

Potensi Tanaman Sagu (*Metroxylon sp.*) dalam Mendukung Ketahanan Pangan di Indonesia

Potential of Sago Plant (Metroxylon sp.) to Support Food Security in Indonesia

Parama Tirta W.W.K, Novita Indrianti, Riyanti Ekafitri

Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna, LIPI Subang

Jl. K.S. Tubun No. 5 Subang 41213

Telp. (0260) 411478

Email : paramatirtawwk@gmail.com

Diterima :26 Desember 2012

Revisi :31 Januari 2013

Disetujui : 15 Maret 2013

ABSTRAK

Ketergantungan bangsa Indonesia terhadap beras begitu tinggi, sehingga ketika kebutuhan beras dalam negeri tidak tercukupi, Indonesia harus mengimpor beras. Ketergantungan terhadap beras dapat dikurangi melalui alternatif bahan pangan lainnya yang dapat dibudidayakan di Indonesia sebagai upaya mendukung ketahanan pangan di Indonesia. Salah satunya dengan mengeksplorasi potensi bahan pangan lokal Indonesia. Dalam kaitan dengan hal tersebut, maka tulisan ini bertujuan untuk memetakan potensi sagu dan diversifikasi olahan sagu, baik berupa olahan pangan maupun olahan non-pangan sehingga dapat menjadi acuan dalam mengeksplorasi bahan pangan sagu. Sagu dapat diolah menjadi panganan tradisional, tepung sagu dan turunannya seperti tepung sagu termodifikasi dan mi sagu, serta pati sagu dan turunannya seperti *edible film*, makanan pendamping ASI, dan sohun. Sedangkan untuk kebutuhan non-pangan, sagu dapat dimanfaatkan menjadi bioethanol dan Protein Sel Tunggal. Untuk meningkatkan diversifikasi produk berbasis sagu dan turunannya maka perlu dilengkapi dengan kajian ekonomi, dukungan dan kebijakan pemerintah baik dari sisi ketersediaan maupun kemudahan akses para pelaku usaha komoditas sagu.

kata kunci : sagu, potensi, pemanfaatan, ketahanan pangan

ABSTRACT

Indonesia's dependence on rice is so high, that when the domestic rice requirement is not fulfilled, Indonesia has to import rice. The dependence on rice can be reduced through some alternative foodstuffs which can be cultivated in Indonesia. One way to do it is by exploring the potential of local food in Indonesia to support food security. This paper aimed to map out the potential of sago and sago processing diversification, both non-processing food and processing food so it can be a reference in exploring food from sago. Sago can be processed into traditional snacks, sago starch and its derivatives such as modified sago starch and sago noodles, and sago starch and its derivatives such as edible films, complementary feeding, and vermicelli. For the need of non-food product, sago can be processed to become bioethanol and single cell protein. To improve product diversification based on sago it is necessary to be equipped with the economic assessment, support and government policy both in terms of availability and ease of business access to sago commodity.

keywords: sago, the potential, the use of sago, food security

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai komitmen tinggi terhadap pembangunan ketahanan pangan. Komitmen tersebut dituangkan dalam Undang-Undang Nomor 7/1996, tentang Pangan yang mengamanatkan agar pemerintah bersama masyarakat mewujudkan ketahanan pangan bagi seluruh rakyat Indonesia. Menurut undang-undang tersebut, ketahanan pangan adalah kondisi terpenuhinya kebutuhan pangan bagi rumah tangga yang tercermin dari tersedianya pangan secara cukup, baik dalam jumlah maupun mutunya, aman, merata, beragam dan terjangkau. Pembangunan ketahanan dan kemandirian pangan lokal sebagai komponen sistem pangan nasional adalah sangat penting (Alfons dan Rivaie, 2011).

Menurut Ekafitri (2010), Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki ketahanan pangan yang kurang stabil. Ketergantungan bangsa Indonesia terhadap beras begitu tinggi, sehingga ketika kebutuhan beras dalam negeri tidak tercukupi, Indonesia harus mengimpor beras. Impor beras berisiko sangat tinggi, karena ciripasar beras global adalah tipis (*thin market*) dan sisa (*residual market*) yang berdampak seringnya terjadi instabilitas suplai dan harga beras di pasar internasional. Oleh karena itu, perlu dikurangi ketergantungan terhadap beras melalui alternatif bahan pangan lainnya yang dapat dibudidayakan di Indonesia. Salah satunya dengan mengeksplorasi potensi bahan pangan lokal Indonesia. Dalam kaitan dengan itu program diversifikasi pangan dan penganekaragaman pangan terus digalakkan oleh pemerintah. Salah satu pangan lokal yang potensial adalah sagu, pangan pengganti beras Sagu (*Metroxylon sagu Rottb*) merupakan salah satu tanaman penghasil karbohidrat yang paling potensial dalam mendukung program ketahanan pangan Indonesia (Tarigans, 2001). Untuk tingkat dunia, 1,4 juta ha tanaman sagu berada di Indonesia dari total areal sagu 2,47 juta ha. Sisanya adalah di Papua Nugini, Malaysia, Thailand, Filipina dan negara-negara lain (Flach, 1997). Potensi sagu di Indonesia sangat besar, khususnya Irian Jaya dan Maluku di wilayah Indonesia Timur (Tabel. 1)

Tabel 1. Potensi Sagu

Lokasi	Potensi
Irian Jaya	980.000 ha
Maluku dan Sulawesi Selatan	30.000 ha
Riau	32.000 ha

Sumber : Djafar, dkk., 2000

Tanaman ini dapat tumbuh di sepanjang tepi sungai dan di daerah rawa yang kurang cocok untuk tanaman lainnya, akibatnya pengembangan sagu tidak bersaing dengan penggunaan lahan untuk tanaman pangan lain. Selain itu, sagu merupakan tanaman tahunan yang berarti setelah ditanam dapat menghasilkan selama bertahun-tahun dan panen dapat dilakukan secara teratur dengan mengelola para petani (Rostiwati, dkk., 1998).

Sagu tidak hanya dapat dimanfaatkan sebagai pengganti beras, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai olahan makanan seperti mie, roti, dan sirup fruktosa. Dapat pula digunakan sebagai pakan ternak, perekat, bioetanol dan banyak produk derivatif lainnya (Flach, 1997). Tujuan tulisan ini untuk memetakan potensi sagu dan diversifikasi olahan sagu, baik berupa olahan pangan maupun olahan non pangan sehingga dapat menjadi acuan dalam mengeksplorasi bahan pangan ini.

II. POTENSI SAGU

Areal tanaman sagu di Indonesia diperkirakan 95,9 persen tersebar di Kawasan Timur Indonesia dan 4,1 persen di Kawasan Barat Indonesia. Areal hutan sagu di Indonesia sekitar 1,25 juta hektar dengan kepadatan anakan 1.480 per hektar yang setiap panen menghasilkan 125-140 pohon per tahun. Hutan sagu tersebut tersebar di Papua seluas 1,2 juta hektar dan Maluku seluas 50 ribu hektar serta 148 ribu hektar hutan sagu semi budidaya yang tersebar di Papua, Maluku, Sulawesi, Kalimantan, Sumatera, Kepulauan Riau dan Kepulauan Mentawai (Sumatera Barat). Dari luasan tersebut hanya sekitar 40 persen merupakan areal penghasil pati produktif dengan produktivitas pati 7 ton per hektar per tahun, karena banyaknya tanaman sagu yang layak panen tetapi tidak dipanen sehingga rusak. Hasil penelitian terdahulu mengenai jenis dan ragam pohon sagu yang ada di Indonesia

(Novariantoh, dkk., 1996) telah diidentifikasi 60 jenis pada empat tempat di Papua (Widjono, dkk., 2000).

Setiap hektar tegakan sagu per tahun paling sedikit menghasilkan 2,5 ton pati sagu. Dengan demikian, di Irian Jaya terdapat potensi pati sagu sekitar 3,5 juta ton sagu per tahun. Untuk kebutuhan pangan, masyarakat Irian

dalam diversifikasi pangan untuk mendukung ketahanan pangan lokal dan nasional. Hal ini atas dasar pertimbangan bahwa sagu memiliki nilai gizi tidak kalah dengan sumber pangan lainnya seperti beras, jagung, ubi kayu, dan kentang. Nilai gizi sagu dibandingkan dengan bahan pangan lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Gizi Sagu dan Beberapa Bahan Pangan per 100 gram

Komponen	Sagu	Beras Giling	Kentang	Tepung Jagung	Ubi Kayu	Sukun	Gembili	Uwi/Ubi	Ubi Jalar
Kadar Air (%)	14,00	13,00	77,80	12,00	62,50	55,50	75,00	75,00	68,50
Kalori (Kal)	343,00	349,00	85,00	367,00	146,00	96,00	97,00	89,00	125,00
Protein (g)	0,70	6,80	2,00	9,20	1,20	1,00	1,50	2,00	1,80
Lemak (g)	0,20	0,70	0,10	3,90	0,30	0,20	0,10	0,20	0,70
Karbohidrat (g)	84,70	78,90	19,10	73,70	34,70	22,60	22,40	19,80	27,90
Mineral (g)	0,40	0,60	1,00	1,20	1,30	0,70	1,00	3,00	1,10
Kalsium (mg)	11,00	10,00	11,00	10,00	33,00	17,00	14,00	45,00	30,00
Fosfor (mg)	13,00	140,00	56,00	256,00	40,00	47,00	49,00	280,00	49,00
Besi (mg)	1,50	0,80	0,70	2,40	0,70	0,30	0,30	1,80	0,70
Thiamine (mg)	0,01	0,12	0,11	0,38	0,06	0,10	0,10	0,10	0,09

Sumber : Kam, 1992

membutuhkan sekitar 150 ribu ton sagu per tahun. Potensi sagu di Irian Jaya terdapat sekitar 3,4 juta ton yang belum dimanfaatkan, dan di Mentawai terdapat sekitar 56.100 hektar tegakan sagu dengan produksi sekitar 139.000 ton per tahun. Sementara itu di Padang Pariaman terdapat tegakan sagu sekitar 95.790 hektar dengan produksi 5.063 ton per tahun, di daerah ini juga terdapat potensi sagu yang belum dimanfaatkan sebanyak 234.412 ton per tahun (Haryanto dan Pangloli, 1992).

Pemanfaatan sagu dapat dilakukan untuk keperluan pangan ataupun untuk keperluan non pangan. Pemanfaatan sagu untuk pangan salah satunya adalah melalui tepung sagu, pati, dan berbagai produk olahan pangan. Menurut Alfons dan Rivaie (2011) pati atau tepung sagu dan produk olahannya dapat dikelompokkan juga sebagai pangan fungsional. Dengan kata lain sagu disamping sebagai salah satu sumber pangan tradisional potensial, juga merupakan pangan fungsional yang dapat dikembangkan

Kandungan karbohidrat sagu lebih tinggi dibandingkan dengan beras dan beberapa pangan sumber karbohidrat lainnya (Tabel 2). Kandungan kalori sagu tidak jauh berbeda dengan beras dan jagung, bahkan melebihi kentang, sukun, ubi kayu, ubi jalar, dan yams (gembili dan uwi/ubi). Hal ini menunjukkan bahwa sagu sangat berpotensi menggantikan beras yang selalu menjadi sumber karbohidrat utama di Indonesia. Selain itu, sumber mineral lainnya seperti nilai kandungan Kalsium dan Besi lebih tinggi dibandingkan dengan beras.

Selain dari nilai karbohidrat yang mendekati nilai karbohidrat beras, sagu juga unggul dalam hal kandungan serat, nilai Indeks glikemik. Pati sagu mengandung: 3,69-5,96 persen serat pangan (Achmad, dkk., 1999); dan nilai Indeks Glikemik (IG) 28, termasuk dalam kategori rendah karena kurang dari 55 (Purwani, dkk., 2006), sehingga sagu dapat dikelompokkan sebagai pangan fungsional. Menurut POM RI (2005) dalam Papilaya (2009), pangan

fungsional adalah pangan olahan yang mengandung satu atau lebih komponen fungsional, yang berdasarkan kajian mempunyai fungsi fisiologis tertentu, terbukti tidak membahayakan dan bermanfaat bagi kesehatan. *Indeks Glikemik* atau IG merupakan respon glikemik ketika memakan sejumlah karbohidrat dalam pangan dan dengan demikian merupakan indikator tidak langsung dari respon insulin tubuh (Buyken, dkk., 2006). Berdasarkan penggunaan glukosa sebagai pembanding (IG=100), pangan dikategorikan menjadi tiga kelompok yaitu pangan IG rendah dengan rentang nilai IG ≤ 55 , pangan IG sedang dengan rentang nilai IG 55-69, dan pangan IG tinggi dengan rentang nilai IG ≥ 70 (Foster dan Miller, 1995). *Indeks Glikemik* yang rendah pada sagu menunjukkan potensi sagu yang baik dikonsumsi oleh penderita diabetes. FAO/WHO (1998) merekomendasikan peningkatan asupan pangan ber-IG rendah terutama bagi penderita diabetes dan orang yang tidak toleran terhadap glukosa. Berdasarkan laporan WHO (FAO/WHO, 2003), hubungan diet pangan ber-IG rendah dalam mencegah obesitas dan diabetes sangatlah mungkin. Hal ini menunjukkan bahwa sagu merupakan salah satu pangan ber-IG rendah yang dianjurkan untuk dikonsumsi bagi orang-orang berkebutuhan khusus seperti penderita diabetes. Serat pangan pada pati sagu dapat memberikan efek fisiologis yang menguntungkan, seperti laksatif, menurunkan kolesterol darah, dan menurunkan glukosa darah. *American Association of Cereal Chemist* (2001) dalam Alvarez dan Sánchez (2006) mendefinisikan serat pangan sebagai bagian yang dapat dimakan dari tanaman atau karbohidrat yang tahan terhadap pencernaan dan absorpsi dinding usus halus, yang kemudian difermentasi di dalam usus besar. Menurut Silalahi dan Hutagalung (2007) serat pangan adalah karbohidrat (polisakarida) dan lignin yang tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan manusia. Sehingga serat pangan kebanyakan akan menjadi bahan substrat untuk fermentasi bagi bakteri yang hidup di dalam usus besar. Salah satu kelompok serat pangan yaitu pati tak tercerna (*resistant starch*) menghasilkan hidrogen, metana, karbondioksida, asam lemak rantai pendek dan sejumlah energi (0-3 kal/gr). Asam lemak rantai pendek hasil fermentasi mikroba tersebut cepat diserap ke hati, dan

diduga asam propionat hasil fermentasi menghambat sintesis kolesterol di dalam hati. Butirat bermanfaat sebagai probiotik, menjaga mikroflora usus, meningkatkan kekebalan tubuh, mengurangi resiko terjadinya kanker usus dan paru-paru, mengurangi kegemukan, dan mempermudah buang air besar (Papilaya, 2009).

Selain serat dan IG, sagu juga mengandung pati resisten, polisakarida bukan pati, dan karbohidrat rantai pendek yang sangat berguna bagi kesehatan. Pati resisten memiliki fungsionalitas terhadap kesehatan tubuh. Menurut Sajilata, dkk. (2006), pati resisten mempunyai efek fisiologis yang bermanfaat bagi kesehatan seperti pencegahan kanker kolon, mempunyai efek hipoglikemik (menurunkan kadar gula darah setelah makan), berperan sebagai prebiotik, mengurangi risiko pembentukan batu empedu, mempunyai efek hipokolesterolemik, menghambat akumulasi lemak, dan meningkatkan absorpsi mineral. Hal ini menunjukkan bahwa pati resisten pada sagu memberikan efek yang baik untuk kesehatan tubuh.

Tak hanya pemanfaatan dibidang pangan, sagu juga dapat dimanfaatkan untuk keperluan non pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Kementerian Kehutanan telah mengembangkan sagu menjadi bioetanol, baik skala laboratorium maupun skala usaha kecil. Hal ini merupakan penelitian awal dalam rangka menuju optimalisasi produksi bioetanol dari sagu (Haryanto dan Pangloli, 1992). Selain produksi etanol, hasil samping dari ekstrak pati sagu, yaitu ampas dapat diolah menjadi PST (Protein Sel Tunggal) sebagai sumber protein pada makanan ternak. Ampas sagu yang digunakan sebagai PST masih memiliki kandungan nutrisi seperti lemak 0,20 persen, protein 1,31 persen, serat kasar 13,48 persen, dan karbohidrat 6,67 persen (Haryanto dan Pangloli, 1992).

III. PRODUK OLAHAN PANGAN BERBASIS SAGU

3.1. Olahan Sederhana dan Pangan Tradisional

Pemanfaatan sagu di Indonesia umumnya masih dalam bentuk pangan tradisional,

misalnya dikonsumsi dalam bentuk makanan pokok seperti papeda. Disamping itu sagu juga dikonsumsi sebagai makanan pendamping seperti sagu lempeng, sinoli, bagea dan lain-lain (Harsanto, 1986). Kandungan kalori sagu tidak jauh berbeda dengan beras dan jagung, bahkan melebihi kentang, sukun, ubikayu, ubijalar, dan yams (gembili dan uwi/ubi).

Masyarakat Maluku mengonsumsi sagu sebagai bahan pangan tradisional dalam bentuk makanan pokok (papeda, sinoli, tutupola, sagulempeng, dan buburne) maupun camilan (sarut, bagea, sagu tumbu, dan sagu gula). Di Sulawesi Selatan dan Tenggara, makanan ini dikenal dengan nama kapurung dan sinonggi. Sedangkandi Sangihe Talaud dikenal dengan nama rirange (Lay, dkk., 1998; Wahid, 1988). Di daerah Riau dikenal berbagai makanan tradisional seperti sagu gabah, sagu rendang, sagu embel, laksa sagu, kue bangkit, sagu opor, kerupuk sagu, dan lain-lain (Hutapea, dkk., 2003).

3.2. Tepung Sagu dan Turunannya

Tepung sagu merupakan produk pangan intermediate, dimana membutuhkan pengolahan lebih lanjut untuk menjadi produk olahan pangan yang memiliki nilai tambah. Tepung sagu dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan makanan atau sebagai bahan tambahan makanan. Menurut Laisina (1989) dalam Louhenapessy (1997) mengatakan bahwa pemanfaatan tepung sagu meliputi pemanfaatan sebagai makanan pokok, makanan tambahan dan sebagai bahan baku industri. Kandungan amilopektin yang tinggi pada sagu tidak memungkinkan digunakan untuk pengolahan produk-produk olahan basah seperti; roti dan cake, karena amilopektin yang tinggi memberikan sifat lengket dan tekstur yang keras pada produk. Produk turunan tepung sagu antara lain : tepung sagu termodifikasi dan mi sagu.

Proses pembuatan tepung sagu menggunakan empulur batang sagu yang dipotong (diiris) tipis Saripudin (2006). Bentuk empulur yang dibuat kecil dan tipis dimaksudkan agar proses pengeringan berlangsung lebih cepat dan efisien. Pengeringan sagu dilakukan pada suhu 55 °C – 60 °C dengan menggunakan



Gambar 1. Diagram alir Pembuatan Tepung Sagu

cabinet dryer. Suhu tersebut dipilih untuk menghindari terjadinya gelatinisasi pati, karena sagu sebagian besar terdiri dari pati. Mengingat bahwa pati sagu akan tergelatinisasi pada suhu sekitar 69 °C (BPPT, 1987). Meskipun suhu gelatinisasi tersebut dicapai jika bahan tersebut berupa pati sagu murni (tidak tercampur dengan bahan lain dalam jumlah cukup besar). Sawut sagu yang sudah kering kemudian digiling dengan menggunakan *disc mill*. Tepung hasil penggilingan diayak dengan kerapatan 100 mesh, digunakan kerapatan ayakan 100 mesh dengan harapan akan diperoleh tepung yang bersih dari kotoran dan ampas.

Olahan sederhana dari tepung sagu lainnya adalah kerupuk. Menurut Tahir (1985) perlakuan penambahan tepung sagu berpengaruh terhadap kadar amilopektin dan volume pengembangan kerupuk. Biskuit tepung sagu dapat dibuat dari campuran tepung sagu dan tepung kedelai dengan perbandingan 7 bagian tepung sagu dan 3 bagian tepung kedelai (Tasman, 1998). Makanan ringan dengan metode ekstrusi dapat dibuat dari bahan dasar tepung sagu. Kondisi proses ekstrusi yang dianggap lebih baik untuk dikembangkan adalah produk yang berasal dari formula bahan baku : 75 persen sagu, 20 persen kedelai dan 5 persen jagung. Dengan kadar air formula bahan sebesar 12 persen dari berat basah dan diproses pada ekstruder dengan suhu 160°C atau 200°C (Harun, 1988).

3.3. Tepung Sagu Termodifikasi

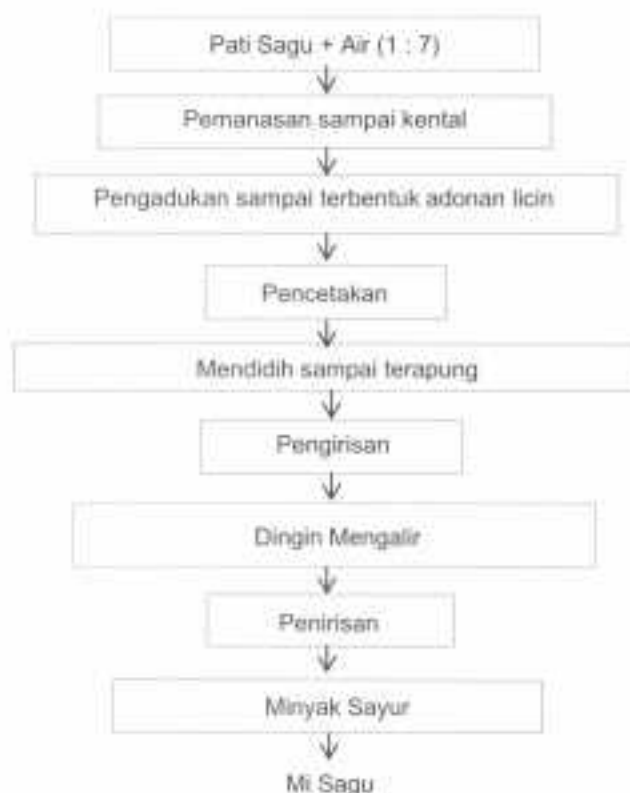
Tepung sagu yang telah dimodifikasi menjadi *maltodekstrin* dapat memberikan lebih banyak manfaat dalam industri pangan, bahkan farmasi. Kandungan pati dalam tepung sagu sangat tinggi. Penggunaannya secara alami dapat menyebabkan berbagai permasalahan dan nilai ekonominya relatif rendah sehingga diperlukan modifikasi, dalam hal ini menjadi *maltodekstrin*. Selain memperbaiki sifat dan karakteristiknya, modifikasi ini juga dapat meningkatkan nilai ekonomi tepung sagu (Chafid dan Kusumawardhani, 2010). Liu, dkk. (1999), menyatakan bahwa untuk mengatasi hal tersebut dilakukan modifikasi kimia pada pati, guna meningkatkan sifat-sifat spesifik dan memperluas penggunaan dalam produk pangan. Estiati (2006), juga menyatakan bahwa modifikasi kimia seperti pengikatan silang dapat mengubah sifat kohesif (lengket) dan meningkatkan viskositas pati.

Pembuatan *maltodekstrin* dari tepung sagu yaitu 100 gr tepung sagu dicampur dengan 1 L aquadest, CaCl_2 secukupnya, dan *enzima-amylase*. Campuran tersebut iatur agar pHnya netral. Campuran kemudian dipanaskan sambil diaduk dengan kecepatan tinggi. Jumlah enzim yang ditambahkan, suhu, dan waktu hidrolisis disesuaikan dengan variabel. Setelah proses hidrolisis selesai, campuran tersebut dikeringkan dalam oven kemudian dihaluskan hingga berbentuk bubuk atau tepung kembali (Chafid dan Kusumawardhani, 2010). Aplikasi *maltodekstrin* pada produk pangan antara lain pada: (i) Makanan beku, *maltodekstrin* memiliki kemampuan mengikat air (*water holding capacity*) dan berat molekul rendah sehingga dapat mempertahankan produk tetap dalam keadaan beku; (ii) Makanan rendah kalori, penambahan *maltodekstrin* dalam jumlah besar tidak meningkatkan kemanisan produk seperti gula; (iii) Produk roti, misalnya *cake*, *muffin*, dan biskuit, digunakan sebagai pengganti gula atau lemak; (iv) Minuman prebiotik, *maltodekstrin* merupakan salah satu komponen prebiotik (makanan bakteri Probiotik yang menguntungkan) sehingga sangat baik bagi tubuh yaitu dapat melancarkan saluran pencernaan; dan (v) Sebagai bahan penyalut lapis tipis (*film coating*) tablet (Anwar, 2002).

3.4. Mie Sagu

Teknologi pembuatan mie sagu cukup sederhana meskipun berbeda dengan mi terigu. Diagram alir pembuatan mi sagu dapat dilihat pada Gambar 2. Sosialisasi pembuatan mi sagu di daerah sentrasagu di Kabupaten Luwu Utara (Sulawesi Selatan) menunjukkan 72,5 persen anak SD dapat menerimanya, meskipun sebelumnya tidak mengenal mi sagu. Secara kesehatan mengonsumsi mie sagu mendapat manfaat dari *resistant starch* (RS) atau pati tak tercerna. Pati ini tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim pencernaan dalam usus manusia sehinggamemiliki peran penting dalam diet.

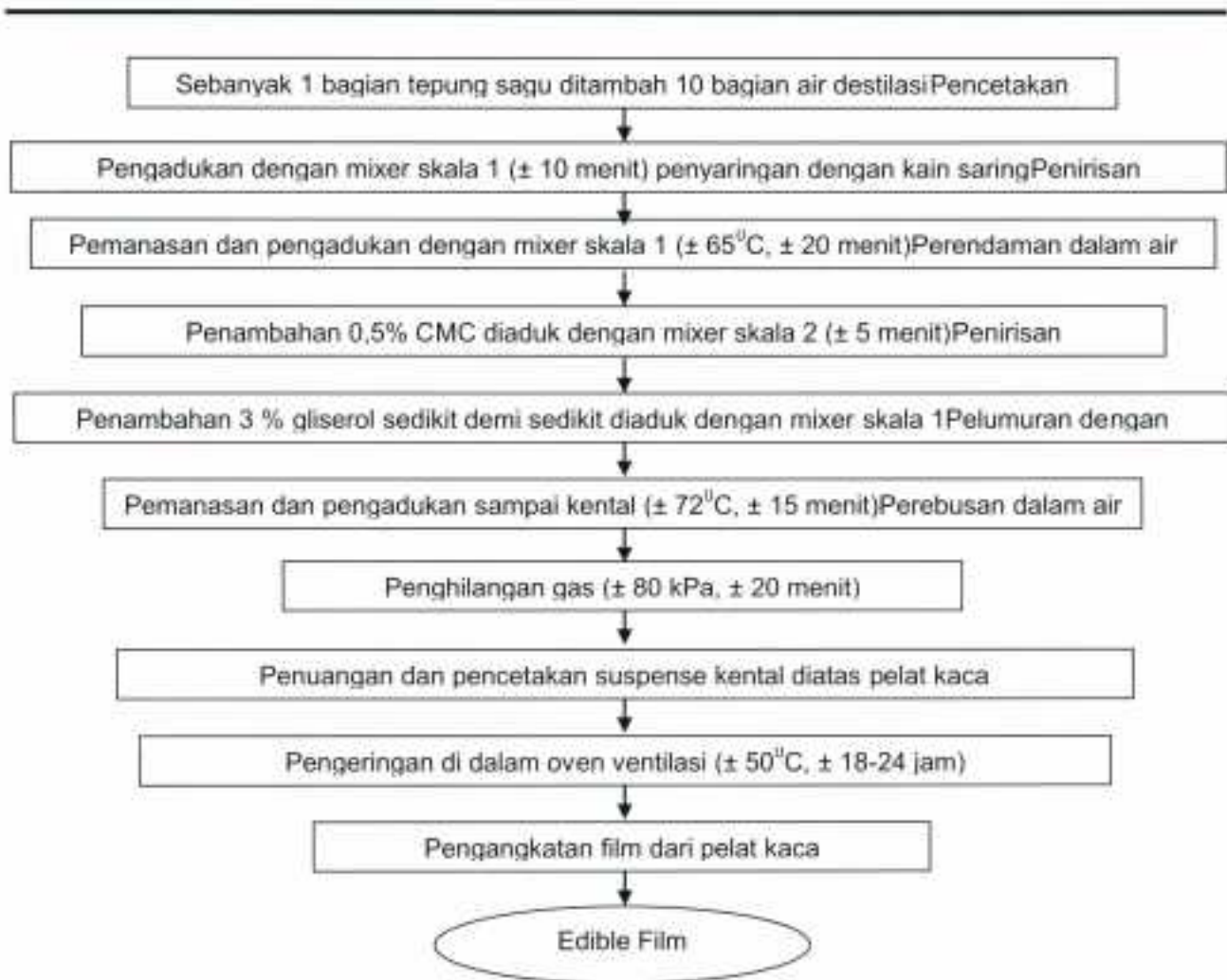
RS atau pati resisten mampu mengikat asam empedu, meningkatkan volume feses dan mempersingkat waktu transit. RS juga



Gambar 2. Diagram Alir Pembuatan Mi Sagu Skala Rumah Tangga

Sumber : Purwani, 2006

mempunyai efek prebiotik. Kandungan RS dalam mi sagu berkisar 45 mg/g, atau 4-5 kali lebih besar daripada RS mie instan dengan bahan baku tepung terigu (Prabawati, 2005). RS dihasilkan pada saat proses perendaman helaian mi yang memicu rekristalisasi pati yang dikenal dengan retrogradasi. Pati retrogradasi



Gambar 3. Pembuatan Edible Dari Pati Sagu

Sumber : Hitmat, 1997

merupakan salah satu sumber pati yang tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim dalam sistem pencernaan manusia. Fraksi pati tersebut akan difermentasi oleh mikroflora di dalam usus besar.

Dari Pedoman Teknis Pengeolahan Mi Sagu (Deptan, 2008), proses pembuatannya adalah dengan terlebih dahulu mencampur pati sagu, tawas (1 persen dari total sagu yang diolah menjadi mi), air dan pewarna. Dicampur dengan bantuan alat yaitu *mixer* atau molen, hingga terbentuk adonan yang kalis dan licin. Adonan kemudian dicetak dengan bantuan pencetak mie hidrolik, dan direbus selama kurang lebih 1 menit atau sampai mengapung. Selanjutnya mi dialiri air dingin dan didiamkan selama 15 menit. Mi ditiriskan dan dilumuri minyak sayur agar tidak lengket.

3.5. Pati Sagu dan Turunannya

Haryanto dan Pangloli (1992), menyatakan bahwa komponen terbesar dalam pati sagu adalah karbohidrat yaitu dalam bentuk pati. Untuk skala industri, pati sagu dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan dextrin, bubuk puding, sirup glukosa (Wulansari, 2004) dan sirup fruktosa (Wiyono, 1990), pembuatan hunk kwee, sebagai bahan perekat kapsul (obat-obatan), etanol, perekat (Flach, 1983), edible film (Hikmat, 1997), makanan pendamping ASI (Ardiyansyah, 2006), dan sohun instan (Rahmi, dkk., 2009).

3.5.1. Edible Film

Pati sagu juga dapat dibuat *edible film*, *edible film* yang dihasilkan mempunyai sifat tipis, kuat, elastis, mengkilap, halus, jernih, dan transparan, serta sangat kompak. *Edible film* dari pati sagu dapat digunakan untuk mengemas bumbu mi

instant walaupun umur simpannya masih belum layak untuk diterapkan, karena terlalu singkat (Hikmat, 1997). Pembuatan edible film dari pati sagu dapat dilihat pada Gambar 3.

Edible film dapat dibuat dari bahan-bahan pembentuk film yang terdiri atas tepung sagu, karboksi metil selulosa, air destilasi sebagai pelarut, dan gliserol sebagai palasticizer. Proses pembuatan *edible film* dibagi dalam beberapa tahap diantaranya pembuatan suspensi pati; pencampuran; pemasakan bahan pembentuk *edible film*, penghilangan gas terlarut, pencetakan *edible film* dan pengerinan *edible film*. Bumbu dalam *edible film* yang dikemas menggunakan suhu 180°C dan waktu 5 detik.

3.5.2. Makanan Pendamping Air Susu Ibu (MP-ASI)

Penelitian dan pengembangan MP-ASI berbasis tepung sagu telah dilakukan oleh Santosa (1989). Tahapan pembuatannya adalah pencampuran tepung sagu dengan air, diaduk lalu disaring sehingga terjadi proses prigelatinisasi. Setelah itu dicampur dengan bahan tambahan lainnya seperti kacang kedelai, beras, tempe, teri tawar, tepung ikan, dan daging. Selanjutnya dibuburkan pada suhu 80-90°C dengan penambahan larutan gula. Kemudian dikeringkan dengan alat *drum dryer* dan di tepungkan kembali. Selanjutnya di fortifikasi dengan tepung susu skim, vitamin dan mineral. Hasil menunjukkan bahwa formula dengan komposisi : tepung sagu 48 persen ; kedelai 24 persen; tempe 7 persen; dan campuran daging ayam; tepung skim dan gula sebesar 20 persen; memiliki sifat fisik, komposisi gizi dan sifat organoleptik yang paling baik.

Penelitian mengenai MP-ASI berbasis sagu yaitu pati sagu dilakukan oleh Ardiansyah (2006). Penelitian tersebut menghasilkan MP-ASI dalam bentuk bubur instan yang menggunakan campuran bahan baku pati sagu 40 persen, isolat protein kedelai 25 persen, susu skim 25 persen, dan minyak sawit 10 persen. MP-ASI berbasis pati sagu ini memiliki kadar air 2,55 persen, kadar abu 3,59 persen, kadar protein 22,85 persen, kadar lemak 12,68 persen, dan energi 389,04 Kkal. Nilai kalori produk ini memenuhi persyaratan MP-ASI yang mengacu pada FAO, yaitu minimal 370 Kkal. Produk bubur ini dapat disajikan dengan rasio antara bahan dan air

sebesar 1:3 dengan waktu rehidrasi berkisar antara 1,3-1,4 menit. Produk ini memiliki sifat fisik berupa densitas kamba sebesar 1,46 ml/gr, dan rendemen produk sebesar 78,65.

3.5.3. Sohun

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Rahmi,dkk. (2009), menyatakan bahwa formula terbaik pembuatan sohun instan yang berbahan dasar pati sagu dan campuran air panas adalah dengan ratio 1 : 0,75 (v/v). Sohun ini diproduksi dengan metode ekstrusi. Sifat fisikokimia sohun yang dihasilkan pada kondisi terbaik adalah kadar air 10,97 persen, kecepatan pemasakan 3,19 menit dan *cooking loss* 2,13 persen. Sifat organoleptik yang dengan waktu pemasakan 4 menit lebih baik dibandingkan dengan 6 dan 8 menit.

Menurut Munarso (2012) proses pembuatan sohun pada dasarnya adalah pembuatan adonan antara pati sagu dan air, kemudian ditambah air panas sehingga terjadi proses gelatinasi. Setelah itu adonan dimasukkan dalam cetakan yang bawahnya berlubang dengan diameter 0,4 cm dalam jumlah 10 –12 lubang. Pada saat ditekan maka wadah yang terbuat dari seng dan dilapisi minyak ada dibawahnya dan bergerak. Dengan demikian terbentuk tali panjang putih. Selanjutnya wadah yang tersebut dijemur selama kurang lebih 4 jam.

Proses pengolahan sohun masih menggunakan teknologi yang sederhana. Tahapan-tahapan proses pengolahan dapat dilakukan seluruhnya secara manual dengan tenaga manusia. Dapat juga digunakan mesin-mesin sederhana hasil merakit sendiri/buatan bengkel dengan penggerak tenaga listrik, seperti digunakan dalam proses pencucian, pemasakan, pengestrusian dan pengemasan. Mesin-mesin tersebut dapat dipesan atau didapatkan di pasar lokal atau dalam propinsi. Sohun dapat menjadi alternatif pangan karena sudah banyak dikenal masyarakat, sehingga pengembangan sohun dimasa mendatang diharapkan sebagai upaya mengatasi kerawanan pangan dan mendukung ketahanan pangan Indonesia. Proses pembuatan sohun meliputi tahapan-tahapan : pencucian bahan baku(pati sagu), pemasakan, pengestrusian, penjemuran dan pengemasan. Dari Gambar 4



Gambar 4. Diagram Alir Proses Pembuatan Sohun
Sumber : Bank Indonesia, 2007

dapat dilihat diagram alir pembuatan sohun dari pati sagu (Bank Indonesia, 2007).

Proses pencucian berlangsung sampai kurang lebih tiga hari sehingga didapatkan pati yang putih dan bersih dari kotoran. Secara garis besar tahapannya yaitu tahap pertama menghilangkan kotoran berupa serat dan lainnya, tahap kedua pemutihan menggunakan larutan kaporit dan tahap ketiga pembilasan agar pati tidak berbau kaporit serta pemisahan pati dari air. Sohun dapat menjadi alternatif pangan karena sudah banyak dikenal masyarakat. Adonan yang telah matang kemudian dimasukkan kedalam mesin ekstrusi (*extruder*) sohun. Mesin ini menggunakan prinsip ekstrusi yang akan membentuk adonan menjadi benang-benang sohun. Ekstrusi ini dilakukan melalui lubang-lubang kecil yang terdapat pada bagian bawah. Benang-benang sohun hasil ekstrusi ditampung diatas loyang yang terbuat dari seng dengan ukuran 125 cm x 30 cm yang telah diolesi dengan minyak sawit. Pengolesan dengan minyak ini dilakukan agar nantinya benang-benang sohun tidak lengket diloyang sehingga mudah diangkat dan teksturnya menjadi bagus. Penjemuran

dilakukan ditempat terbuka menggunakan sinar matahari. Penjemuran merupakan proses yang menentukan dalam proses pembuatan sohun dan selanjutnya dikemas.

3.5.4. Sagu Instan

Sagu instan merupakan produk kering, berbentuk butiran yang berwarna putih bening yang dibuat dari aci sagu yang berbentuk bulat kemudian dikukus sehingga patinya tergelatinasi dan dikeringkan.

Proses pembuatan meliputi beberapa tahapan yaitu: tepung sagu dicampur dengan tepung kacang hijau/tepung kedelai, air dicampurkan sedikit demi sedikit pada tepung kemudian diratakan dan ditekan-tekan sampai menjadi bentuk adonan yang menyerupai remah-remah. Dibentuk menjadi butiran-butiran kecil. Pembentukan butiran dilakukan dengan cara yang sederhana digoyang-goyangkan dalam kantong kain kemudian diayak menggunakan ayakan manual. Sisa hasil ayakan dibasahi dengan air sehingga dapat diolah kembali, diremas-remas kemudian dimasukkan kembali dalam kantong kain untuk dilakukan pembutiran. Hasil ayakan butiran dimasukkan kedalam kuili untuk disangrai selama 5-10 menit sampai lapisan luar tergelatinasi. Sagu instan yang telah masak langsung dikeringkan dengan cara dijemur menggunakan alat pengering buatan yang ditempatkan di bawah panas matahari, setelah kering sagu instan dapat dikemas (Malawat, 2011)

Penelitian yang dilakukan Sanusi (2006) mengenai sagu instan sebagai makanan tinggi kalori, menyatakan bahwa formulasi sagu instan dibuat dengan menggunakan pati sagu sebagai bahan baku utama, dengan bahan-bahan penyusun lain yaitu : tepung kedelai, skim, gula, dan minyak nabati. Penentuan formula didasarkan pada jumlah kandungan kalori yang harus memenuhi minimal 300 kkal per 100 gram bahan sebagai syarat makanan tinggi kalori. Proses pembuatan sagu instan menggunakan perbandingan komposisi pati sagu dan tepung kedelai dapat dilihat pada Gambar 5.

Tahap pembuatan produk dimulai dengan penentuan jumlah air untuk perebusan. Penentuan jumlah air penting untuk



Gambar 5. Diagram Alir Proses Pembuatan Sagu Instan

Sumber : Sanusi, 2006

mendapatkan karakteristik bubur yang baik, yaitu homogen, matang, dan tidak lengket sewaktu pengeringan dengan *drum dryer*. Perbandingan jumlah air yang digunakan adalah antara pati sagu dan air yang terdiri dari empat perbandingan yang berbeda, yaitu 1:3, 1:5, 1:7, dan 1:9. Proses selanjutnya adalah perebusan dengan menambahkan sejumlah air yang telah ditentukan, kemudian dilakukan pengeringan menggunakan alat pengering *drum dryer*. Produk kering yang dihasilkan selanjutnya digiling halus menggunakan *Hammer mill* (Sanusi, 2006).

3.6. Produk Olahan Non-Pangan Sagu

3.6.1. Sumber Energi Alternatif

Selain pemanfaatan sebagai olahan pangan, sagu juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, bioethanol karena kandungan karbohidratnya cukup tinggi 85 persen dibandingkan dengan jagung (71 persen), dan ubi kayu (24 persen).

Di samping karbohidrat yang tinggi, sagu juga memiliki kandungan kalori sekitar 357 kalori, relatif sama dengan kandungan kalori jagung 349 kalori (Tarigans, 2001). Diperkirakan bila memakai tepung sagu dengan kandungan karbohidrat 85 persen, dari 6,5 kg tepung sagu akan menghasilkan 3,5 bio-etanol. Bioetanol sebagai campuran premium tidak mengandung timbal dan tidak menghasilkan emisi hidrokarbon sehingga ramah lingkungan. Karena dihasilkan dari tanaman maka bioetanol dari sagu bersifat terbarukan. Pengolahan pati sagu menjadi etanol serupa dengan pembuatan tape dari ubi kayu. Pati sagu diubah menjadi gula menggunakan mikroba dan difermentasi lebih lanjut menjadi etanol. Etanol yang diperoleh dimurnikan dengan destilasi (Sumaryono, 2007).

Umumnya, teknologi produksi bio-etanol ini mencakup 4 (empat) rangkaian proses, yaitu; persiapan bahan baku, fermentasi, destilasi dan pemurnian (Bustaman 2008). Mikro organisme

yang digunakan untuk fermentasi alkohol adalah bakteri: *Clostridium acetobutylicum*, *Klebsiella pneumoniae*, *Leuconoctoc mesenteroides*, *Sarcina ventriculi*, dan *Zymomonas mobilis*. Sedangkan dari golongan fungi : *Aspergillus oryzae*, *Endomyces lactis*, *Kloeckerasp.*, *Kluyveromyces fragilis*, *Mucor* sp., *Neurospora crassa*, *Rhizopus* sp., *Saccharomyces beticus*, *S. cerevisiae*, *S. ellipsoideus*, *S. oviformis*, *S. saki*, dan *Torula sp.*

Sagu berpotensi menjadi bio-etanol (BBN) karena kandungan karbohidratnya cukup tinggi 85% dibandingkan dengan jagung (71 persen), dan ubi kayu (24 persen). Di samping karbohidrat yang tinggi, sagu juga memiliki kandungan kalori sekitar 357 kalori, relatif sama dengan kandungan kalori jagung 349 kalori (Tarigans, 2001). Diperkirakan bila memakai tepung sagu dengan kandungan karbohidrat 85 persen, dari 6,5 kg tepung sagu akan menghasilkan 3,5 bio-etanol.

3.6.2. Ampas Sagu Sebagai Protein Sel Tunggal (PST)

Ampas sagu limbah yang dihasilkan dari pengolahan sagu, kaya akan karbohidrat dan bahan organik lainnya. Pemanfaatannya masih terbatas dan biasanya dibuang begitu saja ketempat penampungan atau kesungai yang ada disekitar daerah penghasil. Oleh karena itu ampas sagu berpotensi menimbulkan dampak pencemaran lingkungan (La Teng, 2010). Dari ampas sagu dapat dibuat Protein Sel Tunggal (PST). PST juga dapat diperoleh dari proses fermentasi dengan bahan dasar yang berbeda-beda. Bahan dasar sebagai sumber kerangka karbon dan energi yang digunakan diantaranya pati, limbah cairan jeruk, limbah cairan sulfite, molasses, manur, dadih dan lainnya (Isaelidis, 2001).

PST sebagai sumber protein bagi manusia masih sulit untuk diterima karena bau, rasa dan warna yang belum sesuai dengan selera, kandungan asam nukleatnya cukup tinggi dan dinding selnya keras. Untuk itu maka lebih tepat apabila aplikasinya sebagai sumber protein bagi makanan ternak (Hariyum, 1986). Protein sel tunggal memiliki kandungan nutrient yang hampir sama dengan tepung ikan. Protein sel tunggal ini memiliki kelemahan, yaitu defisiensi

asam amino bersulfur (metionin dan sistein) tetapi keunggulannya tinggi pada kandungan lisin. Dilihat dari kandungan nutrient PST yang dihasilkan dari limbah pengolahan lisin terutama kandungan asam amino, maka PST ini dapat digunakan sebagai substitusi tepung ikan dalam ransum unggas (La Teng, 2010). Hasil penelitian Ulfah dan Bamualim (2002) menyatakan bahwa ampas sagu dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti (substitusi) dalam ransum ayam buras.

Ampas sagu dapat digunakan sebagai bahan dasar produksi protein sel tunggal (PST) melalui proses fermentasi semi padat. Waktu fermentasi yang diperlukan selama 3 (tiga) hari pada suhu kamar. Metode ini dapat meningkatkan kadar protein ampas sagu dari 2,19 persen menjadi 17,93 persen, dihitung sebagai bahan kering (La Teng, 2010).

Ampas sagu terlebih dahulu disortir untuk memisahkan kotoran dan benda asing lainnya, selanjutnya dihancurkan dengan menggunakan gilingan daging. Hasil gilingan, ditambahkan air dengan perbandingan, ampas sagu: air (2:1), sehingga membentuk bubur. Ampas sagu yang sudah berbentuk bubur diturunkan pHnya sampai 1,5 dengan menambahkan HCl 4 N untuk persiapan hidrolisis. Proses hidrolisis dilakukan didalam autoklaf pada suhu 121°C pada tekanan 2 atm selama 15 menit. Setelah didinginkan pHnya kembali dinaikkan sampai 4,5 dengan menambahkan NaHCO₃ 10 persen. Untuk memperkaya bubur yang telah dihidrolisis menjadi media produksi, perlu ditambahkan mineral-mineral nutrien sebanyak 10 ml per kg bubur (La Teng, 2010).

IV. KESIMPULAN

Tanaman sagu merupakan salah satu tanaman pangan yang berpotensi untuk dikembangkan dan dimanfaatkan di Indonesia untuk menunjang ketahanan pangan. Tanaman sagu memiliki potensi berdasarkan areal penanamannya yang cukup luas, produktifitas yang tinggi, dan nilai gizi yang tidak kalah dengan tanaman pangan lainnya. Tanaman sagu dapat diolah untuk kebutuhan pangan dan non pangan. Untuk kebutuhan pangan sagu dapat diolah menjadi panganan tradisional, tepung sagu dan turunannya seperti tepung sagu termodifikasi dan mi sagu, serta pati sagu dan turunannya

seperti edible film, Makanan Pendamping ASI, dan sohun. Sedangkan untuk kebutuhan non pangan sago dapat dimanfaatkan menjadi bioethanol dan Protein Sel Tunggal.

Tanaman sago memegang peranan penting dalam penganekaragaman makanan untuk menunjang stabilitas pangan dan berpeluang untuk dikembangkan menjadi usaha industri. Diharapkan untuk kedepannya akan lebih banyak lagi diversifikasi produk berbasis sago dan turunannya untuk meningkatkan nilai tambah dan memperkaya produk hasil diversifikasi pangan di Indonesia. Aspek ini tentu perlu dilengkapi dengan suatu kajian ekonomi. Selain itu dukungan dan kebijakan pemerintah pusat maupun daerah dalam memperhatikan sago sebagai pangan lokal baik dari sisi ketersediaan, produk olahan yang layak dan berkualitas serta kemudahan akses terhadap para pelaku usaha komoditas sago.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F.B., P.A. Williams, J.L. Doublier, S. Durand, and A. Buleon. 1999. Physicochemical Characterization of Sago Starch. *Journal Carbohydrate Polymers*. 38: 361-370.
- Alfonfs, J.B dan Rivaie, A.A. 2011. Sagu Mendukung Ketahanan Pangan Dalam Menghadapi Dampak Perubahan Iklim, *Perspektif* Vol. 10 No. 2 /Des 2011. Hlm 81 - 91 ISSN: 1412-8004.
- Alvarez, E. E. and P. G. Sánchez. 2006. *Dietary Fibre*. *J. Nutr. Hosp.* 21 (Supl. 2) 60-71
- Anwar, E. 2002. Pemanfaatan Maltodekstrin dari Pati Singkong Sebagai Bahan Penyalut Tipis Tablet. *Makara, Sains*, vol 6, pp. 50.
- Ardiansyah, D.E. (2006). *Pembuatan Makanan Pendamping Asi (Weaning Food) Berbasis Pati Sagu (Metroxylon sp)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku 2010. Maluku dalam Angka. Dalam J.B. Alfons dan A.A. Rivaie, 2011, *Sagu Mendukung Ketahanan Pangan Dalam Menghadapi Dampak Perubahan Iklim*, *Perspektif* Vol. 10 No. 2 /Des 2011. Hlm 81 - 91 ISSN: 1412-8004.
- Bank Indonesia. *Pola Pembiayaan Usaha Kecil (PPUK) Industri Sahun*. 2007 <http://www.bi.go.id/NR/rdonlyres/529B488F-BED3-46F3-94E4-F9C42E9372C9/15944/IndustriSahunKonvensional.pdf> [Diakses 19 November 2012].
- BPPT, 1987. *Penelitian Pemanfaatan Sagu Sebagai Bahan Pembuatan Makanan*. Laporan Akhir. Kerjasama BPPT dengan Pusat Pengembangan Teknologi Pangan, IPB. Bogor.
- Bustaman, S. 2008. Strategi Pengembangan Bio-etanol Berbasis Sagu di Maluku. *Perspektif* Vol. 7 No. 2 / Desember 2008. Hlm 65 – 79 ISSN: 1412-8004.
- Buyken, A. E., Y. Kellerhoff, S. Hahn, A. Kroke, dan T. Remer. 2006. Urinary C-peptide Excretion in Freely Living Healthy Children is Related to Dietary Carbohydrate Intake But Not to The Dietary Glycemic Index. *J Nutr* 136(7):1828–183.
- Chafid, A dan Kusumawardhani G. 2010. *Modifikasi Tepung Sagu Menjadi Maltodekstrin Menggunakan Enzim α -Amylase*. http://eprints.undip.ac.id/13432/1/Artikel_Ilmiyah.pdf . [Diakses 19 November 2012].
- Djafar, T.S., S. Rahayu dan R. Mudijisihono. 2000. *Teknologi Pengolahan Sagu*. Yogyakarta : Kanisius
- Estiati, T. 2006. *Teknologi dan Aplikasi Polisakarida dalam Pengolahan Pangan*. Jilid I Malang: Penerbit Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya.
- FAO/WHO. 1998. Carbohydrates in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. *FAO Food and Nutrition Paper*, 66, 1–140.
- FAO/WHO. 2003. *Diet, Nutrition and The Prevention of Chronic Diseases: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation*. WHO Technical Report Series, Vol. 916.
- Foster-Powell, K., dan B. Miller. 1995. International Tables of Glicemic Index. *American Journal of Clinical Nutrition*. 62 : 871s-893s.
- Flach, M. 1983. *The Sago Palm: A Development Paper Presented at The FAO Plant Production and Protection Paper 47*, AGPC/MISC/80. FAO. Rome.
- Flach, M. 1997. *Sago Palm Metroxylon Sagu Rottb. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops*. 13. International Plant Genetic Resources Institute, Rome-Italy, 76 pp. <ftp://ftp.cgiar.org/ipgri/>

- Publications/pdf/238.PDF. [Diakses 8 November 2012].
- Hariyum, A. 1986. *Pembuatan Protein Sel Tunggal*. P.T. Jakarta:Wacana Utama Pramesti.
- Harsanto, P. B. 1986. *Budidaya dan Pengolahan Sagu*. Yogyakarta : Kanisius,
- Haryanto, B dan Panglioli. 1992. *Potensi dan Pemanfaatan Sagu*. Yogyakarta : Kanisius
- Harum, H. 1988. *Mempelajari Pembuatan Produk Ekstruksi dari Bahan Dasar Tepung Sagu (Metroxylon sp.)*. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hetharia, M.E. 2006. Kembali Makan Sagu (Masalah dan Tantangan). Dalam M.E. Hetharia, M.J. Pattinama, J.A. Leatemia, E. Kaya, J.B. Alfons, dan M. Titahena (Eds.). *Prosiding Sagu Dalam Revitalisasi Pertanian Maluku*. Ambon, 29-31 Mei 2006. Kerjasama Pemerintah Provinsi Maluku dengan Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. Badan Penerbit Fakultas Pertanian Universitas Pattimura
- Hikmat, N. 1997. *Pendugaan Umur Simpan Bumbu Mi Instant dari Pati Sagu dengan Metode Akselerasi*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Hutapea, R.T.P., P.M. Pasang, D.J. Torar, dan A. Lay. 2003. Keragaan Sagu Menunjang Diversifikasi Pangan. Dalam R.H. Akuba, Z. Mahmud, E. Karnawati, A.A. Lolong, dan A. Lay (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional, Sagu Untuk Ketahanan Pangan*. Manado, 6 Oktober 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Badan Litbang Pertanian, hlm.173-184.
- Isaelidis, J.C. (2001) Nutrition-Single Cell Protein, Twenty Years later. <http://www.business.holl.gr/bio/html/pubbs/vol.1/israeli.htm>. Dalam La Teng, P.N. dan Sutanto, S. 2010. *Utilization Of Sago Cake As A Basic Material For Single Cell Protein (Scp) Production*. Journal Of Plantation Based Industry, Volume 5 Nomer 2, pg 77-83. Makassar: Balai Besar Industri Hasil Perkebunan,
- Kam, N. O. 1992. *Daftar Analisis Bahan Makanan*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta, 53p.
- La Teng, P.N. dan Sutanto, S. 2010. Utilization Of Sago Cake As A Basic Material For Single Cell Protein (Scp) Production. *Journal Of Plantation Based Industry*, Volume 5 Nomer 2, pg 77-83. Makassar: Balai Besar Industri Hasil Perkebunan.
- Laisina, B.V., J.E. Louhenapessy dan S.P. Telussa. 1989. Pemanfaatan dan Pemasaran Sagu di Maluku. Dalam Louhenapessy, J.E. 1997. *Kondisi Sagu di Maluku : Potensi, Alternatif, Pemanfaatan dan Pola Pengolahan Tepung, Goti – Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Universitas Pattimura*, Volume 2 April 1997.
- Lay, A., D. Allorerung, Amrizal, M. Djafar, dan N. Barri. 1998. *Pengolahan Sagu Berkelanjutan*. Prosiding Seminar Regional Kelapa dan Palma Lain. Balitka : Manado
- Liu, H. Ramsden and Corke. 1999. Physical Properties and Enzymatic Digestibility of Phosphorilated ae, wx, and Normal Maize Starch Prepared at Different pH Levels. *Journal. Cereal Chem*, 76(6): 938-943.
- Malawat, Saleh. 2011. *Sagu Instan Sebagai Produk Alternatif Olahan Tradisional dari Maluku*. BPTP Maluku Edisi Khusus Penas XIII.
- Munarso, S.J., dan Haryanto, B. *Perkembangan Teknologi Pengolahan Mi*. http://www.iptek.net.id/ind/pustaka_pangan/pdf/prosiding/poster/PTP18_Bambanghar-Pengolahan_mi_patpi.pdf. [Diakses 3 Desember 2012].
- Novariantoh, H., Mifthorachman I.M., dan H. Mangindaan. 1996. Keragaman dan Kemiripan Tipe-Tipe Sagu Asal Desa Kelahiran, Kecamatan Sentani, Kabupaten Jayapura, Irian Jaya. *Jurnal Litri* Volume 1 No.5 1996 Hal 227-239.
- Papilaya, E.C. 2009. *Sagu untuk Pendidikan Anak Negeri*. IPB Press, Bogor. 106p.
- Prabawati, S dan Suismono. 2005. *Mendongkrak Pemanfaatan Sumber Pangan dengan Sentuhan Teknologi*. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Vol 27 No 6, ISSN 0216-4427. <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/wr276051.pdf>. [Diakses 9 November 2012].
- Purwani, E.Y. dan N. Harimurti. 2006. *Laporan Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengolahan Mi Sagu*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor.
- Purwani, E.Y. 2006. *Mi Sagu : Perbaiki Mi Gleser dengan Sentuhan Teknologi*. Balai Besar

- Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor. <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/wr271055.pdf>. [Diakses 13 November 2012].
- Rahmi, A., Mappiratu dan A. Noviyanty. 2009. Sifat Fisikokimia dan Sensoris Sachet Instan dari Pati Sagu. *Jurnal Agroland* 16 (2) : 124-129 ISSN : 0854-641X
- Rostiwati, T., F.S. Jong & M. Natadiwiry. 1998. *Penanaman Sagu (Metroxylon sagu Rottb.) Berskala Besar*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan: Jakarta
- Sajilata, M. G., R. S. Singhal, dan P. R. Kulkarni. 2006. *Resistant starch-a review*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 5.1-17.
- Santosa, C. 1989. *Formulasi Makanan Sapihan (Weaning Food) dengan Bahan Baku Tepung Sagu (Metroxylon sp) dan Aspek Fortifikasi Beta-Karoten di dalamnya*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Sanusi, A. 2006. *Formulasi Sagu Instan Sebagai Makanan Tinggi Kalori*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Silalahi, Jansen. dan N. Hutagalung. 2007. *Komponen-komponen Bioaktif dalam Makanan dan Pengaruhnya terhadap Kesehatan*. <http://www.tempo.co.id/medika/arsip/062002/pus-3.htm>. [Diakses 13 November 2012].
- Sumaryono. 2007. *Tanaman Sagu sebagai Sumber Energi Alternatif*. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, Vol 29 No 4, ISSN 0216-4427. <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/wr294072.pdf>. [Diakses 9 November 2012].
- Suryana, A. 2007. *Arah dan Strategi Pengembangan Sagu di Indonesia*. Dalam E.Karmawati, N. Hengky, M. Syakir, A.Wahyudi, M.H. Bintoro, dan N. Haska (Eds.), *Prosiding Lokakarya Pengembangan Sagu di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan: Batam
- Tahir, S. 1985. *Mempelajari Pembuatan Protein Sel Tunggal dari Tepung Sagu dengan Fermentasi Medium Padat*. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tarigans, D.D. 2001. *Sagu Memantapkan Swasembada Pangan*. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* Vol 23 No 5 1-3, ISSN 0216-4427.
- Tasman, A. 1981. *Mempelajari Pembuatan Biskuit dari Campuran Tepung Sagu dan Kedelai*. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Udin Sariudin. 2006. *Rekayasa Proses Tepung Sagu (Metroxylon sp.) dan Beberapa Karakternya*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ulfah, T.A dan Bamualim, U. 2002. *The Use of Sago Waste, Non-Fermented and Fermented, in the Ration for Growing Native Chicken*. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. <http://peternakan.litbang.deptan.go.id/fuliteks/semnas/pronas02-53.pdf>. [Diakses 9 November 2012].
- Wahid, A.S. 1988. *Prospek Pengembangan Sagu di Indonesia*. *Jurnal Litbang Pertanian*, 7(4), Jakarta.
- Widjono, A., R. Aser, dan Amisnaipa. 2000. *Identifikasi, Karakterisasi, dan Koleksi Jenis Jenis Sagu*. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Sistem Usaha Tani Papua*. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian: Bogor.
- Wirakartakusumah, M.A., A. Apriantono, M.S.Ma'arif, Suliantari, D. Muchtadi, dan K. Otaka. 1985. *Isolation and Characterization of Sago Strach and its Utilization for Production of Liquid Sugar*. Dalam J.B. Alfons dan A.A. Rivaie. *Sagu Mendukung Ketahanan Pangan Dalam Menghadapi Dampak Perubahan Iklim*, *Perspektif* Vol. 10 No. 2 /Des 2011.
- Wiyono, B., Toga Silitonga dan Eduard A.S. Sijabat. 1990. *Pembuatan Sirup Berfruktosa Tinggi dari Pati Sagu*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 8 (4) 1990: 140-145. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- Wulansari I. 2004. *Kajian Pengaruh Dosis A-Amilase dan Dextrozime pada Pembuatan Sirup Glukosa Pati Sagu (Metroxylon sp.)* Skripsi. Bogor: Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas, Teknologi Pertanian, IPB.

BIODATA PENULIS :

Parama Tirta Wulandari Wening Kusuma, dilahirkan di Yogyakarta pada 16 Oktober 1987. Menyelesaikan S1 Teknologi Industri Pertanian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tahun 2009. Pekerjaan saat ini menjadi Peneliti Pertama di Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna-LIPI. Email : paramatirtawwk@gmail.com

Riyanti Ekafitri, dilahirkan di Yogyakarta, pada tanggal 25 April 1988. Saat ini menjadi menjadi Peneliti Pertama di Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna-LIPI. Penulis menyelesaikan S1 (2009) bidang Teknologi Pangan di Institut Pertanian Bogor. Email : riyantiekafitri@yahoo.com

Novita Indrianti, dilahirkan di Sleman , pada tanggal 23 November 1987. Saat ini menjadi menjadi Peneliti Pertama di Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna-LIPI. Penulis menyelesaikan S1 (2009) bidang Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian di Universitas Gadjah Mada. Email : novitaindrianti@gmail.com