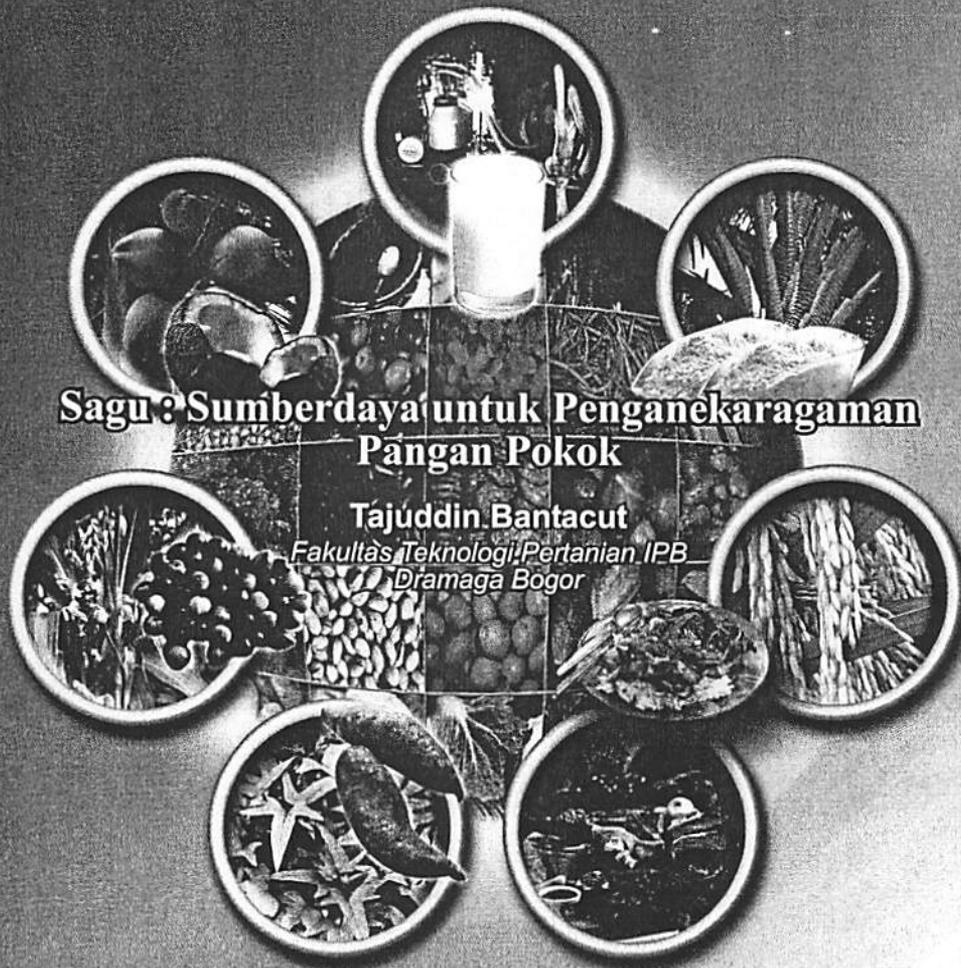


PANGAN

Media Komunikasi dan Informasi

Volume 20, Maret 2011



Sagu : Sumberdaya untuk Penganekaragaman Pangan Pokok

Tajuddin Bantacut
*Fakultas Teknologi Pertanian IPB
Dramaga Bogor*

PANGAN	Vol. 20	No. 1	Hal. 1 - 103	Jakarta Maret 2011	ISSN 0852 - 0607
--------	------------	----------	-----------------	-----------------------	---------------------

PANGAN

Volume 20 Nomor 1, Maret 2011
Diterbitkan berkala empat kali setahun
oleh : Divisi R & D Perum BULOG

Pelindung :

Direktur Utama Perum BULOG.

Penasehat Redaksi :

1. Direksi Perum BULOG
2. Sekretaris Perusahaan

Dewan Penyunting :

1. Prof. Dr. M. Husein Sawit (Ekonomi Pertanian dan Kebijakan Pertanian)
2. Dr. Hariyadi Halid (Pengendalian Hama)
3. Dr. P. Suharno (Pemasaran dan Teknologi Pertanian)
4. Dr. Bambang Djanuardi (Logistik Pangan)
5. Dr. Mohammad Ismet (Ekonomi Pertanian)
6. Ir. Agus Saifullah, M.Sc. (Kebijakan Pangan dan Analisa Harga)

Mitra Bestari :

1. Prof. Hanny Wijaya.
2. Dr. Ir. Tajuddin Bantacut, M.Sc.

Dewan Redaksi :

Ketua :

Ir. S. Djoko Saryono, M.Sc.

Sekretaris :

Ir. Husnul Khatimah R.

Anggota :

1. Ir. Maqdisa, M.M.
2. Eny Cahyaningsih, S.Si.
3. Moh. Gelar Hidayat, S.Si.
4. Nunun Damayanti, S.T.

Sekretariat :

1. Ni Ketut Mulyawati, S.E.
2. Yetrin Lagandesa

Alamat Redaksi :

Divisi R & D, Gd. BULOG I Lt. XI
Jl. Gatot Subroto Kav 49, Jakarta Selatan 12950
Telp. 021-5252209, ext. 2123, 2131, 2133
Fax. 021-5255047
E-mail Address : redaksi@majalahpangan.com
Website : <http://www.majalahpangan.com/>

Sagu : Sumberdaya untuk Penganekaragaman Pangan Pokok

Tajuddin Bantacut

Fakultas Teknologi Pertanian IPB
Dramaga Bogor

ABSTRAK

Perubahan iklim terus berlangsung mempengaruhi produksi pertanian terutama padi. Kekeringan dan banjir telah menjadi fenomena umum yang menyebabkan gagal panen dan penurunan produksi. Situasi ini memaksa manusia untuk tidak bergantung pada bahan pangan yang terbatas. Sagu adalah komoditas yang relatif tidak dipengaruhi oleh iklim dan bencana alam. Tanaman ini juga termasuk sangat efisien dalam menyediakan kalori esensial. Pati sagu dan hasil olahannya telah banyak dikonsumsi baik sebagai pangan pokok maupun kudapan di berbagai daerah terutama masyarakat pesisir atau dataran rendah. Berbagai penelitian telah dilakukan namun belum banyak dimanfaatkan dalam pengolahan pangan berbasis sagu. Untuk meningkatkan konsumsi sagu, berbagai strategi dan program perlu dilakukan. Paper ini membahas berbagai upaya pemanfaatan sagu dalam perspektif ketahanan pangan. Pada bagian akhir dibuat usulan untuk pengembangan sagu sebagai salah satu pangan pokok masyarakat Indonesia.

Kata kunci : sagu, pati sagu

ABSTRACT

Climate that has continuously been changing influences agricultural products, especially paddy. Drought and flood have become common phenomena causing not only harvest failure but also production decline. This situation forces people not to depend on limited food commodity. Sago is one of the commodities that are relatively not influenced by both climate and natural disaster. Moreover, sago is highly efficient in providing essential calories. Sago starch and its processed products have been widely consumed as staple food and snacks in many communities especially those who live in coastal regions or low lands. Even though various researches have been undertaken, the results are not much utilized in processing the sago-based foods. Therefore to improve the level of sago consumption, strategic plans and programs are still needed. This paper discusses several efforts in sago utilization within the perspective of food security. At the end, this paper also proposes a set of recommendations to promote sago as one of the main staple foods of Indonesian people.

Key words : sago, sago starch

I. PENDAHULUAN

Perubahan iklim global dan mikro telah menyebabkan banyak kegagalan panen komoditas pangan terutama padi. Kemarau yang berkepanjangan mengakibatkan kekeringan yang menyebabkan banyak sawah yang puso. Sebaliknya, musim hujan yang

panjang (baca: berlebihan) mengakibatkan banyak lahan sawah yang terendam atau tersapu banjir sehingga gagal panen atau produksi menurun. Kejadian seperti ini akan semakin sering terjadi dan semakin sulit diprediksi (lihat IFRI, 2001). Gagasan untuk mengantisipasi perubahan iklim melalui

pembangunan pertanian adaptif seperti pengembangan varietas padi tahan kekeringan dan banjir masih terbatas wacana. Lebih dari itu, iklim akan terus berubah sejalan dengan perubahan lingkungan dan tataguna tanah global serta tingkat pencemaran yang semakin tinggi. Bencana dan gangguan alam yang semakin sering terjadi mempersulit keadaan pertanian (pangan) di masa mendatang. Oleh karena itu, langkah cermat dan bijak adalah melakukan perubahan arah pembangunan dengan semaksimal mungkin memanfaatkan potensi nyata yang telah disediakan oleh alam (*environmental stewardship*) dan memperbaiki jasa lingkungan (*environmental services*).

Anugerah alam adalah kandungan yang terdapat di dalam bumi dan makhluk yang hidup di atasnya. Keberadaan tanaman dan hewan yang tumbuh dan hidup *spontan* adalah kehendak dan respon ekosistem terhadap keadaan, situasi dan faktor yang mempengaruhinya. Keberadaannya menjadi penyeimbang terhadap dinamika keadaan menuju keseimbangan yang lebih berkelanjutan. Gangguan manusia mempercepat perubahan sehingga keseimbangan terganggu dan membentuk keseimbangan baru yang (sangat) berbeda dari keseimbangan semula. Pertanian adaptif adalah upaya untuk membentuk keseimbangan baru yang jauh berbeda dari keadaan semula sehingga berpotensi terkena ancaman baru yang belum diketahui. Oleh karena itu, pemanfaatan potensi yang ada adalah pilihan yang berisiko katastrof (*environmental catastrophic*) yang paling rendah sehingga lebih berkelanjutan. Dalam perspektif inilah, intensifikasi pendayagunaan sumberdaya tanaman yang belum optimal perlu dilakukan (Singhal, dkk., 2007). Sagu adalah salah satu komoditas penghasil karbohidrat dalam jumlah besar yang tumbuh dalam dinamika ekosistem yang stabil dan berkelanjutan. Lebih dari itu, sagu dapat tumbuh dengan variasi iklim dan kondisi tanah yang tinggi (Ehara, 2009).

Sagu menempati posisi yang sangat strategis dalam sejarah pangan Indonesia terutama bagi penduduk daerah pantai atau

dataran rendah. Orang Maluku dan Papua serta sebagian masyarakat Sulawesi (Utara, Selatan, Tenggara), Kalimantan Tengah, Sumatera Barat, Riau dan Aceh telah terbiasa menggantungkan pangan pokok (sumber karbohidrat) pada sagu (lihat Tabel 2). Beberapa daerah di Aceh sampai sekarang menjadikan sagu sebagai makanan alternatif terutama jika harga beras mahal atau tidak terjangkau. Contoh praktek seperti ini ditemukan dalam kehidupan penduduk Simeulue. Secara tradisional, teknologi pengambilan pati dari batang sagu dan pengolahan pangan sudah berkembang bahkan telah menjadi kearifan (budaya) lokal. Perkembangan tersebut mencakup formulasi pangan dasar dan jajanan untuk memudahkan konsumsi dan memenuhi selera yang berkembang di masyarakat. Peran sagu yang berkembang berabad-abad tersebut secara drastis berkurang selama pemerintahan Orde Baru melalui program pangan berbasis beras yang dianggap lebih mudah didapat dan diproduksi serta praktis dalam transportasi, distribusi dan pengolahan sebagai makanan pokok. Akibatnya, potensi besar yang dimiliki dan terkandung dalam sagu secara perlahan terabaikan (Bantacut, 2010).

Sejarah masyarakat pesisir dengan konsumsi pangan pokok utama sagu menunjukkan bahwa mereka adalah masyarakat yang sehat, kuat dan pelaut yang handal. Walaupun sulit membuktikan bahwa mereka menurunkan generasi yang cerdas dan sehat, tetapi banyak orang pantai yang menjadi ilmuwan, pengusaha, dan pejabat negara dengan prestasi baik. Oleh karena itu cukup alasan bahwa sejarah membuktikan makan sagu baik untuk perkembangbiakan jumlah penduduk dan kualitas kehidupan masyarakat. Hal ini menunjukkan bahwa dari sisi sagu adalah pangan yang mempunyai kualitas sama baiknya dengan bahan pangan pokok lainnya.

Persoalan pangan pokok masih sangat rumit bagi Indonesia. Hal ini memaksa pemerintah dan masyarakat memberi perhatian khusus pada komoditi penghasil karbohidrat. Pusat perhatian pemerintah masih terpusat

pada produksi komoditas pangan sebagai inti pembangunan pertanian. Upaya yang sudah dan sedang dilakukan belum mampu memenuhi kebutuhan pangan baik mutu maupun jumlah. Salah satu kesalahannya adalah memberikan perhatian yang sangat besar tersebut masih terbatas pada beras dan sampai tingkat yang lebih kecil pada ubi kayu, jagung, kentang dan ubi jalar. Secara global, sekitar 50 persen dari asupan kalori dipenuhi dari tanaman yang mengandung pati. Oleh karena itu, diversifikasi sumber karbohidrat ini harus diperluas dengan memanfaatkan semua potensi yang ada.

Banyak ilmuwan dari universitas dan lembaga penelitian memberikan perhatian khusus terhadap sagu mulai dari pemuliaan tanaman, penanaman dan pengolahan hasil (Abd-aziz, 2002; Charoenlap, dkk., 2004 dan Chulavatnatol, 2002). Kemajuan penelitian ini tidak diikuti oleh perkembangan di tingkat praktis dan pasar sehingga potensi besar tersebut belum tampak nyata. Pati adalah kandungan utama yang sangat potensial dapat dihasilkan oleh sagu yang permintaannya telah tumbuh secara cepat untuk mengimbangi pertambahan permintaan pangan dan industri. Penggunaan pati sangat luas dalam industri pangan sebagai pengental, pengisi, dan pengikat; diolah untuk menghasilkan bahan pemanis dan sirup untuk industri minuman, roti, konfeksi, dan produk pangan lainnya, untuk menghasilkan gula dan alkohol yang banyak digunakan dalam industri pangan dan kimia. Namun, faktanya kontribusi sagu masih sangat terbatas.

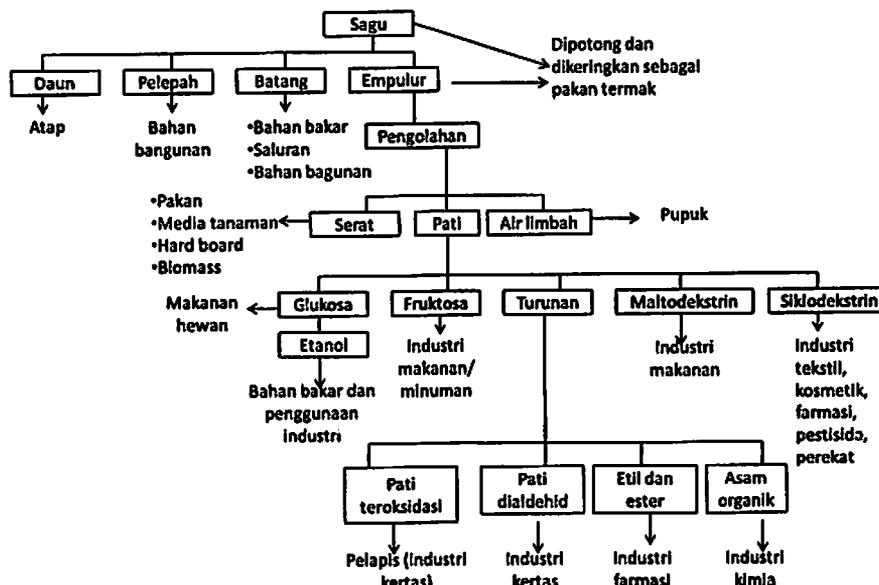
Indonesia harus hati-hati dan cermat dalam mengamati dan memahami produksi pangan pokok dunia, terutama beras yang diperkirakan akan menurun dan digantikan tanaman penghasil karbohidrat lainnya terutama jagung. Hal ini terjadi untuk mengimbangi perkembangan teknologi bahan bakar alternatif dari bioetanol. Dalam situasi seperti ini, diyakini bahwa permintaan terhadap pati akan berlipat ganda di masa yang akan datang. Menimbang perbandingan nilai ekonomis produk akhir, kecukupan pangan

dapat terancam. Keterlambatan dalam merespon perubahan ketersediaan dan keragaman pangan dapat menimbulkan persoalan serius kekurangan pasokan pangan dalam kelimpahan sumberdaya pangan. Oleh karena itu, perkembangan tersebut harus disikapi dengan rencana dan program yang baik sehingga ancaman dapat diubah menjadi kesempatan. Sagu adalah komoditas yang mempunyai kekuatan untuk mengubah ancaman menjadi kesempatan.

II. POTENSI PEMANFAATAN SAGU

Potensi sagu Indonesia sangat besar mencakup sekitar 60 persen luas sagu dunia. Luas areal sagu Indonesia diperkirakan mencapai 1,2 juta ha dengan produksi berkisar 8,4-13,6 juta ton per tahun. Produktivitas pati dapat mencapai 25 ton/ha/tahun dan tertinggi diantara tanaman penghasil pati lainnya (.). Pada kondisi liar produktivitas sagu adalah 7-11 ton aci sagu kering/ha/tahun yang diperoleh dari produksi batang 40-60 batang/ha/tahun dengan berat empulur sekitar satu ton/batang dan kandungan pati sekitar 18,5 persen. Produktivitas rata-rata adalah 100-600 kg pati/batang. Produktivitas ini setara tebu, namun lebih tinggi dibandingkan ubi kayu dan kentang dengan produktivitas pati kering 10-15 ton/ha/tahun. Konsumsi pati sagu dalam negeri hanya sekitar 210.000 ton atau baru 4-5 persen dari potensi produksi. Banyak pihak memperkirakan bahwa tabungan karbohidrat di hutan sagu Indonesia mencapai 5 juta ton pati (Flach, 1977).

Produksi sagu mempunyai manfaat dan kegunaan yang berganda karena semua bagiannya dapat dimanfaatkan (Gambar 1). Secara tradisional daun sagu sudah dimanfaatkan menjadi atap dan dianyam menjadi wadah dan tikar. Batangnya digunakan sebagai bahan bangunan (tiang, dinding, saluran, lantai yang sangat kuat), bahan bakar dan dapat juga dijadikan arang. Ampas sisa pengolahan dapat dijadikan pakan ternak, *hardboard*, bahan bakar, media pertumbuhan tanaman (jamur, tanaman hias) yang kemudian menjadi pupuk (Djoefrie, 1999).



Gambar 1. Pohon Industri Sagu (modifikasi dari Flach, 1983)

Bagian yang paling penting dari sagu adalah bagian tengah batang (empulur atau *pith*) tempat akumulasi pati. Pada sagu dewasa, bagian ini penuh (jenuh) dengan pati hingga ke mahkotanya. Kandungan pati tertinggi pada tanaman muda sesaat sebelum berbunga dan rendah pada saat dan sesudahnya. Pei-Lang, dkk., (2005) merinci bahwa kandungan pati tertinggi pada masa pertumbuhan *angau muda* (berumur sekitar 12,5–13 tahun ketika akan berbunga). Pada saat ini kandungannya sekitar 41 persen. Sebaliknya, kandungan polisakarida non-pati yang tidak larut bertambah pada akhir masa tua. Kandungan lignin berkisar antara 9-22 persen yang berasosiasi dengan hemiselulosa pada dinding sel empulur.

Senyawa terpenting dari tanaman sagu adalah patinya yang dapat dimanfaatkan atau diolah kemudian untuk menghasilkan berbagai macam produk (turunan). Pati sagu telah dijadikan bahan makanan pokok oleh banyak penduduk daerah pantai dalam berbagai bentuk sajian. Pengolahan pati dapat menghasilkan banyak produk, terutama dekstrin dan glukosa. Dekstrin banyak digunakan dalam industri tekstil, industri kosmetik, industri farmasi, industri pestisida,

dan industri perekat. Pemecahan lanjut dari pati akan menghasilkan glukosa yakni bentuk paling sederhana dari gula yang dapat diolah menghasilkan berbagai produk (Abd-aziz, 2002).

Glukosa melalui proses isomerisasi dapat diubah menjadi fruktosa yaitu monosakarida yang lebih manis sehingga dapat digunakan untuk pemanis dalam industri makanan dan minuman. Glukosa adalah bentuk yang paling sesuai untuk dikonversi menjadi alkohol (etanol) melalui proses fermentasi yang banyak digunakan dalam industri kimia dan perkembangan terakhir diarahkan untuk bahan bakar (*biofuel*). Fermentasi lanjut dari alkohol akan menghasilkan berbagai macam asam organik yang banyak digunakan dalam industri kimia. Turunan senyawa lain dapat dibentuk dari gula dan alkohol yang banyak kegunaannya dalam industri kimia.

Fermentasi media padat (*solid state fermentation*) dapat memperkaya kandungan protein pati sehingga baik digunakan untuk pakan ternak. Pati dan turunannya (glukosa) adalah media pertumbuhan mikroorganisme yang baik. Oleh karena itu, secara potensial, pati sagu dapat juga dijadikan media pertumbuhan mikroorganisme untuk

dimanfaatkan protein selnya yang dikenal dengan protein sel tunggal (*single cell protein*).

III. SAGU SEBAGAI PANGAN

3.1. Kelaikan Komposisi dan Sifat Kimia Pati Sagu sebagai Pangan

Komposisi pati sagu adalah 73 persen amilopektin dan 27 persen amilosa (Flach, 1983; Swinkels, 1985). Komposisi kimia tepung sagu dapat dilihat pada Tabel 1. Pati sagu mempunyai daya kembang (*swelling power*) yang tinggi dan suhu gelatinisasi rendah. Pemanasan dalam campuran air dan penambahan garam atau sukrosa, suhu gelatinisasi meningkat. Perlakuan alkali pada konsentrasi lebih tinggi dan waktu yang lebih lama secara efektif menghambat retrogradasi (hilangnya sifat-sifat pati tergelatinisasi). Sifat seperti ini mengisyaratkan bahwa pati sagu merupakan sumberdaya pati yang sangat baik dalam industri pangan baik sebagai pengental, *stabilizer* dan pembentuk gel. Odusanya (2000) menemukan bahwa sifat-sifat tersebut mempunyai penerapan yang luas misalnya dalam pembuatan bioplastik dengan persiapan yang tepat akan menghasilkan sifat yang sangat baik.

Dari kandungan dasar tersebut maka dapat disimpulkan bahwa pati sagu adalah bahan yang dapat menjadi pangan pokok karena kandungan karbohidrat dan kalorinya sangat tinggi. Kandungan amilopektin yang tinggi menjadikan pati sagu mempunyai sifat yang lebih pulen dibandingkan tepung beras. Sebaliknya, pati sagu miskin unsur nutrisi

lainnya seperti protein dan lemak. Dengan demikian, menu yang harus dibangun berbeda dengan bahan pangan pokok lainnya seperti beras dan terigu. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa pemenuhan unsur gizi dengan bahan pangan pokok sagu memerlukan sumber protein yang lebih banyak. Untuk itulah perlu dikembangkan formula pangan dan kontruksi menu sehingga memenuhi syarat kecukupan kalori dan gizi.

3.2. Sagu Untuk Industri Pangan

3.2.1. Makanan Tradisional

Kandungan pati tepung sagu bervariasi menurut varietas dan cara pengolahannya. Untuk kepentingan industri dipersyaratkan kandungan minimal pati adalah 60 persen. Kandungan energi tepung sagu adalah 347 kkal (bandingkan dengan beras 360 dan tepung terigu 376 kkal). Dari segi kalori maka sagu baik dikembangkan untuk makanan modern rendah kalori sehingga dapat membentuk makanan sehat dengan menambahkan protein dan vitamin untuk memperbaiki kandungan gizinya. Makanan berbasis tepung sagu juga rendah lemak sehingga baik untuk penderita obesitas. Dengan demikian, selain sudah digunakan secara luas dan lama, kandungan kalori memungkinkan sagu diperluas menjadi makanan pokok masyarakat.

Secara tradisional, pati sagu dikonsumsi dengan mencampurkan air panas dan diaduk sehingga berbentuk adonan. Kemudian, adonan ini dimakan dengan lauk pauk atau diolah terlebih dahulu. Bentuk lain adalah

Tabel 1. Komposisi kimia dalam 100 gram tepung sagu (basis berat kering)

Komposisi kimia	Sumber	
	Rudle, dkk., (1978)	Djoefrie (1999)
Karbohidrat (%)	97.26	98.49
Protein	0.27	0.81
Serat Kasar (g)	0.41	0.23
Lemak	Sedikit	0.23
Abu	-	0.46
Kalsium	0.04	-
Besi	0.009	-
Air	36.99	15.87
Kalori (kkal)	285	357

adonan dibentuk lempeng lalu dipanggang. Sebagian orang menambahkan bahan lain (seperti kacang tanah atau parutan kelapa) dalam campuran lempeng sehingga kandungan gizinya lebih kaya dan rasanya lebih enak. Masyarakat pesisir telah mengkonsumsi ini dalam sejarah yang amat panjang (Flach, 1977). Oleh karena itu, sagu seharusnya dikembangkan menjadi pangan pokok, paling tidak untuk masyarakat pesisir. Papua dan Maluku secara menyeluruh sesungguhnya dapat bergantung pada tanaman ini sebagai bahan pangan pokok (Kanro, dkk., 2003).

Produk pangan sagu mempunyai berbagai kelebihan dibandingkan dengan komoditas

lain. Hal ini dapat memberikan manfaat yang lebih besar bagi kelompok tertentu atau sebaliknya justru tidak baik. Manfaat dan keunggulan aneka makanan yang berasal dari sagu, baik dalam bentuk *kudapan* maupun olahan yang berasal dari mie sagu, antara lain: (i) dapat memberikan efek mengenyangkan, tetapi tidak menyebabkan gemuk, (ii) mencegah sembelit dan dapat mencegah risiko kanker usus, dan (iii) tidak cepat meningkatkan kadar glukosa dalam darah (indeks glikemik rendah) sehingga dapat dikonsumsi oleh penderita *diabetes melitus*. Pangan tradisional yang telah berkembang dan banyak dikonsumsi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Makanan Lokal yang Dibuat dari Sagu

Jenis dan Fungsi Makanan	Asal Daerah	Cara Pembuatan
Papeda	Maluku dan Papua	Aci sagu diaduk dalam air dingin sehingga membentuk suspensi kemudian disiram air panas hingga mengental dan warna berubah. Pengadukan dihentikan jika warna sudah merata.
Kapurung	Sulawesi Selatan	Aci diaduk dalam air dingin kemudian dikentalkan dengan air panas. Pasta dibentuk menjadi bulatan kecil dengan sumpit bambu dengan cara memutar pasta. Pasta dicampur dengan lauk berupa ikan, udang dan sayuran
Sagu lempeng	Papua dan Maluku	Bongkahan aci digosok-gosok di atas ayakan. Hasil ayakan bongkahan tersebut diayak lagi untuk mendapatkan aci remah dan halus yang siap dimasak. Aci dimasak dengan menggunakan disebut <i>forma</i> (alat memasak di Maluku). Sagu remah dimasukkan ke dalam <i>forma</i> yang sebelumnya sudah dipanaskan, kemudian ditutup daun pisang dan ditindih dengan papan pemberat selama 15-20 menit sampai aci di dalamnya masak.
Buburnee	Maluku	Aci sagu basah dibuat menjadi remah dan halus seperti pada pembuatan sagu lempeng, kemudian dibuat butiran-butiran dengan menggoyang-goyangkan aci di atas tampah atau kantong kain. Butiran-butiran aci tersebut disangrai di atas kuai sampai berwarna putih kekuning-kuningan atau agak kecokelatan
Bagea	Maluku dan Sulawesi	Aci sagu dibungkus dengan daun pisang atau daun sagu lalu dipanaskan di dalam belanga. Untuk menambah nilai gizinya, aci sagu dicampur dengan telur, kenari, dan garam
Ongol-ongol	Maluku, Papua, Sulawesi, dan Jawa Barat	Cara pembuatannya hampir sama dengan papeda, tetapi pada pembuatan ongol-ongol dicampur dengan gula merah

Sumber : Haryanto dan Pangloli (1992).

3.2.2. Pangan Pokok Potensial

Untuk mempertimbangkan kemungkinan dapat tidaknya pati sagu dikembangkan dalam bentuk lain sebagai bahan pangan pokok didasarkan pada perbandingan nilai pangannya, terutama kandungan karbohidrat dan kalori. Ekstraksi pati mempunyai kandungan kalori yang setara dengan 0,98 kalori beras, tetapi dalam bentuk tepung nilainya adalah 0,67. Dalam basis berat kering, maka nisbah ini menjadi lebih tinggi yakni tepung beras dengan pati sagu adalah relatif sama. Hal ini dibedakan oleh kandungan karbohidrat dan air. Perbandingan ini menunjukkan bahwa sagu berpotensi serta layak dan sangat mungkin dijadikan bahan pangan pokok termasuk bagi mereka yang terbiasa makan nasi. Demikian juga dibandingkan dengan bahan pangan pokok lainnya seperti tepung cassava, tepung sukun bahkan terigu dan jagung kuning (Tabel 3).

Sohun

Sohun dan mie adalah produk pangan (pokok) yang dapat dibuat dari pati sagu. Mutu pati untuk kebutuhan ini tertentu sehingga memerlukan pengadaan yang rumit. Produksi sohun secara nasional masih relatif kecil yakni 80.000 ton/tahun. Permintaan dalam negeri terus bertambah dan luar negeri juga meningkat. Oleh karena itu, pasar untuk sohun sangat potensial. Lebih dari itu, kalau dapat dikembangkan sohun berbahan baku pati sagu

maka persaingan sangat kecil. Sebagai catatan, Indonesia masih mengimpor sohun (berbahan baku tepung beras) dari berbagai negara (terutama China) (Bank Indonesia, 2007).

Edible Film

Pelapis (penyalut) yang dapat dimakan (*edible films*) dapat dibuat dari pati sagu. Pengolahan dan pencampuran bahan tambahan yang sesuai dapat menghasilkan lapisan pembungkus (*film coating*) yang sangat baik. Pelapis ini dapat dibuat dari berbagai macam polisakarida, protein, dan lipida. Kelebihan yang diperoleh adalah biodegradabel, edibilitas, biokompatibilitas, tampilan yang menarik, dan dapat menahan gangguan oksigen dan fisik. Terkait dengan sifat biodegradabel, pati adalah bahan baku yang paling banyak digunakan karena terbarukan, tersedia secara luas, mudah ditangani, dan murah (Lourdin, dkk., 1995). Penyalut bertujuan untuk meningkatkan penerimaan konsumen kepada produk makanan yang tersedia. Produk yang dibungkus menjadi lebih menarik dan lebih berat, dapat mempertahankan konsistensi bentuk serta memperbaiki rasa, aroma, dan perisa.

Mutiara Sagu

Mutiara sagu adalah produk yang cukup populer di kawasan Asia Tenggara, termasuk di Indonesia. Berbentuk butiran (terkadang berwarna warni) yang banyak digunakan untuk

Tabel 3. Komposisi Zat Gizi Utama Beberapa Komoditas Berpotensi Sebagai Sumber Karbohidrat Hasil Perhitungan Basis Kering *)

Komoditas	Kadar (% , bk)				
	Air	Karbohidrat	Protein	Lemak	Energi (Kalori)
Tepung Beras	13,0	90,69	7,82	0,80	401,26
Tepung Terigu	12,0	87,84	10,11	1,48	405,11
Ubikayu	60,0	94,75	2,00	0,75	393,75
Jagung	24,0	83,68	10,39	4,47	416,58
Ubijalar	68,5	88,57	5,71	2,22	397,14
Kentang	64,0	93,61	2,50	1,11	394,44
Sagu	24,2	100,11	0,82	0,00	403,69

*)Diolah dari berbagai sumber

membuat bubur, kolak dan sejenisnya. Thailand dahulu sangat terkenal sebagai produsen sekaligus eksportir mutiara sagu, namun sekarang mereka kesulitan bahan baku. Sebagai gantinya, mereka membuat mutiara *cassava* yakni dari tepung tapioka. Kelebihan produk ini adalah mudah dibuat dari pati basah atau adonan. Secara teknologi pembuatan mutiara sagu sangat mudah, tetapi untuk sepenuhnya dapat menjadi makanan pokok perlu perbaikan tekstur, rasa dan pengembangan menu.

Roti dan Biskuit

Pati sagu secara kimia dapat dibuat menjadi berbagai jenis roti, biskuit dan *pancake*. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk membuat pelbagai macam roti dan biskuit dengan hasil yang baik dan dapat diterima. Permasalahannya adalah konsumen selalu membandingkannya dengan produk sejenis dari terigu. Pengembangan makanan ringan dari sagu dapat menambah kegunaan hilir sagu. Untuk itu perlu dilakukan pengenalan sehingga terbiasa dan dapat menerima. Di sisi lain, penelitian perlu dilakukan untuk lebih memperbaiki tekstur serta karakter produk sehingga lebih dekat dengan produk serupa yang dibuat dari terigu, seperti pudding dan bahan dasar pembuatan *jelly*.

Lainnya

Sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya sifat dasar yang dimiliki oleh pati

sagu dibentuk oleh komposisi kandungan karbohidratnya. Dengan demikian secara potensial semua produk yang dapat dibuat dari pati pasti dapat dibuat dari pati sagu. Hasil akhir tentu akan berbeda tergantung kepada sifat fisiko-kimia (reologi, fungsional) dari pembandingannya. Tabel 4 memperlihatkan potensi tersebut.

Mie sagu dapat diolah menjadi berbagai menu masakan seperti mie sagu goreng, mie sagu rebus dan mie sagu kuah. Produk ini mempunyai keunggulan tidak mengandung gluten (*gluten free food*) sehingga selain sebagai pangan pokok juga mempunyai prospek untuk dikembangkan sebagai pangan untuk penderita autisme. Penambahan daging atau ikan akan memenuhi kebutuhan protein. Sayuran dapat ditambahkan untuk mencukupi vitamin dan serat.

Sagu mutiara dapat dijadikan berbagai produk olahan yang dapat juga diperkaya dengan kacang-kacangan untuk memenuhi protein. Konsumsi dengan buah akan memenuhi kebutuhan vitamin dan serat.

Papeda dapat dikonsumsi dengan sup ikan atau pepes ikan. Sup daging juga dapat serasi dengan papeda. Sayuran dapat ditambahkan untuk membuat cita rasa baru sekaligus peningkatan konsumsi serat dan vitamin. Menu penutup yang biasa dikonsumsi seperti *desert* dapat memperkaya menu ini.

Tabel 4. Tipikal Makanan dengan Pati

Jenis makanan	Jenis makananan
Puding instan untuk bayi	Saus <i>barbecue</i>
Minuman soup instan	Jeli minumam
Permen karet	<i>Brown gravy mix</i>
<i>Soup</i> kalengan	Es krim rendah lemak
Kacang berpelapis	Yogurt rendah lemak
Gula konveksi	<i>Pie</i> daging/ayam
<i>Perisa</i> makanan berkemasan	Pengisi <i>pie</i> atau buah
Kudapan dari buah	<i>Hot dog</i>
Saus Spaghetti	<i>Bologna</i>

Sumber : Huang (1995)

IV. TEPUNG SAGU SEBAGAI *VEHICLE* PANGAN POKOK

Dari uraian di atas dapat digambarkan bahwa perbandingan sago dengan komoditas lain serta potensi sago untuk pangan belum mampu mengeliminasi kesan bahwa sago adalah komoditas minor. Perbandingan yang netral adalah jika semua komoditas diubah menjadi tepung (atau pati) maka pembedanya adalah sifat, karakteristik dan nilai komponen utamanya. Fakta menunjukkan bahwa upaya diversifikasi yang paling berhasil adalah *introduksi* tepung terigu. Keberhasilan ini harus dibayar mahal yaitu ketergantungan pada produk impor. Sampai saat ini tepung terigu komersial yang ada seratus persen impor. Tahun 2008 impor tepung terigu sudah mencapai 6 juta ton, suatu angka yang sangat besar dan mengawatirkan. Pengurusan devisa yang sangat besar belum sebanding dengan dampak jangka panjang yang akan melanda yakni keterbatasan pasokan dunia yang memungkinkan Indonesia tidak mendapatkan jatah untuk mengimpor. Bila hal itu terjadi, maka dapat dibayangkan betapa besarnya keresahan sosial dan kehancuran ekonomi yang dapat ditimbulkannya.

Perbandingan kalori dan beberapa sifat tepung lainnya dapat dilihat pada Tabel 5. Dari sisi kandungan karbohidrat dan kalori tidak ada perbedaan yang nyata antara tepung dari berbagai sumber karbohidrat bahkan dibandingkan dengan tepung terigu. Perbedaan hanya pada kandungan proteinnya. Hal ini dapat disiasati dengan membuat tepung komposit melalui penambahan tepung dari berbagai kacang-kacangan sumber protein. Penambahan tepung kedele dan kacang tanah dapat meningkatkan kandungan protein dan

lemak. Penggunaan metode optimasi untuk mengatur dan dapat membantu menentukan komposisi yang tepat. Namun demikian, uji sifat-sifat fungsional dan reologis perlu dilakukan untuk memastikan bahwa sifat penyerta tepung tersebut dapat diperbaiki.

Bentuk tepung atau pati memudahkan modifikasi dan pengolahan lanjut termasuk fortifikasi dengan berbagai zat gizi yang diinginkan. Bentuk tepung juga mempermudah dan memperlama masa atau daya tahan penyimpanan hingga berbulan-bulan, bahkan hingga tahunan. Pada tingkat praktis, bentuk tepung akan mempermudah transportasi dan mempermudah penggunaan mengolahnya menjadi berbagai jenis makanan siap saji dan menyesuaikannya dengan selera masing-masing.

Teknologi pengolahan tepung dan pati sangat sederhana dan murah serta pada umumnya sudah dikenal dan dipraktikkan secara tradisional dan luas dalam masyarakat. Perbaikan dengan sentuhan teknologi dapat dilakukan untuk menghasilkan kualitas tepung dengan konsistensi mutu yang diinginkan. Lebih dari itu, penerapan nano-teknologi memungkinkan semua tepung mempunyai sifat yang sama sesuai dengan yang diharapkan. Teknologi tradisional tepung *oyek* (cara pengolahan tradisional tepung ubikayu dengan cara fermentasi sudah dilakukan oleh petani) mempunyai kelemahan yakni kualitas tepungnya tidak konsisten. Penyempurnaan teknologi tersebut dapat dilakukan dengan penggunaan starter dan proses baku dan dikenal dengan nama tepung *mocal* dan tepung *bimo* yang mampu menghasilkan tepung dengan kualitas yang baik dan konsisten.

Tabel 5. Komposisi zat gizi utama berbagai tepung sumber karbohidrat

Tepung	Kadar (% , bb)				Energi (Kalori)
	Air	Karbohidrat	Protein	Lemak	
Beras	12	80	7	0,5	359,7
Tepung Terigu	12	77,3	8,9	1,3	348,4
Tepung Ubikayu	13	85,3	1	0,4	345,2
Tepung Jagung	14	73,7	0,3	0	302,3
Pati Sagu	14	84,7	0,7	0,2	347,72

*) Diolah dari berbagai sumber

V. POTENSI PANGAN POKOK NASIONAL BERBASIS SAGU

Berdasarkan kecukupan kalori maka konsumsi tidak hanya berbanding lurus dengan jumlah bahan pangan pokok. Kalori juga diperoleh dari bahan pangan penunjang, pembangun dan penguat seperti protein, lemak dan vitamin. Konsumsi beras Indonesia (sampai dengan 139,15 kg/kapita/tahun) lebih tinggi dari Jepang (60 kg), Malaysia (80 kg), dan Thailand (90 kg) (Suryana, 2009). Artinya, keragaman pangan pokok masyarakat Indonesia masih sangat terbatas dan sebagian besar kebutuhan kalori sebesar 2000Kal/kapita/hari dipenuhi dari beras. Oleh karena itu diperlukan perubahan pola dan komposisi makan. Perubahan ini memerlukan waktu yang lama karena sangat bergantung pada banyak faktor antara lain tingkat pendidikan, pendapatan dan akses terhadap bahan pangan.

Perbandingan kalori beras dan sagu sangat mengesankan yaitu 359,7 berbanding

347,72 atau setiap satu kg beras setara dengan 1,04 kg tepung sagu. Kebutuhan konsumsi per kapita tepung sagu adalah 135,2 kg/kapita/tahun diperoleh dari kesetaraan kandungan kalori terhadap 130 kg beras/kapita/tahun. Berbasis pada kandungan kalori dan produktivitas maka diperoleh perbandingan luas panen yang diperlukan untuk setiap orang dalam memenuhi kebutuhan kalori. Kebutuhan luas sangat besar jika beras dijadikan satu-satunya sumber bahan pokok, yakni satu hektar panen padi hanya mampu memenuhi kebutuhan 25 orang. Dengan nilai kesetaraan ini, maka untuk penduduk 270 juta diperlukan sawah seluas enam juta hektar atau luas panen sekitar 12 juta hektar. Sebaliknya, sagu hanya memerlukan sekitar 2,2 juta hektar, sehingga total luas yang diperlukan adalah dua juta hektar. Dari asumsi ini, maka sagu jauh lebih unggul dibandingkan beras (Tabel 6).

Tabel 6. Perbandingan Beras dan Tepung Sagu dalam Menopang Pangan

Parameter	Beras	Sagu
Konsumsi (kg/kapita/tahun)	130	135
Produktivitas (ton/ha) ^a	3	25
Kebutuhan luas panen (ha/orang/tahun)	0,043	0,0054
Penduduk Indonesia sekarang (juta orang)	230	230
Kebutuhan konsumsi Indonesia (ton)	29.900.000	33.750.000
Kebutuhan luas panen Indonesia (ha)	9.890.000	1.350.000
Kebutuhan luas (ha/tahun) ^b	4.945.000	1.350.000
Penduduk tahun 2030 (juta orang)	270	270
Kebutuhan luas lahan 2030 (ha)	5.805.000	1.584.000
Persyaratan lahan	Subur dan beririgasi	Rawa atau pantai
Jenis lahan	Terutama sawah	Lahan basah
Konsumsi air	Sangat tinggi	Tinggi
Pengaruh iklim	Sangat tinggi	Rendah
Penggunaan pupuk	Sangat tinggi	Rendah
Gangguan hama dan pestisida	Sangat Tinggi	Rendah

^aDengan budidaya intensif

^bAsumsi padi panen dua kali/tahun dan sagu 40 pohon/ha/tahun

BPS (2009) mencatat bahwa luas panen tahun 2007 mencapai 12.147.637 hektar dengan produksi sebesar 57.157.435 ton atau setara dengan 34.294.461 ton beras. Faktanya saat itu produksi dalam negeri tidak dapat memenuhi kebutuhan secara menyeluruh. Oleh karena itu, penggunaan angka luas dan produktivitas harus sering dikoreksi. Dalam perkiraan, luas panen yang diperlukan untuk tahun 2030 adalah berdasarkan produktivitas 3 ton beras/ha/panen. Apabila pilihan ini dijadikan upaya pemenuhan kebutuhan pangan nasional, maka diperlukan berbagai program strategis dan pokok seperti rehabilitasi lahan, pembangunan irigasi, pengembangan bibit unggul, pengelolaan lahan, pemeliharaan dan penanganan pasca panen yang memerlukan upaya dan dana yang sangat besar.

Dari perbandingan tersebut dapat diketahui bahwa sagu memiliki banyak kelebihan dalam bentuk kemudahan, produktivitas dan biaya yang diperlukan untuk mengembangkan dan meningkatkan produksi. Tingkat produktivitas padi yang diasumsikan (6 ton beras/ha/tahun) adalah target yang sulit dicapai. Perubahan iklim yang sangat tidak menentu menyulitkan perencanaan produksi optimal sepanjang tahun. Musim hujan yang menyediakan air berlebih sudah tidak dapat lagi dikonservasi karena keterbatasan lahan untuk bendungan. Akibatnya, pada musim kemarau lahan tidak dapat lagi ditanami karena kekurangan air. Perubahan yang terus berlanjut menuju tingkat ketidakteraturan yang semakin tinggi mengisyaratkan bahwa air akan menjadi faktor pembatas dan "perusak" produksi padi sawah. Menggantungkan pangan masa depan pada beras adalah menempatkan nasib rakyat pada fondasi yang sangat rapuh. Gangguan iklim dan bencana alam adalah isyarat yang harus dimaknai dengan hati-hati agar tidak terjadi gagal panen dan kekurangan pangan yang sewaktu-waktu akan datang tanpa pemberitahuan lebih dahulu.

Pemanasan global tidak hanya merubah pola iklim dan mempengaruhi ketersediaan air, tetapi juga mempengaruhi produktivitas

tanaman. Suhu yang meningkat merubah kapasitas tanaman dalam melakukan fotosintesa terkait dengan konsentrasi karbondioksida yang berlebih dan bercampur dengan pencemar lainnya. Hujan asam akan merubah pH air yang berarti terjadi perubahan daya larut air. Permukaan daun yang terkena air hujan asam juga terganggu. Dengan demikian, perubahan besar yang terjadi akan membawa dampak yang besar pula dalam produksi bahan pangan khususnya padi. Masa depan menjadi tidak lagi dapat diperkirakan sehingga perlu kembali kepada kaedah umum yakni semakin beragam bahan pangan semakin tinggi ketahanan pangan dari berbagai gangguan.

Dengan pemahaman tersebut, maka diversifikasi bahan pangan pokok menjadi keharusan. Sagu adalah pilihan yang paling baik karena selain sudah dikenal juga mudah diperbaiki semua aspek produksinya (produktivitas dan perluasan), penerimaan (modifikasi olahan) dan pembiayaan. Bahkan, dari pengalaman di masyarakat pesisir di masa lalu hingga sekarang, sagu – dapat dijadikan pangan pokok tunggal sebagaimana bangsa Indonesia mengkonsumsi beras selama ini.

Kebutuhan bahan pangan pokok yang setara dengan 33.750.000 ton tepung sagu sesungguhnya hampir dapat dipenuhi dari luas hutan sagu yang sudah ada. Andaikan produksi sagu terbuang yang diperkirakan mencapai 5 juta ton per tahun dapat dimanfaatkan adalah setara dengan 4,8 juta ton beras, maka impor beras sudah tidak perlu dilakukan. Potensi ini harus dimanfaatkan secara terencana, terprogram dan bertahap untuk membangun ketahanan pangan yang hakiki yakni tidak hanya tahan terhadap perubahan parameter ekonomi dan usaha tani, tapi juga tahan terhadap perubahan iklim dan bencana alam.

VI. HAMBATAN

Hambatan utama menjadikan sagu sebagai bahan pangan pokok adalah persoalan sosiologis, psikologis dan sampai tingkat tertentu fisiologis. Secara sosial, makan sagu

dianggap tidak patut atau tidak pantas karena sulit diperoleh dan dipersiapkan. Pandangan ini sesungguhnya dapat dirubah melalui pengembangan produk pangan pokok berbasis sagu yang lebih menarik dan lebih mudah didapat. Penyuluhan yang memadai diharapkan dapat merubah pola pikir dan persepsi terhadap semua bahan pangan.

Sejalan dengan persoalan sosiologis, maka secara psikologis sulit menerima makanan kelas rendah menjadi menu utama. Hal ini juga dipengaruhi oleh wawasan global dimana sagu dikonsumsi terbatas. Upaya perluasan konsumsi dan peningkatan "derajat" sagu melalui promosi yang intensif dan memadai yang diikuti dengan pengembangan teknologi pengolahan dan penyajian yang memadai akan dapat merubah pandangan tersebut. Hal ini ditujukan juga untuk memudahkan cara penyajian dan penyajian dengan komposisi menu yang dibentuk dari keserasian rasa, aroma, tekstur dan kebiasaan masyarakat.

Secara fisiologis daya terima tubuh terhadap asupan makanan baru perlu penyesuaian dan pengenalan yang memadai. Konsumsi jumlah kalori yang sama dapat menimbulkan efek kenyangan yang berbeda. Namun faktanya bahwa banyak orang yang dapat bertahan dan tumbuh berkembang dengan memakan sagu maka persoalan ini hanyalah kebiasaan yang memerlukan masa pengenalan.

Perihal tersebut di atas menyebabkan potensi yang besar dan produktivitas yang tinggi belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Faktor lain yang mempengaruhinya, diantaranya (Bantacut, 2010): (i) budidaya belum berkembang dengan baik sehingga sebagian besar masih diperoleh dari sagu liar, (ii) pengolahan primer (ekstraksi) sagu sebagian besar masih dilakukan secara tradisional menggunakan peralatan sangat sederhana sehingga efisiensi sangat rendah (Ellen, 2008), (iii) penggunaan sebagai bahan pangan dan industri belum berkembang sehingga memerlukan proses pengenalan dan

sosialisasi yang terencana, dan (iv) potensi pasar yang besar belum dimanfaatkan.

VII. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Sagu adalah komoditas yang sangat potensial untuk menjadi bahan pangan pokok serta bahan baku industri berbasis pati karena sudah dikenal dan berkembang dalam masyarakat. Potensi sagu yang sangat besar harus dimanfaatkan untuk tujuan kemandirian Indonesia dalam bidang pangan. Jika pembangunan sagu secara terpadu dapat dijalankan maka persoalan ketahanan pangan merupakan prihal yang sangat mudah dikembangkan. Pangan Indonesia akan sangat tahan terhadap gangguan ekonomi, usaha tani, perubahan iklim dan bencana alam.

Penelitian dan pengembangan yang sudah berjalan selama ini perlu diperluas hingga mencakup pengolahan pangan yang lebih dapat diterima, mudah dan praktis dikerjakan serta komposisi menu yang memenuhi cita rasa yang sesuai dengan selera masyarakat. Oleh karena itu, pengembangan sagu tidak dapat dilakukan secara "alamiah" tetapi harus terencana, terprogram dan terpadu. Terencana maknanya adalah jelas produk dan pasarnya sehingga nilai tambah yang dibentuk dapat mensejahterakan masyarakat (perdesaan).

Terprogram dimaksudkan bahwa peran pemerintah tidak cukup sekedar regulator dan fasilitator, tetapi harus terlibat secara aktif dalam menggerakkan pemanfaatan sagu terpadu dan berkelanjutan mulai dari hulu hingga hilir. Pemerintah mempunyai tanggungjawab yang besar dalam merubah persepsi pangan pokok dari beras menjadi karbohidrat. Dengan demikian diharapkan terjadi perubahan pola konsumsi sehingga permintaan beras menurun sehingga subsidi yang selama ini sangat besar dapat digunakan menjadi dana pembangunan sagu.

Terpadu adalah kunci untuk pengembangan sagu yang secara teknis dan ekonomis layak. Pengembangan hulu (pembibitan, penanaman dan pengambilan pati) harus

memperhatikan hilir (pasar). Kriteria berbeda akan mewarnai pilihan varietas, cara pengolahan dan pemutuan sesuai dengan produk akhir yang akan dihasilkan. Hal ini perlu dikaitkan dengan penggunaan hilir dan pengembangan pangan pokok dan menu berbasis tepung sago dengan komposisi gizi yang seimbang, dapat diterima dan memenuhi cita-rasa yang serasi.

Pengenalan dan promosi harus dilakukan secara luas dengan memanfaatkan semua jaringan media masa baik cetak, elektronik maupun maya perlu dilakukan. Media massa utama seperti televisi, radio dan koran sudah harus dimulai dan digalakkan dari sekarang. Acara *talk show* pertanian yang sudah dimulai sejak pemerintahan yang lalu perlu ditingkatkan dengan fokus pada diversifikasi pangan akan sangat berarti bagi kemandirian dan kedaulatan pangan Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-aziz, S. 2002. Sago starch and its utilisation, *Journal of Bioscience and Bioengineering* 94 (6): 526–529.
- Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia. 2007. Tanaman Sagu sebagai Sumber Energi Alternatif. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* (29)4. Jakarta.
- Bank Indonesia. 2007. Pola Pembiayaan Usaha Kecil Syariah (PPUK-Syariah) Industri Sohun. Direktorat Kredit, BPR dan UMKM, Bank Indonesia. Jakarta.
- Bantacut. 2010. Perspektif Pemanfaatan Hasil Sagu. Paper disampaikan pada Seminar dan Lokakarya Nasional Sagu: Percepatan Pengembangan Sagu Sebagai Bahan Pangan dan Bioenergi Berwawasan Lingkungan. Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB. IPB Convention Center, Bogor 14 Oktober 2010.
- BPS, 2009. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik Indonesia, Jakarta.
- Charoenlap, N., S. Dharmsthiti, S. Sirisansanee-yakul, and S. Lertsiri. 2004. Optimization of Cyclodextrin Production from Sago Starch. *Bioresource Technology* 92:49–54
- Chulavatnatol, M. 2002. Starch Utilization in Asia *in* Kainuma, K., M. Okazaki, Y. Toyoda, and J.E. Cecil (eds.). *Proceedings of the International Symposium on Sago*. Tokyo, Japan:
- Cousidine, D. M. 1982. *Foods and Food Production Encyclopedia*. John Wiley Inc., NY.
- Ditjen P2HP. 2008. *Profil Investasi Bioenergi*. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Djoefrie, M.H.B. 1999. Pemberdayaan Tanaman Sagu Sebagai Penghasil Bahan Pangan Alternatif dan Bahan Baku Agroindustri Potensial Dalam Rangka Ketahanan Pangan Nasional. Fakultas Pertanian, IPB. Bogor.
- Ehara, H. 2009. Potency of Sago Palm as Carbohydrate Resource for Strengthening
- Ellen, R. 2008. Distribution and variation in sago extraction equipment: convergent and secondary technologies in island Southeast Asia. *Archaeol Oceania* 43: 62-74
- Flach, M. 1977. Yield potential of the sago palm and its realization *In* M.A. Tankooling (Ed.), *Sago '76: Papers of the first International Sago Symposium*, Kuala Lumpur (pp.157–177).
- Flach, M. 1983. *The Sago Palm: Domestication, Exploitation and Products*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Food Security Program. *J. Agron. Indonesia* 37 (3): 209 – 219
- Haryanto, B. dan P. Pangloli. 1992. *Potensi dan Pemanfaatan Sagu*. Kanisius, Yogyakarta.
- Hermansson, A. M. and K. Svegmarm. 1996. *Trends in Food Science and Technology* 7: 345-353.
- Huang, D. P. 1995. New Perspectives on Starch and Starch Derivatives for Snack Applications National Starch and Chemical Company Bridgewater, New Jersey. Reprinted from the August 1995 issue of CEREAL FOODS WORLD.
- IFRI, 2001. Sustainable Food Security For All by 2020. International Food Policy Research Institute. Washington, D.C.
- Ishizaki, A. 1997. Concluding Remarks for the Sixth International Sago Symposium at Riau, Indonesia. *Sago Communication* 8 (pp. 22–25). Japan: Tsukuba Sago Fund.
- Kanro, M. Z., A. Rouw, A. Widjono, Syamsuddin, Amisnaipa, dan Atekan. 2003. Tanaman Sagu dan Pemanfaatannya di Propinsi Papua. *Jurnal Litbang Pertanian* 22(3): 116-124

- Karim, A. A., A. T. Pei-Lang, D.M.A. Manan, and I.S.M. Zaidul. 2008. Starch from the Sago (Metroxylon sago) Palm Tree—Properties, Prospects, and Challenges as a New Industrial Source for Food and Other Uses. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* Vol.7
- Lang, A.T., A.M.D. Mohamed and A.A. Karim. 2006. Sago Starch and Composition of Associated Components in Palms of Different Growth Stages. *Carbohydrate Polymers* 63 (2): 283–286.
- Lourdin, D., D. Valle, and P. Coobba. 1995. Influence of Amylase Content on Starch Films and Foams. *Carbohydrate Polymers* 27:261–70.
- Mohamed, A., B. Jamilah, K.A. Abbas, R. A. Rahman and K. Roselina. 2008. A Review on Physicochemical and Thermorheological Properties of Sago Starch. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3 (4): 639–646.
- Naylor, R., Liska, A.J., Burke, M.B., Falcon, W.P., Gaskell, J.C., Rozelle, S.D. & Cassman, K.G. 2007. The Ripple Effect : Biofuels, Food Security, and The Environment. *Environment* 49(9): 31–43.
- Odusanya, O.S., U.S. Ishiaku, B.M.N. Azemi, B.D.M. Manan, and H.W. Kammer. 2000. On Mechanical Properties of Sago Starch/Poly (ϵ -caprolactone) Composites. *Polymer Engineering and Science*, June 40 (6): 1298–1305.
- Pei-Lang, A.T., A.M.D. Mohamed and A.A. Karim. 2005. Sago Starch and Composition of Associated Components in Palms of Different Growth Stages. *Carbohydrate Polymers* 63 (2006) 283–286.
- Radley, J.A. 1976. The Minor Starches of Commerce: The Manufacture of Rice, Arrowroot and Sago Starch, *Starch production technology*, Applied Science Publishers Ltd, London (1976), pp. 229–246.
- Rajagopal, D. S.E.Sexton, D. Roland-Host, and D. Zilberman. 2007. Challenge of Biofuel: Filling The Tank Without Emptying The Stomach? *Environmental Research Letters*, 2, 30 November.
- Rudle, K., D. Johnson, P. K. Townsend and J.D. Ress. 1978. *Palm Sago: A tropical starch from Marginal Lands*. An East – West Center Book, Honolulu.
- Singha, R.S., J. F. Kennedy, S. M. Gopalakrishnan, A. Kaczmarek, C. J. Knill, and P. F.Akmar. 2007. Review: Industrial Production, Processing, and Utilization of Sago Palm-Derived Products. *Carbohydrate Polymers* 72 (2008) 1–20
- Suryana. A. 2009. Dukungan Kebijakan Pengembangan Industri Tepung Cassava. Paper dipresentasikan pada Lokakarya Nasional Akselerasi Industrialisasi Tepung Cassava untuk Memperkokoh Ketahanan Pangan Nasional. Balai Kartini, 9 Mei 2009, Jakarta.
- Swinkels, J. J. M. 1985. Sources of Starch, its Chemistry and Physics. In G. M. A. Van Beynum & J. A. Roels (Eds.), *Starch Conversion Technology* (pp. 15–45). New York: Marcel Dekker, Inc.
- Tombs, M.P. and S.E. Harding. 1998. Some Bacterial and Synthetic Polysaccharides in Tombs, M.P. and S.E. Harding (Eds.). *An Introduction to Polysaccharide Biotechnology*. Taylor and Francis, USA, pp.165–171.
- Universal Academy Press Inc. p9–14.
- Yiu, P.H. S.L. Loh, A. Rajan, S.C. Wang and C.F.J. Bong. 2008. Physicochemical Properties of Sago Starch Modified by Acid Treatment in Alcohol. *American Journal of Applied Sciences* 5 (4): 307–311

BIODATA

Tajuddin Bantacut dilahirkan di Takengon, 9 Oktober 1960. Saat ini beliau berprofesi sebagai Dosen pada Departemen Teknologi Industri Pertanian, IPB. Menyelesaikan pendidikan S1 pada tahun 1985 bidang Teknologi Industri Pertanian, IPB. S2 pada tahun 1992 bidang *Environmental Engineering*, Asian Institute of Technology, Bangkok dan S3 bidang *Geographical Sciences and Planning*, The University of Queensland, Australia pada tahun 1998.