	30,9

Sumber: Santosa dan Antarlina, 1997.

KESIMPULAN

Berdasarkan potensinya untuk produk olahan, kacang tunggak perlu dikembangkan lebih lanjut, bukan hanya sebagai komoditas kedua (*secondary crop*) tetapi menjadi komoditas unggul yang dapat bersaing di pasaran. Pengembangan kacang tunggak di lahan kering diharapkan dapat mengatasi permasalahan di lahan kering, sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani.

PUSTAKA

- Anonim. 1979. Tropical Legumes: Resources for the Future. Nat. Acad. of Sci. Washington D.C. : 41-103.
- Aneli, G. and Nuti, M.P. 1979. Caratteristiche Chimiche Dei Semidi Alcune Leguminose Coltivate in Somalia *dalam* Martoyuwono, T.J. 1984. The Utilization of Lablab Bean for Human Food (Thesis). Univ. of New South Wales. Kensington : 101- 107.
- Antarlina, SS. 1987. Kecap dan Tempe Kacang Gude. *Dalam* Keluarga Tani (11). BIP. Surabaya : 19-23.
- Antarlina, S.S. 1994. Peningkatan kandungan tepung ubijalar serta pengaruhnya terhadap kue yang dihasilkan. *dalam* A. Winarto, Y. Widodo, S.S. Antarlina, H. Pudjosantoso, dan Sumarno (ed) Risalah Seminar Penerapan Teknologi Produksi dan Pasca Panen Ubijalar Mendukung Agro-industri. Balittan. Malang : 120-135.
- Antarlina, S.S. dan E. Ginting. 1997. Suplementasi Kacang-kacangan Lain Pada Pembuatan Kecap.

- Ringkasan Laporan Teknis Tahun Anggaran 1996/1997. Balitkabi, Malang : 3-4.
- Aykroyd, W.R. and Doughty, J. 1969. Legumes in Human Nutrition. Dept. of Human Nutrition. London School of Hygiene and Tropical Medicine. London. 132 h.
- Chavan, J.K., Kadam, S.S. dan Salunkhe, D.K. 1989. Cowpea. dalam Salunkhe, D.K. dan Kadam, S.S. (ed) CRC Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology and Utilization. vol 2. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida : 1-22.
- Departemen Perindustrian dan Perdagangan. 1974. Mutu dan cara uji kecap. Jakarta. 3 h.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 1981. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Bhratara karya Aksara. Jakarta. 57h.
- Duke, J.A. 1981. Handbook of Legumes of world Economic Importance. Plenum Press. New York & London : 102-106.
- Elias, L.G., De Fernandez, D.G. and Bressani, R. 1979. Possible Effects of Seed Coat Polyphenolics on the Nutritional Quality of Bean Protein. J. Food. Sci, 44 (2) : 524-527.
- Ginting, E., H. Mahagyosuko dan J. S. Utomo. 1997. Suplementasi Kacang-kacangan (kacang komak dan kacang tunggak) pada Pembuatan Tahu. Ringkasan Laporan Teknis Tahun Anggaran 1996/1997. Balitkabi. Malang : 6-9.
- Harnowo, D. dan Utomo, J.S. 1993. Potensi dan peluang Pengembangan Kacang Komak Sebagai Bahan Diversifikasi Pangan dan Agroindustri. Makalah Balititan no. 93-97. disampaikan pada Simposium Tanaman Pangan III. Jakarta/ Bogor : 1-19.
- Hentges, D.L., C.M. Weaver and S.S. Nielson. 1990. Reversibility of the Hard-to-cook defect in dry bean (*Phaseolus vulgaris*) and cowpeas (*Vigna unguiculata*). Journal of Food Science, 55(5) : 1474-1476.
- Hermana. 1995. Pengolahan Kedelai Menjadi Berbagai Bahan Makanan. Dalam S. Somaatmadja (Edt). Kedelai. Puslitbangtan. Bogor : 441-470.
- Karta, S.K. 1988. Traditional chineses food. Paper presented at the AOCs World Congress on Vegetable Protein Utilization in Human Food and Animal Feed-stuffs. Singapore, October 2-7.
- Kusbiantoro, B. 1993. Sifat Fisikokimia dan Karakteristik Protein Kedelai dalam Hubungannya dengan Mutu Tahu yang Dihasilkan. (Tesis S2). IPB. Bogor. 125h.
- Laurena, A.C., T.V. Den and E.M.T. Mendoza. 1984. Effect of condensed tannins on the in-vitro protein digestibility of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). J. of Agric. Food Chem. 32:1045-1048.
- Maesen, L.J.G. dan Somaatmadja, S. 1993. Sumberdaya Nabati Asia Tenggara 1 : Kacang-kacangan. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta : 50-54.
- Ogun, P.O., P. Markakis and W. Chenoweth. 1989. Effect of processing on certain antinutrients in cowpeas (*Vigna unguiculata*). Journal of Food Sci. 54(4):1084-1085.
- Purawani, E.Y. dan B.A.S. Santosa. 1995. Pemanfaatan dan Prospek Pengembangan Kacang Tunggak di Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian, XIV (2). Departemen Pertanian. Jakarta : 27-32.
- Purawani E.Y. and B.A.S. Santosa. 1996. Dehulling Characteristic and Chemical Composition of Four Cowpea (*Vigna unguiculata*) Cultivars in Indonesia. Indon. J. Trop. Agric. 7(1):18-23.
- Rao, G.R. and Kadkol, S.B. 1957. Analysis of Field Beans (*Dolichos lablab*) at Different Stages Maturity. Food. Sci. 6:153-154.
- Sastrodipuro, D., Marzempi dan K. Iswari. 1994. Pengaruh Campuran Kedelai dengan Kacang Tunggak dan Waktu Fermentasi terhadap Mutu Kecap. Nasrun (edt). Risalah Seminar Balititan Sukarami vol III. Solok : 135-142.
- Shurtleff, W. and A. Aoyogi. 1979. Tofu and Soymilk Production. New age food study center. Lafayette.
- Shurtleff, W. dan A. Aoyogi. 1980. The Book of Tofu. Ballantine Books, New York.
- Stauffer, C.E. 1989. Production of Soy Products for Bakery Uses. In The soy flour baking workshop. India.
- Susilo, B.A.S. dan SS. Antarlina. 1997. Optimasi Proses dan Karakteristik Bihun Kacang Tunggak.

- Ringkasan Laporan Teknis Tahun Anggaran 199/1997. Balitkabi. Malang : 5-6.
- Utomo, J.S., SS. Antarlina dan D. Harnowo. 1996. Penganekaragaman Pengolahan Ubijalar untuk Meningkatkan Mutu Tepung Ubijalar dan Hasil Olahannya. Laporan Teknis Balitkabi. Malang: 32-38.
- Watanabe, T. 1962. Study of Water Extracted Protein of Soybean. *J. Agr. Chem. Soc. Japan*, 36 : 890-895.
- Widowati, S. dan D.S. Damardjati. 1986. Evaluasi Mutu Tempe Gude dan Kedelai dalam Beberapa Formula Campuran. M. Syam dan Yuswandi (Edt.). Seminar hasil penelitian tanaman pangan. Palawija. Puslitbangtan. Bogor vol 1:126-129.
- Wijeratne, W.B. and Nelson, A.I. 1987. Utilization of Legumes as Food. *Dalam* Wallis, E.S. and Byth, D.E. (ed). Food Legume Improvement for Asian Farming Systems. Ramsay Ware Printing. Melbourne : 183-192.