

BULETIN *AgroBio*

ISSN 0853-9022

Vol. 3, No. 2, 2000

JURNAL TINJAUAN ILMIAH RISET BIOLOGI DAN BIOTEKNOLOGI PERTANIAN

Identifikasi Bahan Makanan Alternatif dan Teknologi Pengolahannya untuk Ketahanan Pangan Nasional	Sri Widowati ...	45
Prospek dan Produksi Enzim α -amilase dari Mikroorganisme	Nur Richana	51
Protein Disulfida Isomerase: Pembentuk Ikatan Disulfida dan Pelipatan Protein	Jumiarti Agus ...	59
Kajian Metode Skrining Padi Tahan Kekeringan	Didi Suardi ...	67
Peranan dan Potensi <i>Dietary Insecticidal Protein</i> dalam Rekayasa Genetika Tanaman Tahan Hama	Bahagiawati Amirhusin	74



Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Penerbit

Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Departemen Pertanian

Alamat Penerbit

Jalan Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111, Indonesia

E-mail: borif@indo.net.id & rifcb@indo.net.id

Telepon: (0251) 339793, 337975

Faksimile: (0251) 338820

Kala Terbit

Dua nomor per volume

Penanggung Jawab

Sugiono Moeljopawiro
Kepala Balai Penelitian
Bioteknologi Tanaman Pangan

Redaktur Teknis

Novianti Sunarlim
Sutrisno
Ida Hanarida Somantri
Sri Widowati

Redaktur Pelaksana

Suyono
Ida N. Orbani

Buletin AgroBio (dahulu bernama **Buletin Penelitian**) memuat artikel tinjauan ilmiah hasil riset dalam bidang biologi dan bioteknologi tanaman. Naskah (boleh ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris) yang diajukan untuk diterbitkan hendaknya belum pernah dipublikasikan pada media cetak manapun dan ditulis sesuai dengan "Pedoman Bagi Penulis" (lihat sampul belakang bagian dalam). Dewan Redaksi berhak menyunting naskah tanpa mengubah isi dan makna tulisan atau menolak menerbitkan suatu naskah.

Naskah dapat bersifat tinjauan ilmiah (kritis) atau tinjauan informatif (anotasi) terhadap subjek tertentu, atau gabungan antara keduanya. Tinjauan ilmiah merupakan hasil evaluasi, sintesis, dan analisis kritis tentang riset bagi kepentingan ilmu pengetahuan dan teknologi, sedangkan tinjauan informatif merupakan hasil evaluasi bagi kepentingan pengguna.

Isi naskah dapat membahas salah satu dari butir-butir berikut, yaitu: (a) status riset pada subjek tertentu, baik yang telah, sedang, maupun yang akan dikerjakan, (b) pengungkapan masalah dan pemecahannya, (c) pengembangan suatu metode atau konsepsi, dan (d) gagasan dan pendekatan yang dapat dijadikan landasan bagi suatu usulan riset. Sumber bacaan seyogyanya meliputi bahan pustaka terbitan dalam dan luar negeri yang terkini dan relevan.



Identifikasi Bahan Makanan Alternatif dan Teknologi Pengolahannya untuk Ketahanan Pangan Nasional

Sri Widowati

Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor

ABSTRACT

Identification of Alternative Food Sources and Their Processing Technology in Relation to National Food Security. *Sri Widowati.* In the past three decades, the Indonesian people had been using rice and soybean as their staple foods. The consumption of these commodities is consistently increasing annually. Presently, the Indonesian population is 206.5 million people with an annual growth rate of 1.66%. The growth rate of rice production in the past ten years was only 50% of the population growth rate. Therefore, Indonesia has become the biggest rice and soybean importing country in the world. Monetary crisis has shaken the national food security, because dependency of the country from imported food materials. The use of local food materials as food alternatives will reduce the amount of imported foods and increase the national food security. Various local food crops, such as sorghum, sweet potato, cassava, taro, and yam, have been identified as potential sources of carbohydrates. Pigeon pea, cowpea, mungbean, and other legumes are potential sources of vegetable proteins.

Key words: Alternative food source, processing technology, national food security

Masalah krisis pangan dan gizi di Indonesia seharusnya dapat ditanggulangi secara mendasar dan berkesinambungan melalui program pengembangan produksi dalam pemanfaatan sumber daya hasil pertanian pangan lokal, dengan cara meningkatkan pemberdayaan industri pangan dan masyarakat petani. Selama ini pola pangan masyarakat Indonesia diarahkan pada komoditas tertentu saja, yaitu padi sebagai makanan pokok dan kedelai sebagai sumber protein nabati utama. Bahkan masyarakat di wilayah yang dahulu dikenal dengan makanan pokoknya selain beras (misalnya jagung, ubi kayu, ubi jalar) seolah-olah *digiring* untuk beralih ke beras. Sengaja ataupun tidak, sifat superior beras yang selalu dipromosikan merupakan salah satu pemicu beralihnya konsumen nonberas ke beras. Lebih parah lagi promosi besar-besaran pemanfaatan terigu dan produk-produknya berdampak pada program diversifikasi

pangan tidak dapat menyentuh masyarakat luas, meskipun telah banyak penelitian yang dihasilkan. Dampak lain penggunaan terigu ialah berbagai jenis makanan tradisional yang semula dibuat dengan bahan baku dari tepung bahan pangan lokal (garut, ganyong, ubi jalar, ketan, dll.) semua disubstitusi dengan terigu, yang merupakan bahan pangan impor.

Akhir-akhir ini ketahanan pangan cenderung goyah akibat penurunan kemampuan pemerintah dalam pemenuhan kebutuhan beras dalam negeri karena berbagai hal. Jumlah penduduk Indonesia saat ini 206,5 juta jiwa dengan laju pertumbuhan 1,66% per tahun (BPS, 2000) dan tingkat konsumsi beras per kapita sebesar 130,1 kg merupakan tantangan yang tidak ringan. Tahun 1997-1998 pemerintah telah mengimpor beras sebanyak 5,8 juta t (Hasanudin *et al.*, 1999). Kekurangan beras ini diperkirakan akan terus membesar.

Hal serupa terjadi pada kebutuhan kedelai. Induk Koperasi Pro-

dusen Tempe Tahu Indonesia (INKOPTI), melaporkan bahwa sampai saat ini, dengan berbagai alasan teknis produksi, pasokan kedelai lokal hanya mampu memenuhi sekitar 10% dari total kebutuhan industri tempe/tahu Indonesia, sedangkan sisanya harus diimpor (Sutarto, 2000). Memang sangat ironis, bahwa tempe/tahu yang merupakan makanan utama sebagian besar masyarakat Indonesia, bahan bakunya tergantung dari luar negeri. Di pasar internasional, Indonesia menduduki peringkat ketujuh negara pengimpor kedelai terbesar. Kedelai yang diimpor terutama dari Amerika, sehingga Indonesia di juluki sebagai *the biggest US No. 1 soybean imported in the world*. Berdasarkan data yang dihimpun oleh American Soybean Association (ASA) jumlah impor kedelai Indonesia meningkat tajam, yaitu dari 718.000 t (1995) menjadi 810.000 t (1997) dan 1.156.000 t (1999). Ketergantungan industri tempe/tahu terhadap bahan baku impor membuat basis industri produk tersebut dalam posisi yang lemah. Oleh sebab itu, perlu diupayakan suatu kebijakan yang secara bertahap dan konsisten mengurangi ketergantungan impor tersebut.

Sesungguhnya untuk memenuhi kebutuhan makanan bagi penduduk Indonesia yang hidup dalam lingkungan masyarakat majemuk dan mempunyai aneka ragam kebudayaan, akan lebih mudah kalau kebijaksanaan pengadaan beras sebagai makanan pokok diganti dengan penganekaragaman makanan. Selain itu, sesuai dengan tradisi yang berkembang dikalangan masyarakat majemuk, sesungguhnya dapat menghindarkan dominasi suku bangsa dan kebudayaan tertentu terhadap suku bangsa dan kebudayaan lainnya dalam masyarakat Indonesia yang sedang berkembang (Budhisantosa, 2000). Dengan kata lain, penganekaragaman pa-

ngan merupakan solusi yang sangat sesuai untuk mengatasi kebutuhan pangan, khususnya karbohidrat dan protein. Melalui pengaturan kembali pola menu yang tidak tergantung pada komoditas tertentu saja dan ketersediaan jenis bahan pangan yang cukup, memungkinkan masyarakat dapat menentukan sendiri pangan yang dikonsumsi.

Dalam upaya penganekaragaman pangan untuk mengatasi keragaman pangan tersebut perlu dilakukan identifikasi bahan makanan lokal yang berpotensi untuk dikembangkan. Berdasarkan sifat fisiko kimia bahan yang beragam maka perlu dilakukan modifikasi pengolahan. Penelitian mengenai penganekaragaman bahan baku dan teknologi pengolahannya telah banyak dilakukan, namun upaya pemasyarakatannya masih sangat kurang. Oleh sebab itu, kendala adopsi teknologi perlu segera diatasi oleh komponen terkait.

IDENTIFIKASI BAHAN PANGAN ALTERNATIF

Biji-bijian merupakan bahan pangan yang sangat penting, bahkan dijadikan makanan pokok bagi sebagian besar negara-negara di dunia, terutama di Asia. Di Indonesia, biji-bijian tidak saja dijadikan sebagai sumber kalori utama (sekitar 70%), tetapi juga merupakan sumber protein utama, yaitu sekitar 64% (Winarno, 2000). Serealialia sumber karbohidrat utama ialah beras, sedangkan sumber protein nabati utama adalah kedelai.

Bahan Pangan Sumber Karbohidrat

Pengertian bahan pangan sumber karbohidrat alternatif ialah bahan pangan yang dapat mensubstitusi beras maupun terigu. Bahan tersebut berasal dari serealialia dan umbi-umbian. Tabel 1 menunjukkan berbagai bahan pangan sum-

Tabel 1. Kandungan makro nutrien per 100 g bahan pangan alternatif pendamping beras (bobot basah)

No.	Komoditas	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)	Kalori (kal)
1.	Ubi kayu putih (<i>Manihot utilisima</i>)	1,2	0,3	34,7	146
2.	Ubi kayu kuning (<i>Manihot utilisima</i>)	0,8	0,3	37,9	157
3.	Ganyong (<i>Canna edulis</i>)	1,0	0,1	22,6	95
4.	Jagung kuning (<i>Zea mays</i>)	9,2	3,9	73,7	355
5.	Ubi jalar (<i>Ipomoea batatas</i>)	1,8	0,7	27,9	123
6.	Jali (<i>Goix lacryma jobi</i>)	11,0	4,0	61,0	289
7.	Gembili (<i>Dioscorea aculeate</i>)	1,5	0,1	22,4	95
8.	Sorgum (<i>Sorghum vulgare</i>)	11,0	3,3	37,0	332
9.	Kentang hitam (<i>Solanum tuberosum</i>)	0,9	0,4	33,7	142
10.	Suweg (<i>Amorpha phaluscampulatus</i>)	1,0	0,1	15,7	69
11.	Sente (<i>Alocasia macrorrhiza</i>)	0,6	0,3	14,8	64
12.	Uwi (<i>Dioscorea alata</i>)	2,0	0,2	19,8	101
13.	Garut* (<i>Maranta arundinacea</i>)	2,2	0,1	24,4	107,3
14.	Gadung (<i>Dioscorea hispida</i>)	2,1	0,2	23,2	101
15.	Pisang raja uli (<i>Musa paradisiaca</i>)	2,0	0,2	38,2	146

Sumber: Direktorat Gizi Depkes RI, 1992; * Widowati et al., 1999

ber karbohidrat dan komposisi kimianya.

Data tersebut menunjukkan bahwa umbi-umbian mengandung energi 69-157 kal, sedangkan serealialia mengandung 289-355 kal. Rendahnya nilai kalori pada umbi-umbian disebabkan kadar air umbi jauh lebih tinggi dibandingkan dengan serealialia. Pisang disajikan dalam Tabel 1, karena dapat digunakan sebagai sumber karbohidrat. Di beberapa daerah penghasil pisang seperti Garut dan Lampung, pisang dimanfaatkan sebagai pengganti nasi, umumnya dikonsumsi di waktu siang hari.

Bahan Pangan Sumber Protein

Dalam pola pangan penduduk Indonesia, protein nabati masih memegang peranan penting untuk pemenuhan gizi. Diperkirakan bahwa lebih dari 80% protein yang dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia berasal dari protein nabati. Kedelai memberikan kontribusi protein terbesar kedua (18%) setelah beras (45%) (BPS, 1993). Data survei di Jawa Tengah menunjukkan bahwa perbandingan konsumsi protein hewani dan nabati di kota dan di desa berturut-turut ialah 17 : 83 dan 11 : 89.

Fakta tersebut menunjukkan betapa pentingnya bahan pangan sumber protein nabati bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Sebenarnya dari segi nutrisi rasio protein nabati dan hewani sebaiknya berimbang. Mengingat penurunan kemampuan pemerintah dalam menyediakan kedelai dalam negeri dan untuk mengurangi impor kedelai, maka bahan pangan kacang-kacangan selain kedelai perlu dipertimbangkan. Tabel 2 menunjukkan komposisi makro nutrien dari berbagai kacang-kacangan. Kacang hijau, kacang panjang, dan kacang bogor mengandung karbohidrat yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pendamping beras. Di Flores terdapat tradisi mengonsumsi nasi dari beras merah yang dicampur dengan biji kacang panjang atau kacang merah. Tradisi ini apabila dilestarikan dan disebarluaskan dapat meningkatkan status gizi masyarakat, karena nasi campuran beras dengan kacang-kacangan ini nilai gizinya tinggi.

Tabel 2. Kandungan makro nutrien per 100 g bahan pangan alternatif pendamping kedelai (bobot basah)

No.	Komoditas	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)	Kalori (kal)
1.	Gude (<i>Cajanus cajan</i>)	20,7	1,4	62,0	336
2.	Kacang tunggak (<i>Vigna sinensis</i>)	22,9	1,4	61,6	342
3.	Kacang merah (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	23,1	1,7	59,5	342
4.	Kacang bogor (<i>Viandzea subterranea</i>)	16,0	6,0	65,5	370
5.	Koro benguk (<i>Mucuna utilis</i>)	24,0	3,0	55,0	332
6.	Kecipir (<i>Psophocarpus tetragolobus</i>)	32,8	17,0	36,5	405
7.	Koro wedus (<i>Dolichos lablab</i>)	22,2	1,5	61,0	338
8.	Kacang hijau (<i>Phaseolus radiatus</i>)	22,2	1,2	69,9	345
9.	Kacang tanah (<i>Arachis hypogea</i>)	25,3	42,8	21,1	452
10.	Kacang panjang (<i>Vigna sinensis</i>)	17,3	1,5	70,0	357
11.	Kedelai (<i>Glycine max</i>)*	34,9	18,1	34,8	331

Keterangan: *Sebagai pembanding

Sumber: Direktorat Gizi Depkes RI, 1992

TEKNOLOGI PENGOLAHAN BAHAN PANGAN

Teknologi Pengolahan Produk Setengah Jadi

Teknologi pengolahan produk setengah jadi yang diperlukan bagi industri pengolahan lanjutan telah banyak dihasilkan. Teknologi ini mencakup teknik pembuatan sawut/chip/granula/grits, teknik pembuatan tepung, teknik separasi atau ekstraksi, dan sebagainya.

Tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena lebih tahan disimpan, mudah dicampur (dibuat komposit), diperkaya zat gizi (difortifikasi), dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang serba praktis. Prosedur pembuatan tepung sangat beragam, dibedakan berdasarkan sifat dan komponen kimia bahan pangan. Namun secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu (1) bahan pangan yang mudah menjadi coklat apabila dikupas, dan (2) bahan pangan yang tidak mudah menjadi coklat (Marudut dan Sunardi, 2000).

Pada umumnya umbi-umbian mudah mengalami pencoklatan setelah dikupas. Hal ini disebabkan oksidasi dengan udara sehingga terbentuk reaksi pencoklatan oleh pe-

ngaruh enzim yang terdapat dalam bahan pangan tersebut (*browning enzymatic*). Pencoklatan karena enzim merupakan reaksi antara oksigen dan suatu senyawa phenol yang dikatalisis oleh polyphenol oksidase. Untuk menghindari terbentuknya warna coklat dalam bahan makanan yang akan dibuat tepung dapat dilakukan dengan mencegah sesedikit mungkin kontak antara bahan yang telah dikupas dan udara dengan cara merendam dalam air (atau larutan garam 1%) dan/atau menginaktifkan enzim tersebut dalam proses blansir.

Teknologi pembuatan tepung yang dikenal masyarakat ialah pembuatan tepung beras. Bahan biasanya direndam agar cukup lunak, ditiriskan, digiling, diayak, dan dikeringkan. Namun pada komoditas lain, proses penepungan belum banyak dikenal, meskipun teknologinya sebenarnya telah tersedia. Teknologi pembuatan tepung jagung telah dikembangkan di Balai Penelitian Tanaman Padi Sukamandi sejak 1989. Teknologi ini mendasarkan prosesnya pada penggilingan biji jagung secara kering, setelah biji mengalami perendaman dalam larutan kapur 5% selama 20-24 jam dengan suhu 70-80°C atau 36 jam dalam suhu ruang (Munarso *et al.*, 1991). Teknologi pembuatan tepung kasava, merupakan perbaikan

dari proses pembuatan tepung ubi kayu yang telah dikenal turun-temurun di masyarakat, terutama di daerah yang konsumsi pangan pokoknya ialah ubi kayu. Keunggulan proses ini dibandingkan dengan proses tradisional (tepung ubi kayu/gaplek), antara lain rendemen tinggi dan tahan simpan, hygiene, nilai gizi dan ekonomi lebih tinggi, dan dapat untuk mensubstitusi terigu, baik parsial maupun seluruhnya tergantung dari jenis produk akhir yang diinginkan. Prinsip prosesnya adalah ubi kayu segar dikupas, dicuci dan direndam dalam air, disawut/dirajang, dipres kemudian dijemur atau dikeringkan. Sawut kering ini dapat disimpan atau langsung digiling menjadi tepung (Damar-djati *et al.*, 1994). Berbagai teknologi untuk pembuatan tepung maupun produk setengah jadi lain telah tersedia. Teknologi tersebut meliputi pembuatan tepung sorgum (Mudjisiyono *et al.*, 1986), ekstraksi pati ubi jalar (Tastra *et al.*, 1997), pembuatan tepung ubi jalar (Santosa *et al.*, 1994), granula ubi jalar (Utomo *et al.*, 1997), produksi serbuk ubi kayu (Antarlina dan Utomo, 1999), dan tepung garut (Widowati *et al.*, 1999).

Teknologi produk setengah jadi lain yang penting dalam diversifikasi pangan adalah teknologi tepung campuran (tepung komposit). Teknologi ini sebenarnya merupakan kelanjutan dari teknologi penepungan komoditas tunggal. Intinya terletak pada teknik pencampuran yang ideal bagi tepung-tepung tertentu, sehingga secara fungsional tepung tersebut dapat menghasilkan produk dengan penampilan yang baik dan secara nutrisi menghasilkan produk bergizi (Widowati dan Damardjati, 1996). Penggunaan tepung komposit sangat beragam, dari produk makanan bayi, balita, makanan tradisional, hingga makanan sehari-hari seperti mie, roti, *cake*, dan sebagainya.

Tabel 3. Persentase protein yang dapat dimanfaatkan dari bahan makanan campuran sereal 90% dan kacang merah 10%

Sumber protein	Protein dalam menu (%)	Protein yang dapat dimanfaatkan (%)
100% beras (nasi)	6,9	4,01
90% beras + 10% kacang merah	7,9	4,96
100% jagung	8,5	2,41
90% jagung + 10% kacang merah	10,3	4,1
100% sorgum	7,7	2,23
90% sorgum + 10% kacang merah	8,6	3,93
100% gandum	11,0	4,26
90% gandum + 10% kacang merah	12,0	5,94

Sumber: Bressani dalam Winarno, 2000

Fortifikasi untuk meningkatkan nilai gizi tepung komposit dapat dilakukan dengan penambahan sumber protein baik dari tepung kacang-kacangan (protein nabati) maupun dari tepung ikan, susu, dan daging (protein hewani), serta penambahan sumber mineral dan vitamin. Dengan kata lain, teknologi tepung komposit ini siap untuk mendukung program diversifikasi pangan sekaligus perbaikan gizi.

Teknologi Pengolahan Produk Jadi

Kemajuan teknologi pengolahan pangan yang didukung dengan ketersediaan peralatan modern telah mendorong berkembangnya industri makanan jadi selama dua dekade terakhir ini. Pergeseran pola makan (Kuntowijoyo, 1991) dan gaya hidup modern yang serba praktis serta keterbatasan waktu yang dialokasikan untuk menyiapkan makanan sehari-hari (karena para wanita saat ini umumnya bekerja di luar rumah), turut memacu berkembangnya industri pengolahan makanan jadi. Ketersediaan teknologi ini tampaknya tidak perlu diragukan. Berdasarkan kenyataan bahwa makan beras (nasi) merupakan budaya masyarakat Indonesia yang tidak mudah untuk diubah, sehingga perlu dipertimbangkan teknologi pembuatan beras artifisial. Produk ini diperkirakan dapat menembus budaya makan nasi, asal bentuk mirip dengan aslinya meskipun bukan berasal dari padi.

Produk lain yang berpotensi merombak budaya makan nasi adalah mie instan dan roti. Kecenderungan masyarakat mengonsumsi kedua produk ini sebagai pengganti nasi kini mulai tampak. Yudohusodo (1999) menyebutkan bahwa Indonesia merupakan konsumen mie instan terbesar kedua setelah RRC. Konsumsi mie instan Indonesia pada tahun 1993 adalah 2.246,9 juta bungkus (setara dengan 68.516 t) dan menjadi 3.544,5 juta bungkus (setara dengan 265.838 t) pada tahun 1995. Kini laju peningkatan konsumsi mie ini di atas 15% per tahun. Berkenaan dengan hal itu, ketersediaan teknologi produksi mie instan sangat menentukan. Indonesia cukup banyak memiliki industri mie instan yang besar. Permasalahannya adalah bagaimana modifikasi bahan baku dapat dilakukan dengan memasukkan sebanyak mungkin tepung bukan terigu ke dalam proses tersebut (Budianto, 2000). Dalam skala laboratorium, masalah tersebut sebenarnya telah dapat diatasi. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung terigu dapat disubstitusi oleh tepung kasava, ubi jalar, jagung, maupun sorgum dan garut hingga 20% pada pembuatan mie instan. Jenis produk lain berbasis terigu yang dapat disubstitusi dengan tepung lokal antara lain kue basah/cake (30-50%), roti tawar dan sejenisnya (20%), kue kering/cookies (50-100%), kerupuk (30-50%), dodol

(30-50%) serta makanan tradisional basah dan kering.

Selain aneka produk makanan yang terbuat dari bahan baku tepung, penganekaragaman makanan juga dapat dilakukan dari biji-bijian yang telah mengalami proses pengolahan, misalnya fermentasi, ekstraksi, ekstrusi, perkecambahan, penyangraian, maupun pengolahan dengan cara lain. Budaya mengonsumsi makanan camilan (*snack foods*) saat ini sudah tidak dapat dihindari. Sumbangan kalori dan protein dalam menu makanan sehari-hari dari jenis produk makanan ini cukup nyata.

Permasalahan gizi ganda sampai saat ini masih kita hadapi. Di satu sisi terjadi kekurangan kalori protein (KKP) makin meningkat selama krisis ekonomi/moneter akhir-akhir ini, sehingga timbul kekhawatiran akan terjadinya generasi yang hilang (*loss generation*). Di sisi lain, masalah kelebihan gizi dapat berdampak pada kelebihan berat badan (obesitas), serta memicu berbagai macam penyakit degeneratif. Pengaturan pola makan dengan gizi berimbang dapat menjadi salah satu solusi permasalahan tersebut. Berbagai penelitian teknologi pengolahan untuk menghasilkan produk pangan sesuai dengan kebutuhan di atas telah banyak dilakukan. Teknologi tersebut antara lain meliputi pembuatan produk dari ubi jalar (Widowati dan Setyono, 1992; Widowati *et al.*, 1994; Antarlina dan Utomo, 1999), pembuatan produk dari ubi kayu (Richana dan Darnardjati, 1998; Darnardjati *et al.*, 1993; Widowati, 1998), evaluasi gizi produk olahan dari sorgum (Mudjisi-hono *et al.*, 1986; Widowati *et al.*, 1996), pengolahan jagung siap santap (Munarso dan Mudjisi-hono, 1992), pengolahan kacang tanah lemak rendah dan produk lanjutannya (Santosa *et al.*, 1993; 1998; Widowati *et al.*, 2000), substitusi kacang-kacangan terhadap kedelai

dalam pembuatan tempe/tahu (Widowati dan Damardjati, 1986; Richana dan Damardjati, 1998), pengolahan garut (Widowati 1998; Widowati *et al.*, 1999; Richana *et al.*, 2000) dan masih banyak lagi hasil-hasil penelitian dari lingkup Badan Litbang Pertanian, Perguruan Tinggi, maupun Litbang Industri, dan masyarakat umum.

KENDALA ADOPSI TEKNOLOGI

Banyak teknologi produksi maupun pengolahan hasil pertanian yang telah ditemukan melalui penelitian, namun sebagian dari teknologi tersebut belum/tidak dapat diadopsi oleh petani/pengguna akhir. Adnyana *et al.* (1994) menyatakan dari aspek keragaan teknologi yang dihasilkan sering mempunyai kelemahan-kelemahan, antara lain karena penyampaian hasil penelitian ke pengguna masih dalam bentuk bahasa ilmiah, terlalu teknis, kelayakan sosial dan ekonominya kurang, bahkan belum mampu menjawab tantangan di lapang. Dari segi penyampaian, aktivitas penyebarluasan informasi hasil penelitian masih didominasi oleh seminar, simposium, dan publikasi ilmiah yang kurang efektif. Media elektronik (radio dan televisi) dan media cetak semi populer serta temu lapang yang melibatkan peneliti, penyuluh, petani, aparat pemerintah, dan pelaku bisnis belum banyak dimanfaatkan. Dari sisi industri ada kecenderungan lebih menyukai teknologi dari luar negeri, ikut-ikutan membuat produk yang sedang populer di dunia. Promosi yang gencar di media cetak maupun elektronik dapat mempengaruhi pola makan masyarakat, terutama generasi muda. Tampaknya budaya mencintai produk maupun teknologi bangsa sendiri perlu digalakkan lagi.

KESIMPULAN

Jenis bahan pangan alternatif sumber karbohidrat pendamping beras dan terigu serta sumber protein pendamping kedelai cukup banyak tersedia di Indonesia. Pengembangannya perlu memperhatikan permintaan pasar, baik industri pengolahan lanjutan maupun konsumen. Kelebihan produksi juga akan menimbulkan masalah, baik masalah teknis (kehilangan hasil, penurunan mutu, tingkat kerusakan, dll.) maupun ekonomi (harga turun).

Keberhasilan penganeekaragaman pangan perlu dukungan ketersediaan bahan baku, ketersediaan teknologi yang tepat, komitmen pemerintah, serta partisipasi industri pengolahan dan masyarakat. Faktor lain yang tidak kalah penting, yaitu percepatan adopsi teknologi, antara lain dengan penyampaian hasil penelitian kepada pengguna dalam bahasa yang praktis/populer, penyebarluasan informasi melalui media cetak semi populer, media elektronik maupun temu lapang yang melibatkan seluruh komponen terkait, baik peneliti, penyuluh, pemerintah, petani serta industri, dan konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, M.O., M. Syam, dan I. Manwan. 1994. Percepatan proses adopsi teknologi. Dalam Syam, M., Hermanto, H. Kasim, dan Suniardi (Eds.). Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan I:183-199.
- Antarlina, S.S. dan J.S. Utomo. 1999. Proses pembuatan dan penggunaan tepung ubi jalar untuk produk pangan. Lokakarya Nasional Pemberdayaan tepung ubi jalar sebagai substitusi terigu dan potensi kacang-kacangan untuk pengayaan kualitas pangan. Edisi Khusus Balitkabi 15:30-44.
- Biro Pusat Statistik (BPS). 1993. Statistik Indonesia tahun 1992. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Biro Pusat Statistik (BPS). 2000. Statistik Indonesia tahun 1999. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Budianto, J. 2000. Teknologi pertanian sebagai pemacu penganeekaragaman pangan. Makalah pada Seminar Nasional Interaktif Penganeekaragaman Makanan untuk Memantapkan Tersedianya Pangan. Jakarta, 17 Oktober 2000.
- Budhisantosa, S. 2000. Keanekaragaman pangan sebagai unsur ketahanan nasional. Makalah pada Seminar Nasional Interaktif Penganeekaragaman Makanan untuk Memantapkan Tersedianya Pangan. Jakarta, 17 Oktober 2000.
- Damardjati, D.S., S. Widowati, and A. Rachim. 1993. Cassava flour production and consumers acceptance at village level in Indonesia. IARD Journal 15(1):16-25.
- Damardjati, D.S., Sutrisno, B.A.S. Santosa, S. Widowati, dan Suismono. 1994. Petunjuk praktis pembuatan tepung kasava. Balitran Sukamandi.
- Direktorat Gizi Depkes RI. 1992. Daftar komposisi bahan makanan. Bhratara, Jakarta.
- Hasanudin, A., S.E. Baehaki, S.J. Munarso, dan S. Noor. 1999. Teknologi unggulan peningkatan produksi padi menuju revolusi hijau generasi kedua. Makalah pada Simposium Tanaman Pangan IV. Bogor, 22-24 November 1999.
- Kuntowijoyo. 1991. Bergesernya pola pangan pokok di Madura. Pangan II(9):20-25.
- Marudut dan T. Sunardi. 2000. Tepung-tepungan sumber kreatifitas tata boga. Makalah pada Seminar Nasional Interaktif Penganeekaragaman Makanan untuk Memantapkan Tersedianya Pangan. Jakarta, 17 Oktober 2000.
- Mudjisihono, R., S. Widowati, D.S. Damardjati, dan N. Widaningsih. 1986. Pengaruh bentuk olahan terhadap mutu protein biji sorgum. Media Penelitian Sukamandi. hlm. 30-34.
- Munarso, S.J., O. Heryanto, dan D.S. Damardjati. 1991. Pembuatan dan karakterisasi tepung jagung ber-

- mutu tinggi. Laporan Penelitian Balittan Sukamandi.
- Munarso, S.J. dan Mudjisihono. 1992.** Pengolahan jagung siap santap. Laporan Penelitian Balittan Sukamandi.
- Richana, N. dan D.S. Damardjati. 1998.** Karakterisasi sifat fisiko kimia biji kacang tunggak (*Vigna unguilata* (L) Walp) dan pemanfaatannya untuk tempe. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 18(1):71-77.
- Richana, N., P. Lestari, N. Chilmijati, dan S. Widowati. 2000.** Karakterisasi bahan berpati (tapioka, garut, dan sagu) dan pemanfaatannya menjadi glukosa cair. Makalah pada Seminar Nasional Industri Pangan. Surabaya, 10-11 Oktober 2000.
- Santosa, B.A.S, S. Widowati, dan D.S. Damardjati. 1993.** Teknologi pengolahan dan produk kacang tanah. Monograf Balittan Malang No. 12.
- Santosa, B.A.S, S. Widowati, dan D.S. Damardjati. 1994.** Evaluasi sifat fisiko kimia tepung dua varietas ubi jalar. Dalam Winarto, A., Y. Widodo, S.S. Anbelina, H. Pudjosantoso, dan Sumarno (Eds.). Risalah Seminar Penerapan Teknologi Produksi dan Pascapanen Ubi Jalar Mendukung Agroindustri. Balittan Malang. hlm. 91-99.
- Santosa, B.A.S, Narta, dan S. Widowati. 1998.** Pengaruh rasio bungkil kedelai dan kacang gude terhadap karakteristik produk tahu. AGRI-TECH 18(2)10-13.
- Sutarto, B.H. 2000.** Tata niaga kedelai dan pengembangan industri tempe. Makalah pada Seminar Masa Depan Industri Tempe menghadapi Millennium Ketiga. Jakarta, 14 Februari 2000.
- Tastra, I.K., E. Ginting, S.S. Antarlina, dan J.S. Utomo. 1997.** Teknologi pascapanen dan pengolahan hasil kacang-kacangan dan ubi jalar. Makalah Balitkabi No. 97-(033-037). Balitkabi, Malang.
- Utomo, J.S., S.S. Antarlina, dan D. Harnowo. 1997.** Granula sebagai alternatif produk antara beberapa klon ubi jalar. Edisi Khusus Balitkabi No. 9.
- Widowati, S. dan D.S. Damardjati. 1986.** Evaluasi mutu tempe gude dan kedelai dalam beberapa formula. Dalam Syam, M. dan Yuswadi (Eds.). Prosiding Penelitian Hasil Tanaman Pangan 1:126-129.
- Widowati, S. dan A. Setyono. 1992.** Beberapa cara pengolahan ubi jalar. Prosiding Temu Alih Teknologi Budi Daya Tanaman Dataran Sedang. Balittan Sukamandi.
- Widowati, S., B.A.S. Santosa, dan D.S. Damardjati. 1994.** Penggunaan tepung ubi jalar sebagai salah satu bahan baku dalam pembuatan bahun. Risalah Seminar Penerapan Teknologi Produksi dan Pascapanen Ubi Jalar Mendukung Agroindustri. Edisi Khusus Balittan Malang 3:115-119.
- Widowati, S. dan D.S. Damardjati. 1996.** Tepung komposit sebagai alternatif diversifikasi produk untuk mempertahankan swasembada pangan. Dalam Syam, M., Hermanto, A. Musaddad, dan Sunihardi (Eds.). Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III. Jakarta/Bogor, 23-25 Agustus 1993. 5:1622-1631.
- Widowati, S., D.S. Damardjati, dan Y. Marsudiyanto. 1996.** Pemanfaatan sorgum sebagai bahan baku industri brem padat. Dalam Sudaryono, A. Sumantri, dan N. Saleh (Eds.). Risalah Simposium Prospek Tanaman Sorgum untuk Pengembangan Agroindustri. Edisi Khusus Balitkabi 4:247-255.
- Widowati, S. 1998.** Budi daya dan pengolahan garut. Makalah pada Semiloka Agroindustri Kerakyatan. Ikatan Alumni ITB. Jakarta, 7 Oktober 1998.
- Widowati, S., B.A.S. Santosa, Lisbetini, dan E. Yustiareni. 1999.** Kajian penggunaan tepung garut untuk substitusi terigu yang difortifikasi dengan tepung kedelai dalam pembuatan mie kering. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan. PATPI dan Kantor Menpangan. hlm. 395-405.
- Widowati, S., B.A.S. Santosa, dan T. Hermiyati. 2000.** Pengaruh rasio madu, gula aren, dan gula pasir serta suhu pemanasan bahan pelapis kacang tanah lemak rendah terhadap mutu produk. Dalam Nuraida et al. (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Teknologi. Surabaya, 10-11 Oktober 2000.
- Winarno, F.G. 2000.** Potensi dan peran tepung-tepungan bagi industri pangan dan program perbaikan gizi. Makalah pada Seminar Nasional Interaktif Penganekaragaman Makanan untuk Memantapkan Tersedianya Pangan. Jakarta, 17 Oktober 2000.
- Yudohusodo, S. 1999.** Peluang usaha dalam sektor agribisnis. Makalah Seminar Strategi Pengembangan Agribisnis Menuju Indonesia Baru. Universitas Nasional. Jakarta.