

KEUNGGULAN MUTU GIZI DAN SIFAT FUNGSIONAL SORGUM (*Sorghum vulgare*)

B.A. Susila

Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian Bogor

ABSTRAK

Sorghum (*Sorghum vulgare*) merupakan bahan pangan pokok di negara sub tropis baik di Afrika maupun Asia. Konsumen sorgum sering diidentikkan dengan masyarakat marginal. Sifat inferior ini berimplikasi pada kurangnya berkembangnya sorgum. Padahal komoditas ini mempunyai keunggulan komparatif mutu gizi terhadap sereal lain. Sorgum, sebagai bahan pangan pokok tidak hanya menyumbang kalori, tetapi juga protein, vitamin dan mineral di beberapa negara sub tropis. Di Indonesia, sorgum dapat sebagai alternatif pendamping beras. Kandungan zat gizi utama di dalam sorgum ialah pati ($\pm 70\%$), dengan rasio amilosa:amilopektin berkisar antara 20-30% : 70-80%, namun sorgum ketan (*waxy sorgum*) kadar amilosanya dapat mencapai kurang dari 10%. Komponen gizi terbesar kedua ialah protein yaitu 10-11%, artinya lebih besar dibandingkan dengan protein beras giling (6-7%), beras pecah kulit (7-8%), jagung (9%), dan hanya sedikit dibawah gandum (12%). Asam amino pembatas pada sorgum ialah lisin. Kadar lemak sorgum sekitar 3%, berarti diatas kandungan lemak beras (< 1%) dan gandum (2%), namun masih lebih rendah dari jagung (4-5%). Sorgum mengandung berbagai mineral esensial, seperti P, Mg, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo dan Cr. Faktor genetik sangat berpengaruh terhadap komposisi kimia dan sifat fungsional. Data karakteristik detail seperti tersebut diatas masih sangat langka bagi varietas sorgum Indonesia. Hal ini perlu menjadi bahan renungan bersama bagi peneliti sorgum, praktisi industri pangan dan *stake holder* untuk mengangkat sorgum, tidak hanya dari segi produksi tetapi juga mutu gizi dan pemanfaatannya.

Kata kunci: Sorgum, komposisi kimia, sifat fungsional, pemanfaatan

ABSTRACT

Sorghum (*Sorghum vulgare*) has been an important staple food in the semi-arid tropics of Africa and Asia for centuries. Sorghum consumers have often identified as marginal society. This inferior properties implicated to the less developed of the commodity. Whereas, this commodity has superiority of nutritional quality compared than other cereals. As staple food, sorghum was not only contributed of energy, but also minerals and vitamins, especially in some developing countries. In Indonesia, sorghum could be an alternative of staple food after rice. Main chemical composition of sorghum was starch ($\pm 70\%$), with ratio of amylose : amylopectin around 20-30 : 70-80%, however waxy sorghum could have amylopectin more than 90%. The second biggest component protein, i.e. 10-11%, it meant higher than that of milled rice (6-7%), brown rice (7-8%), maize (9%), and little bit lower than wheat protein (12%). The limited amino acid of sorghum was lysine. Sorghum contained 3%, of fat, it meant higher than that of rice (< 1%) as well as wheat (2%), but lower than that of maize (4-5%). Some essential minerals found in this commodity, such as P, Mg, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo and Cr. Even the iron content (5,4 mg/100g) much greater than that of brown rice (1,8 mg/100g) and maize (2,7 mg/100g). Sorghum rich of vitamin B, particularly for thiamin, riboflavin and niacin. It also contained of fat-soluble vitamins, i.e. vitamin D, E and K. However, sorghum also contained of nutritional inhibitor such as phytate and polyphenol. Chemical composition and functional properties were affected by genetic factors. Main problem on postharvest of this cereal was dehulling. Beside as staple food (cooked sorghum), it could be processed for bread and other bakery products, pasta and fermented foods. Unfortunately, detailed characteristics as mentioned above was still limited in Indonesia.

Keywords: Sorghum, chemical composition, functional properties

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan yang terlalu bergantung pada satu komoditas, yaitu beras mengandung resiko bahwa kebutuhan pangan rumah tangga dan nasional akan rapuh (Husodo, 2002). Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki beragam ekosistem, akan sangat cocok bila bahan pangan pokok penduduknya beranekaragam, karena akan memudahkan penyediaan sesuai potensi daerah atau spesifik lokasi. Dengan kata lain, masyarakat dapat tercukupi dengan apa yang tumbuh dan tersedia di wilayahnya. Untuk mencapai hal tersebut, perlu dukungan pengembangan budidaya dan pengolahan komoditas spesifik lokasi. Kenyataannya saat ini, tumpuan pangan kita hanya pada satu komoditas, yaitu beras. Sayangnya perhatian terhadap pengembangan komoditas sumber karbohidrat non-beras masih sangat kurang. Padahal, bahan pangan sumber karbohidrat lokal sebagai pendamping beras sangat banyak ragamnya (Widowati, 2000; Widowati dan Damardjati, 2001). Superioritas beras yang telah membudaya, seakan-akan menutup peluang pengembangan komoditas lain. Pada dasa warsa terakhir ini, sangat terasa beban ketergantungan pada beras yang menyebabkan Indonesia menjadi pengimpor beras terbesar di dunia dan tentu saja hal ini menguras devisa negara (Husodo, 2002). Berdasarkan kenyataan tersebut, sudah saatnya komoditas non-beras dikaji lebih dalam peluang pengembangannya.

Sorgum merupakan salah satu komoditas yang berpeluang untuk dikembangkan sebagai pendamping beras. Sorgum merupakan bahan pangan pokok di beberapa negara sub tropis di Asia maupun Afrika dan merupakan andalan sumber karbohidrat, protein, vitamin dan mineral jutaan penduduk marginal di wilayah tersebut. Bahkan sorgum telah dikonsumsi dari usia dini, sebagai makanan sapihan (Onofiok dan Nnanyelugo, 1998).

Tanaman sorgum (*Sorghum vulgare*) berasal dari pantai selatan Lautan Tengah, merupakan tanaman yang kuat pertumbuhannya dengan rata-rata tinggi 100-180 cm. Tanaman sorgum mirip dengan jagung. Di Indonesia, biji sorgum dikenal dengan berbagai nama daerah, antara lain yaitu *jagung pari*, *cantel*, *gandum*, *oncer* (Jawa), *jagung cetric*, *gandrung*, *gandrum*, *degem*, *kumpay* (Sunda), *wataru hamu* (Sumba), *sela* (Flores), *bata* (Bugis), *jagung garai*, *gandum* (Minangkabau).

KULTIVASI SORGUM

Jenis Sorgum

Jenis sorgum ditentukan berdasarkan warna bijinya. Kulit biji sorgum terdiri atas 3 bagian. Bagian luar (*epicarp*) merupakan lapisan lilin yang sangat tipis (4-8% dari bobot biji), berfungsi melindungi bagian dalam terhadap kekeringan. Bagian ini mengandung zat warna (*pigment*) yang menentukan warna biji sorgum, yaitu putih hingga sawo matang tua. Biji sorgum yang berwarna tua, banyak mengandung tanin sehingga tidak disukai burung, jadi mengurangi kehilangan hasil. Lapisan kedua (*mesocarp*) dan lapisan ketiga (*pericarp*) terdekat dengan endosperma mengandung sedikit karbohidrat tapi tidak mengandung minyak (Hahn, 1970). Dalam pembuatan tepung, seluruh kulit biji sorgum harus dihilangkan.

Persyaratan Tumbuh

Komoditas ini dapat tumbuh dimana saja, bahkan di daerah kering yang tanaman lain susah tumbuh, dan biasanya dibudidayakan oleh petani kecil, tanpa aplikasi pemupukan. Tanaman sorgum dapat tumbuh dengan baik di seluruh daerah tropis maupun sub tropis. Sorgum memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap iklim panas dan

kering dibandingkan dengan jenis tanaman pangan sumber karbohidrat lainnya. Tanaman ini dapat tumbuh dan berproduksi di daerah-daerah yang memiliki curah hujan hanya 400 mm/th. Di daerah yang subur dan curah hujannya lebih tinggi, produktivitasnya meningkat. Ketahanan terhadap kekeringan ditunjukkan dengan angka kebutuhan air relatif sebagai berikut: jagung (100%), sorgum (90%), padi (190%), kedelai (180%) dan kentang (170%). Tanaman ini bisa tumbuh di tanah-tanah berat hingga tanah yang banyak mengandung pasir.

Panen dan Penanganan Pascapanen Sorgum

Panen dilakukan bila biji sudah masak optimal. Di lapangan bisa dilakukan dengan mengambil beberapa biji sorgum, lalu digigit. Bila biji waktu digigit terasa keras dan terasa tepungnya, maka biji sorgum dianggap sudah cukup tua. Biji yang sudah tua tapi tidak segera dipanen, akan turun mutunya. Hal ini karena biji mudah tumbuh bila kelembaban udara di kebun cukup tinggi. Selain itu, hasil panen makin menurun karena dimakan burung. Tanda saat panen lainnya yaitu daun mulai mengering dari bawah keatas. Kadar air panen rata-rata 20%, namun di daerah yang kering bisa mencapai 16%. Untuk memudahkan perontokan, malai buah dipotong dengan tangkai malainya cukup panjang (20-30 cm) agar memudahkan pemegangannya.

Pada kebun sorgum yang tidak luas, petani biasanya langsung menjemur malai buah dengan tangkainya. Bila sudah kering lalu diikat seperti padi lokal. Penyimpanan di rumah dilakukan di lumbung atau di dapur (di para-para di atas tungku atau disisipkan di bilik). Penyimpanan di dapur bertujuan agar biji sorgum awet, tidak di serang hama. Pada kebun yang luas, perontokan dilakukan di lapangan secara manual (digebot) atau menggunakan alat perontok. Selanjutnya biji dijemur hingga kadar air 14% (Sorenson dan Person, 1970).

Komposisi Gizi Biji Sorgum

Komposisi zat gizi sorgum secara umum tidak jauh berbeda dengan sereal lain, seperti jagung, beras, dan gandum. Namun, komoditas ini mengandung zat anti gizi, yaitu tanin yang menyebabkan rasa sepat (terutama pada sorgum yang mempunyai kulit biji berwarna tua) sehingga kurang disukai. Pengolahan dengan cara menghilangkan kulit biji sorgum dapat menurunkan kadar tanin (Suarni, 2004a) dan meningkatkan mutu gizinya (Mudjisihono, *et. al.*, 1986).

Karbohidrat

Pati merupakan bentuk simpanan karbohidrat utama di dalam sorgum, yang terdiri atas amilosa yaitu polimer glukosa rantai lurus (tanpa cabang) dan amilopektin yaitu polimer glukosa yang memiliki cabang. Daya cerna pati, yang menunjukkan kemampuan dihidrolisis oleh enzim pankreatik, menentukan kandungan energi tersedia pada sereal. Pengolahan biji-bijian seperti pengukusan, pengolahan bertekanan, *flaking*, *puffing*, atau pengecilan ukuran pati akan meningkatkan daya cerna pati sorgum. Kandungan karbohidrat sorgum sedikit lebih rendah (70,7%) dibandingkan sereal lain (Tabel 1) dan yang paling tinggi ialah beras pecah kulit (76,0%). Kadar pati sorgum berkisar antara 56-73%, dengan rata-rata 69,5%. Pati sorgum terdiri atas amilosa (20-30%) dan amilopektin (70-80%), kadar ini dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan.

Tabel 1. Komposisi gizi sorgum dan sereal lain (per 100g, kadar air 12%)

Komoditas	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)	Serat kasar (g)	Abu (g)	Energi (kcal)
Sorgum	10,4	3,1	70,7	2,0	1,6	329
Beras pecah kulit	7,9	2,7	76,0	1,0	1,3	362
Jagung	9,2	4,6	73,0	2,8	1,2	358
Gandum	11,6	2,0	71,0	2,0	1,6	342
Juwawut	7,7	1,5	72,6	3,6	2,6	336

Protein dan Lemak

Komponen gizi terbesar kedua di dalam sorgum ialah protein (10,4%). Kadar protein dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Kadar protein sorgum cukup besar variasinya, selain varietas kemungkinan karena komoditas ini ditanam pada kondisi agroklimat yang berbeda. Fluktuasi kadar protein sorgum secara umum juga berpengaruh terhadap komposisi asam amino dari protein sorgum. Mutu protein merupakan fungsi dari komposisi asam amino esensialnya. Mutu protein (% kasein) sorgum (32,5%) seimbang dengan jagung (32,1%) (Tabel 2) dan hanya sedikit dibawah juwawut (35,7%) dan terigu (38,7%). Sedangkan protein beras merupakan yang terbaik mutunya diantara sereal lain secara umum, yaitu 79,3%. Pengolahan sorgum dengan cara pengukusan dapat meningkatkan mutu proteinnya (Mudjisihono, *et. al.*, 1986).

Tabel 2. Komposisi asam amino penyusun protein tepung sorgum dan terigu

Asam amino (%)	Sorgum UPCA-S1	Sorgum Dorado	Terigu
Alanin	0,82	0,85	0,49
Arginin	0,29	0,32	0,73
Asam aspartat	0,63	0,69	0,56
Asam glutamat	1,39	1,58	3,83
Glisin	0,29	0,26	0,56
Isoleusin	0,34	0,28	0,43
Lisin	0,16	0,18	0,38
Fenilalanin	0,27	0,27	0,61
Prolin	0,24	0,29	1,51
Serin	0,33	0,38	0,32
Treonin	0,16	0,15	0,36
Tirosin	0,19	0,22	0,39
Valin	0,53	0,49	0,55
Leusin	1,31	1,39	0,88

Sumber : Suarni, 2004

Kadar asam glutamat tepung sorgum (1,39-1,58%) jauh lebih rendah di bandingkan dengan terigu (3,83%). Meskipun asam glutamat bukan termasuk asam amino esensial, namun sangat berpengaruh terhadap sifat sensori produk olahan, terutama dari segi rasanya. Hal ini ditunjukkan dengan hasil uji organoleptik dari roti tawar. Sebaliknya,

sorgum mengandung asam amino leusin (1,31-1,39%) yang lebih tinggi dibandingkan dengan terigu (0,88%).

Sorgum mengandung 3,1% lemak, berarti lebih tinggi dibandingkan dengan gandum (2%) dan beras pecah kulit (2,7%), namun masih lebih rendah dibandingkan dengan jagung (4,6%)(Tabel 1). Lemak sorgum terdiri atas tiga fraksi, yaitu fraksi netral (86,2%), glikolipid (3,1%) dan fosfolipid (0,7%).

Vitamin dan Mineral

Secara umum sorgum kaya akan vitamin B kompleks. Diantara vitamin B, kadar tiamin, riboflavin dan niasin di dalam sorgum sebanding dengan jagung (Tabel 3). Kadar vitamin B, terutama niasin, di dalam sorgum sangat bervariasi. Dilaporkan kadar niasin tertinggi ialah 9,16mg/100g sorgum. Sorgum Etiopia berlisin tinggi mengandung niasin 10,5 – 11,5mg/100g, sedangkan secara umum kadar niasin sorgum berkisar antara 2,9 – 4,9mg/100g. Selain itu sorgum juga mengandung vitamin B6 (0,5mg/100g), folasin (0,02mg/100g), asam pantotenat (1,25mg/100g) dan biotin (0,042mg/100g).

Beberapa varietas yang mempunyai endosperm kuning mengandung β -karoten yang merupakan pro vitamin A. Isolat karotenoid sorgum terdiri atas lutein, zeaxantin dan β -karoten. Kadar β -karoten pada sorgum berkisar antara 0 – 0,097mg/100g. Sorgum mengandung vitamin larut lemak (vitamin D, E dan K) dalam jumlah kecil, namun tidak mengandung vitamin C.

Tabel 3. Kandungan mineral dan vitamin sorgum dan sereal lain per 100g, kadar air 12%)

Komoditas	Tiamin (mg)	Riboflavin (mg)	Niasin (mg)	Kalsium (mg)	Zat besi (mg)
Sorgum	0,38	0,15	4,3	25	5,4
Beras pecah kulit	0,41	0,04	4,3	33	1,8
Jagung	0,38	0,20	3,6	26	2,7
Gandum	0,41	0,10	5,1	30	3,5
Juwawut	0,42	0,19	1,1	350	3,9

Komposisi mineral pada sorgum dan sereal lain dapat dilihat pada Tabel 3. Sorgum kaya akan zat besi, yaitu 5,4mg/100g atau paling tinggi dibandingkan dengan sereal lain, dan beras mengandung zat besi paling rendah (1,8 mg/100g). Ini menunjukkan salah satu keunggulan yang dimiliki sorgum, yang sangat sesuai untuk mengatasi anemia gizi besi yang merupakan salah satu defisiensi zat gizi yang prevalensinya tinggi. Kadar kalsium sorgum (25mg/100g) sebanding dengan jagung (26mg/100g). Selain itu sorgum juga mengandung P, Mg, Zn, Cu, Mn, Mo dan Cr berturut-turut sebesar 352; 171; 2,5; 0,44; 1,15; 0,06 dan 0,017 mg/100g biji (http://www.blackherbals.com/sorghum_and_millet_in_african_nu.htm).

PEMANFAATAN

Pemanfaatan sorgum menjadi produk olahan dapat dibagi menjadi produk olahan setengah jadi dan produk olahan jadi. Produk olahan setengah jadi atau *intermediate product* yang dimaksud ialah pengolahan biji sorgum menjadi beras atau dikenal dengan istilah *dhal* sorgum, pembuatan tepung dan pati sorgum. Sedangkan produk olahan jadi ialah hasil olahan yang siap dikonsumsi.

Produk olahan setengah jadi

Beras atau *dhal* sorgum diproses dengan cara menggiling atau menyosoh biji sorgum hingga kulitnya terpisahkan. Penyosohan sorgum merupakan kendala khusus yang dihadapi dalam pengolahan komoditas ini. Hal ini karena kulit sorgum cukup keras dan susah dihilangkan, tidak seperti kulit kedelai yang mudah terkupas. Apabila kulit sorgum tidak dihilangkan, terutama pada biji yang mempunyai kulit berwarna gelap, maka rasa produk olahannya akan pahit. Kandungan tanin pada sorgum terkonsentrasi pada lapisan terluar atau kulitnya, terbukti tahap penyosohan sorgum dapat mengurangi kadar tanin sampai 75%, yaitu dari 1,82 – 3,98% menjadi 0,36-1,72% tergantung jenis/varietasnya (Suarni, 2004a). Cara tradisional pembuatan beras sorgum yaitu membasahi biji dengan air agar teksturnya melunak, kemudian ditumbuk, lalu di tampi untuk menghilangkan kulit bijinya. Cara ini kurang efisien dan banyak biji sorgum yang hancur. Untuk mengatasi kendala tersebut, saat ini Balai Penelitian Tanaman Serealia telah berhasil merekayasa alat penyosoh sorgum.

Tepung merupakan bentuk olahan setengah jadi yang sangat dianjurkan, karena luwes, mudah dicampur dan difortifikasi untuk meningkatkan mutu gizinya, awet serta hemat ruang penyimpanan dan distribusi (Widowati dan Damardjati, 2001).

Produk olahan jadi

Produk olahan jadi atau siap konsumsi dari sorgum dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan bentuk bahan bakunya, yaitu biji utuh atau beras sorgum dan tepung sorgum. Produk olahan jadi juga dapat dikelompokkan menjadi produk basah dan produk kering.

Produk olahan berbasis beras sorgum

Beras sorgum atau *dhal* secara tradisional diolah menjadi nasi, dan dikonsumsi sebagaimana makanan pokok menggunakan lauk-pauk dan sayuran. Dalam pengembangan diversifikasi pangan lokal, nasi sorgum juga dapat dikombinasikan dengan bahan sumber karbohidrat lain menjadi nasi "kasorgung", yaitu nasi yang terbuat dari bahan kasava-sorgum-jagung. Sorgum ketan (*waxy sorghum*) dapat diolah menjadi tape, dan dapat dilanjutkan menjadi brem padat (Widowati, *et. al.*, 1996). Prinsip pembuatan tape sorgum yaitu beras sorgum direndam (12 jam), ditiriskan lalu dikukus setengah matang (30 menit). Air yang digunakan untuk mengukus disiramkan pada beras sorgum setengah matang, aduk-aduk lalu dikukus lagi hingga tanak. Peragian (0,3%) dilakukan setelah nasi sorgum dingin, lalu diperam selama 2-3 hari. Proses ini dapat dilanjutkan menjadi brem padat dengan cara memperpanjang waktu pemeraman, menjadi 4 hari sehingga timbul air tape yang cukup banyak. Tape diperas, diambil sarinya, kemudian dimasak hingga kental dan dicetak bulat pipih, kemudian dikering anginkan hingga terbentuk brem padat. Sorgum ketan juga dapat dibuat makanan kudapan tradisional seperti lempur, wajik, jadah, getas dan bubur. Sorgum jenis ini di pasar tradisional, terutama di Jawa Tengah dan DI Yogyakarta biasa dijual bersama-sama dengan tiwul, gatot, ketan dan cenil.

Produk olahan berbasis tepung sorgum

Dalam bentuk tepung, sorgum dapat diolah menjadi aneka kue basah dan kue kering serta makanan tradisional. Kue basah yang dimaksud ialah aneka *cake* dan bolu, sedangkan makanan tradisional basah, antara lain ialah klepon, jenang, nagasari, dan wingko. Kue kering yang dimaksud ialah aneka *cookies*, kue gapit dan simping. Tepung sorgum berpeluang sebagai substitusi dalam pembuatan produk makanan berbasis terigu. Kemampuan substitusinya terhadap terigu untuk pembuatan roti mencapai 20-25%,

untuk cake 40-50% dan kue kering 70-80%. Untuk menghasilkan mie basah yang baik, penggunaan tepung sorgum dapat mencapai 20%. Adanya kemampuan substitusi tersebut akan menghemat penggunaan dan impor tepung terigu, kandungan proteinnya juga hampir sama, namun lebih tinggi dari tepung ubi-ubian dan garut.

Tepung sorgum juga bisa diolah menjadi sirup. Prinsip pengolahannya yaitu menggunakan sistem hidrolisis parsial, kemudian dilakukan netralisasi dan pemekatan sampai tingkat tertentu. Hidrolisis pati dapat memakai katalisator asam, katalisator enzim maupun kombinasi keduanya. Penggunaan enzim untuk menghidrolis pati, membutuhkan kondisi proses yang lebih mudah, mengurangi pembentukan hasil sampingan, sehingga biaya pemurnian menjadi lebih murah. Energi yang dibutuhkan pun lebih rendah. Pembuatan sirupnya dilakukan secara enzimatik dalam dua tahap, yakni tahap pencairan dan sakharifikasi. Proses pencairan adalah suatu proses pencairan granula pati akibat penyerapan. Sedang sakharifikasi adalah pemecahan pati menjadi molekul-molekul yang lebih kecil.

KESIMPULAN

Walaupun potensi bahan pangan alternatif di Indonesia cukup besar dan beragam, tetapi dalam pengembangannya bukanlah hal mudah. Banyak kendala yang cukup mendasar. Di samping kendala teknis dan pembiayaan, ada juga kendala budaya sosial dan psikologis berupa pandangan bahwa beras merupakan makanan bergengsi (*superior food*) sedang sorgum, jagung dan umbi-umbian, merupakan makanan *inferior (inferior food)*, sementara gandum adalah bahan pangan impor.

Sorgum merupakan bahan pangan pendamping beras yang mempunyai keunggulan komparatif terhadap sereal lain, seperti jagung, juwawut gandum dan bahkan beras. Komoditas ini mempunyai kandungan protein, vitamin dan mineral yang cukup tinggi. Selain itu, budidayanya mudah dan dapat dikembangkan di lahan marginal. Jadi pengembangan sorgum dapat meningkatkan ketahanan pangan sekaligus mengantisipasi kerawanan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hahn, R.R. 1970. Dry Milling and Production of Grain Sorghum. *Di dalam* Wall, J.S. and W.L. Ross (eds) Sorghum Production and Utilization. Westport Connecticut, The Avi Publishing Company, Inc.
- Sorenson, Jr.J.W. and N.K. Person Jr.. 1970. Drying, Storing, and Handling Sorghum Grain. . *Di dalam* Wall, J.S. and W.L. Ross (eds) Sorghum Production and Utilization. Westport Connecticut, The Avi Publishing Company, Inc.
- Husodo, S.Y. 2002. Membangun Kemandirian di Bidang Pangan: Suatu Kebutuhan Bagi Indonesia. Makalah disampaikan pada Seminar Kemandirian Ekonomi Nasional. Jakarta, 22 Nopember 2002.
- Mudjisihono, R., S. Widowati, D.S. Damardjati dan N. Widaningsih. 1986. Pengaruh Bentuk Olahan terhadap Mutu Protein Biji Sorgum (*Sorghum vulgare*). Media Penelitian Sukamandi.
- http://www.blackherbals.com/sorghum_and_millet_in_african_nu.htm. Sorghum and Millet in African Nutrition. The Traditional African Diet.

- Onofiok, N.O. and D.O. Nnanyelugo. 1998. *Weaning Foods in West Africa: Nutritional problems and possible solutions*. Food and Nutrition Bulletin Vol 19(1): 26-33.
- Suarni. 2004. *Evaluasi Sifat Fisik dan Kandungan Kimia Biji Sorgum setelah Penyosohan*. Jurnal Stigma XII(1): 88-91.
- Suarni. 2004. *Pemanfaatan Tepung Sorgum Untuk Produk Olahan*. Jurnal Litbang Pertanian Vol 23 (4): 145-151
- Widowati, S., D.S. Damardjati dan Y. Marsudiyanto. 1996. *Pemanfaatan Sorgum sebagai bahan Baku Industri Brem Padat*. Di dalam Sudaryono, A. Sumantri, N. Saleh, J.A. Beti dan A. Winarto (Penyunting). Risalah Simposium prospek Tanaman Sorgum untuk Pengembangan Agro-Industri.
- Widowati, S. 2000. *Identifikasi Bahan Makanan Alternatif dan Teknologi Pengolahannya untuk Ketahanan Pangan Nasional*. Buletin AGROBIOTEK Vol 3(2):45-50.
- Widowati, S. dan D.S. Damardjati. 2001. *Menggali Sumberdaya pangan Lokal dalam Rangka Ketahanan Pangan*. Majalah PANGAN, BULOG Jakarta.