

# POTENSI TANAMAN SAGU (*Metroxylon spp.*) SEBAGAI BAHAN BAKU BIOENERGI

## *Potency of Sago Palm (Metroxylon spp.) as an Alternative for Raw Material of Biofuel*

M. SYAKIR dan ELNA KARMAWATI  
Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan  
*Indonesian Center for Estate Crops Research and Development*  
JL Tentara Pelajar No. 1 Bogor 16111  
E-mail: criecc@indo.net.id

Diterima: 26 Juni 2011 ; Direvisi: 6 November 2013, Disetujui: 27 November 2013

### ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang mempunyai luas areal sago terluas di dunia. Karena sago merupakan penghasil karbohidrat yang dapat dijadikan bahan baku pembuatan etanol, maka Indonesia memiliki potensi terbesar untuk menghasilkan bioetanol sebagai substitusi bahan bakar minyak. Pengembangan pertanaman sago sejak dulu masih dalam bentuk hutan, areal pertanaman yang ada 95% tersebar di bagian Timur dan 4,1% berada di kawasan Barat. Produktivitas sangat bervariasi berdasarkan umur dan lokasi dengan kisaran produksi tepung basah 90-700 kg per batang. Berdasarkan luas areal hutan sago dengan produktivitas 100 kg tepung sago dan tanaman panen 30 pohon/ha/tahun maka total tepung sago yang dapat dihasilkan seluruh Indonesia dapat mencapai 6,84 juta ton/tahun. Masalah utama dalam pengembangan tanaman sago adalah varietas unggul dengan produktivitas tinggi dan teknologi budidaya, oleh sebab itu penelitian mengenai hal tersebut dan diseminasinya perlu ditingkatkan. Selain berpotensi untuk penghasil bioetanol, hutan sago dapat menyerap emisi gas CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan pada lahan rawa dan gambut oleh sebab itu Indonesia berpeluang memperoleh kompensasi dari *carbon trade*.

Kata kunci: Sago, potensi, bioetanol, emisi CO<sub>2</sub>, varietas unggul.

### ABSTRACT

Indonesia is a country having the largest area of sago in the world. Sago is plant producing carbohydrate used as raw material of ethanol, therefore it has the largest potency to produce bio-ethanol as fossil fuel substitution. In the past, development of sago

plantation was still in a forest, with 95% area located in the East of Indonesia as the rest is in the West. The productivity is varies depends on age and location with the average of 90 to 700 kg per stem. If the productivity is 100 kg per stem with the population of 30 stems per ha, the total sago starch in Indonesia will be 6,84 millions ton per year. The constrains in development are plant material and cultivation technology, therefore their research and dissemination need to be increased. Beside to produce bioethanol, sago forest can absorb CO<sub>2</sub> emission from tidal swamp, therefore Indonesia can earn carbon-trade compensation.

Keywords : Sago, potency, bioethanol, CO<sub>2</sub> emission, superior varieties.

### PENDAHULUAN

Kelangkaan bahan bakar minyak (BBM) merupakan kejadian yang biasa dijumpai pada beberapa daerah di tanah air. Krisis BBM yang sering terjadi ini disinyalir merupakan penyebab melemahnya rupiah terhadap dolar (Indartono, 2005). Peraturan Pemerintah tentang penggunaan biodiesel dan bioetanol sebagai bahan bakar substitusi sebenarnya telah dikeluarkan dan telah ditetapkan pembuatan biodiesel dari kelapa sawit dan jarak pagar serta bioetanol dari tebu dan singkong, namun menghadapi berbagai permasalahan.

Sago merupakan salah satu tanaman perkebunan penghasil karbohidrat sehingga dapat dijadikan bahan bakar pembuatan etanol untuk substitusi bahan bakar minyak (Tenda et

al., 2009). Indonesia sebagai negara yang terluas dengan areal sagunya dipastikan memiliki potensi terbesar dalam menghasilkan bioetanol, namun sampai saat ini perhatian terhadap pembudidayaan dan pemanfaatannya untuk industri belum mendapat perhatian yang cukup.

Secara alami, sagu tersebar hampir di setiap kepulauan di Indonesia dengan luasan terbesar di Papua, sedangkan semi budidaya di Maluku, Sulawesi, Kalimantan, dan Sumatera. Mengingat tanaman sagu di Indonesia sebagian besar merupakan tegakan alami atau vegetasi hutan alam dan lebih dari 60% merupakan sagu lewat masak tebang (LMT), maka perkiraan potensi produksinya perlu dibuktikan (Badan Litbang Kehutanan, 2007). Ada gambaran bahwa sagu yang berasal dari PNG dengan kerapatan 25 pohon/ha hanya menghasilkan pati 2,5 ton/ha, sedang di Malaysia dan Siberut yang berasal dari penanaman semi budidaya dengan kerapatan 30-36 pohon/ha menghasilkan 10,6 ton/ha dan pada budidaya intensif di Malaysia dengan kerapatan 136-139 pohon/ha memberikan hasil >25 ton/ha.

Berdasarkan perhitungan, produksi sagu jauh lebih besar dibandingkan konsumsi pati sagu sebagai bahan pangan dalam negeri (hanya 210.000 ton/th atau 4-5% dari potensi produksi sagu), oleh sebab itu perlu dipikirkan untuk memanfaatkan sisa tersebut untuk keperluan lain dan teknologi pengolahan bioetanol dari sagu harus disiapkan (Haska dan Ohta, 1991; Haska, 1995).

## DESKRIPSI TANAMAN SAGU

Tanaman sagu (*Metroxylon* spp.) secara taksonomi masuk ke dalam *ordo spadaciflora*, *famili palmae*, *genus Metroxylon*, *spesies Metroxylon* spp. Kata *Metroxylon* berasal dari bahasa Yunani, yaitu *Metro* berarti isi batang dan *xylon* yang berarti *xylem* (Tenda et al., 2009). Menurut Bintoro et al. (2010) sagu dari genus *metroxylon* dapat digolongkan dalam dua golongan besar. Pertama, sagu yang berbunga atau berbuah dua kali (*Pleonanthic*) dengan kandungan pati rendah dan kedua, tanaman sagu yang berbunga atau berbuah sekali (*Hepaxanthic*) yang mempunyai kandungan pati tinggi sehingga bernilai ekonomis untuk diusahakan. Golongan yang

pertama terdiri atas spesies *Metroxylon filarae* dan *Metroxylon elatum*, sedang golongan yang kedua terdiri atas 5 spesies penting yaitu *M. rumphii* (sagu tuni), *M. sagus* (sagu molat), *M. siivester* (sagu ihur), *M. longispinum* (sagu makanaru), dan *M. microcantum* (sagu rotan). Dari kelima spesies sagu yang memiliki arti ekonomi untuk diusahakan adalah sagu ihun, tuni dan molat.

Dari segi morfologi, sagu tumbuh dalam bentuk rumpun, terdiri atas 1-8 batang sagu yang pada pangkal tanaman tumbuh 5-7 batang anakan. Tajuk pohon terbentuk dan pelepah yang berdaun sirip dengan ketinggian pohon dapat mencapai 8-17 m tergantung jenis dan tempat tumbuh. Menurut Haryanto dan Pangloli (1992) batang sagu merupakan bagian yang terpenting dan tanaman ini karena penggunaannya dalam industri sangat luas seperti industri pangan, pakan, alkohol dan industri lainnya. Batang sagu tingginya dapat mencapai 10 m dengan diameter 35 - 50 cm bahkan dapat lebih besar. Umumnya bagian bawah batang bentuknya lebih besar dari yang atas dan kandungan pati lebih tinggi. Bentuk daun memancang dengan tulang daun di tengah. Pada tulang daun terdapat banyak daun dengan ruas-ruas daun yang mudah patah (Harsanto, 1996). Daun sagu mirip dengan daun kelapa tetapi mempunyai pelepah seperti daun pinang. Pada waktu muda pelepah tersusun berlapis tetapi pada waktu dewasa akan terlepas. Menurut Flach (1983)a pada tanaman dewasa sagu memiliki 18 tangkai daun dengan panjang sekitar 5 sampai 7 m. Dalam setiap tangkai terdapat 50 pasang daun dengan panjang 60 sampai 180 cm dan lebar sekitar 5 cm. Pada tanah liat dengan penyinaran baik, daun sagu yang terbentuk pada waktu muda berwarna hijau muda dan berangsur-angsur menjadi hijau tua, kemudian menjadi coklat kemerah-merahan apabila sudah tua.

Tanaman sagu berbunga dan berbuah pada umur antara 10-15 tahun tergantung jenis dan lingkungan tempat tumbuh. Awal fase berbunga dimulai dengan keluarnya daun bendera yang berukuran lebih pendek dari daun sebelumnya. Hasil pengamatan Flach (1983)b bunga sagu bercabang banyak terdiri dari cabang primer, sekunder dan tersier. Pada cabang tersier terdapat sepasang bunga jantan dan betina,

namun bunga jantan tepungsarinya punah sebelum bunga betina mekar. Oleh karenanya tanaman sagu dikategorikan dengan tanaman menyerbuk silang sehingga tanaman yang tumbuh sendiri jarang sekali membentuk buah. Harsanto (1986) menyatakan buah sagu bentuknya bulat kecil, bersisik dan berwarna coklat kekuning-kuningan, tersusun pada tandan seperti pada tanaman kelapa. Waktu bunga mulai muncul sampai fase pembentukan buah berlangsung dua tahun (Haryanto dan Panglioli, 1992).

Hasil pengamatan yang ada sagu tumbuh baik di daerah khatulistiwa, di tepi pantai, sepanjang aliran sungai dan pada tanah bergambut. Tempat tumbuh sagu berkisar antara 10 LU dan 10° LS dengan ketinggian sampai 700 m di atas permukaan laut. Menurut Harsanto (1986) pertumbuhan sagu yang baik, curah hujan antara 2000-4000 mm per tahun dan tersebar merata sepanjang tahun dengan temperatur 24°C sampai 30°C. Menurut Bintoro *et al.* (2010), sagu merupakan tanaman potensial untuk dikembangkan di daerah pasang surut karena produktivitasnya sangat tinggi, yaitu 20-40 ton/ha/tahun dengan cara mengelola lahan gambut sesuai dengan budidaya tanaman yang baik.

## POTENSI BAHAN BAKU

### Potensi Lahan Pengembangan Sagu

Menurut Mulyani dan Las (2008), data statistik penggunaan lahan pertanian di Indonesia sekitar 70,20 juta ha, dan sebagian besar lahan perkebunan 18,50 juta ha, tegalan 14,60 juta ha, lahan tidur 11,30 juta ha, serta

sawah 7,90 juta ha. Dilihat dari penggunaan lahan pertanian pertumbuhan perluasan lahan untuk tanaman pangan tidak banyak mengalami peningkatan pertumbuhan. Perluasan yang pesat justru pada tanaman perkebunan yang telah mencapai 18,50 juta ha pada tahun 2007 (BPS, 2007). Perluasan secara besar-besaran terjadi pada kelapa sawit, dari tahun 2000 sebesar 4,1 juta ha menjadi 7,5 juta ha tahun 2009 (Ditjenbun, 2009). Keberhasilan pengembangan tanaman sawit karena sebagai suatu proyek, tingkat pengembalian internal (*IRR, internal rate return*) proyek lebih besar dan rata-rata tertimbang biaya modal (*WACC, weighted average cost of capital*) sehingga proyek tersebut layak untuk dijalankan. Kendala yang terbesar dalam pengembangan tipe ini pada ketersediaan areal yang luas dan kapital yang besar (Pahan, 2007). Dari segi pengembangan kelapa sawit rakyat, baru dapat dilakukan bila pengembangan dilakukan oleh perusahaan besar dengan mengikutsertakan keberadaan petani sebagai plasma dengan cara membayar angsuran biaya investasi kebun dengan hasil panen sampai kreditnya lunas. Hal ini sangat berbeda dengan perkembangan tanaman sagu yang berbentuk hutan. Dari segi penggunaan lahan untuk tanaman sagu, menurut Flach (1983) Indonesia sudah sejak zaman dulu mengembangkan tanaman sagu dalam bentuk hutan. Areal pertanaman yang ada pada waktu itu sudah 1.114.000 ha, tersebar di kawasan Timur 95% dan hanya 4,1% di kawasan Barat. Data Badan Litbang Kehutanan (2007) terbaru, hutan sagu sekitar 1.250.000 ha yang tersebar di Maluku dan Papua sedang yang sudah semi budidaya terdapat di Papua, Maluku, Sulawesi, Kalimantan, Sumatera, Kepulauan Riau dan Mentawai (Tabel 1).

Tabel 1. Perkembangan luas areal sagu di beberapa daerah di Indonesia

No	Lokasi	Hutan sagu (ha)	Semi budidaya (ha)
1.	Papua	1.200.000	14.000
2.	Maluku	50.000	10.000
3.	Sulawesi	-	30.000
4.	Kalimantan	-	20.000
5.	Sumatera	-	30.000
6.	Kepulauan Riau	-	20.000
7.	Kepulauan Mentawai	-	10.000
Jumlah		1.250.000	134.000

Sumber: Badan Litbang Kehutanan (2007).

Tabel 2. Luas lahan yang sesuai untuk perluasan areal pertanian lahan basah.

Pulau	Lahanb (ha)		
	Rawa	Non rawa	Total
Sumatera	354.854	606.193	961.047
Jawa	0	14.393	14.393
Bali dan Nusa Tenggara	0	48.922	48.922
Kalimantan	730.160	665.779	1.395.939
Sulawesi	0	422.972	422.972
Maluku dan Papua	1.893.366	3.539.334	5.432.700
Indonesia	2.978.380	5.297.593	8.275.973

Sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2007).

Menurut Bintoro *et al.* (2007), luas areal sagu di Indonesia perlu pendataan baru dan dipetakan secara akurat. Informasi yang ada saat ini sangat lebar dengan kisaran 600.000-5.000.000 ha dengan sebagian besar data perkiraan.

### Potensi Lahan Pengembangan Sagu

Berdasarkan penilaian terhadap lahan pertanian dengan menggunakan peta sumber daya lahan skala eksplorasi yang ditumpang-tepatkan dengan peta pewilayahan komoditas unggulan nasional, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat dengan kriteria mengelompokkan fisiografi, tanah, bentuk wilayah, tipe iklim, ketinggian tempat, serta arahan pewilayahan komoditas, memperkirakan untuk Maluku dan Papua lahan yang sesuai bagi pengembangan sagu dapat mencapai 3.027.064 ha.

Data tersebut telah dimutakhirkan pada tahun 2007 oleh Badan Litbang Pertanian (2007), sehingga peluang ketersediaan lahan untuk pengembangan sagu jelas arealnya. Untuk keperluan tersebut telah dilakukan analisis citra Landsat untuk mengetahui penggunaan lahan saat ini. Berdasarkan pemetaan yang telah dihasilkan luas lahan yang sesuai untuk perluasan dapat dilakukan pada lahan rawa yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, Maluku dan Papua seluas 2.978.380 ha. Khusus untuk jenis sagu baruk walaupun produktivitas pati per hektar atau per pohon rendah hanya sekitar 30-100 kg, tanaman ini dapat tumbuh pada lahan non rawa yang tersedia di Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Papua seluas 5,3 juta ha (Tabel 2).

### Produktivitas Tanaman Sagu

Menurut Tenda dan Maskromo (2007) produktivitas tepung sagu di Indonesia cukup beragam tergantung jenis sagu. Di Papua 10 aksesori sagu asal Sentani kandungan karbohidrat berkisar 56-87%, kandungan pati sekitar 81-84%, dan tepung sagu unggul dalam satu batang berkisar antara 200-400 kg. Selama masa pertumbuhan tanaman, pati akan terakumulasi pada bagian empelur batang dan mencapai maksimum pada saat tangkai bunga muncul. Hasil survei Allorerung (1993) di beberapa daerah di Indonesia secara umum, umur panen

Tabel 3. Produktivitas pati sagu di beberapa daerah di Indonesia.

No	Lokasi	Perkiraan umur panen (tahun)	Produksi tepung basah (kg/batang)
1.	Jayapura	8-10	400
2.	Kaimana	7-10	400-700
3.	Sorong	7-10	300-375
4.	Paniai	7-10	360-500
5.	YapenWaropen	10-12	400-500
6.	Merauke	7-10	300-400
7.	Salawati	-	90-325
8.	Sungai Sepik	-	137,7
9.	Kampor	-	150-200
10.	Indragiri Hilir	-	138-367
11.	Bengkalis	-	200-300
12.	Kep.Riau	-	300
13.	Sulawesi Utara	-	200-450
14.	Kalimantan Barat	-	175-210
15.	Kepulauan Mentawai	-	300-400

Sumber: Allorerung (1993).

berkisar antara 7-12 tahun dengan kisaran produksi tepung basah per batang sekitar 90-700 kg (Tabel 3). Hasil survei Luntungan dan Hosang (2011) di Provinsi Riau, tanaman sagu yang sudah diusahakan secara komersil oleh perusahaan swasta di Kepulauan Meranti dapat menghasilkan tepung sagu per batang sebanyak 200 kg dan telah dimanfaatkan untuk pembuatan bermacam-macam kue dan bahan pembuat makanan mie.

Pati sagu saat ini, di pasar internasional relatif belum begitu dikenal. Padahal produksi karbohidrat dan tanaman sagu lebih tinggi dan tanaman-tanaman penghasil karbohidrat lainnya seperti : jagung, ketela pohon, dan tebu. Selain untuk bahan makanan, bioetanol dapat juga dihasilkan karbohidrat tanaman sagu. Diperkirakan dalam 1 ha tanaman sagu dapat menghasilkan pertahun bioetanol sebesar 12,2 kl/ha. (Tabel 4).

pemerintah untuk mengembangkan industri bioetanol dari bahan baku sagu (Rostiwati *et al.*, 2008). Ada dua macam bahan bakar yang dapat digunakan, yaitu pati sagu dan serat sagu, melalui empat langkah : a) hidrolisa bahan menjadi oligosakarida, b) hidrolisa oligosakarida menjadi gula, c) konversi gula menjadi etanol, dan d) pemurnian etanol sampai menjadi produk bioetanol.

Produk sagu yang utama adalah karbohidrat dalam bentuk polisakarida (pati), disamping bahan lain yang berbentuk serat dari empulur batang sagu. Secara teoritis pati dihidrolisa menghasilkan gula sederhana atau glukosa. Molekul pati yang terhidrolisa akan bereaksi dengan air pada rantai C yang terlepas hingga berat molekulnya bertambah (Lyons, 1999).

Proses hidrolisa serat dari empulur batang sagu memerlukan proses tambahan. Empulur dihaluskan sehingga parutan serat ukurannya

Tabel 4. Produksi karbohidrat dan bioetanol tanaman sagu.

Jenis tanaman	Produksi (ton/ha)	Karbohidrat	Produksi karbohidrat (ton/ha)	Produksi bioetanol (kl/ha)
Tebu	70	Gula 15 %	10	6,4
Ketela pohon	25	Pati 25 %	6,25	3,8
Jagung	5	5 ton	5	3
Sagu	20	250 kg/btg	20	12,2

Sumber: Ishizaki (2007).

Berdasarkan data luas areal tanaman sagu dalam bentuk hutan sagu sebesar 1,5 juta ha dan yang telah dibudidayakan di seluruh Indonesia seluas 134.000 ha, dapat dibuat perkiraan produktivitas tepung sagu untuk setiap provinsi yang ada. Dengan asumsi untuk hutan sagu produktivitas per pohon 100 kg tepung sagu dengan panen tanaman 30 pohon/tahun dan untuk yang dibudidayakan dapat menghasilkan 200 kg tepung sagu dengan panen tanaman 50 pohon/tahun, maka total tepung sagu yang dapat dihasilkan seluruh Indonesia potensinya dapat mencapai 6,84 juta ton/tahun.

#### Teknologi Pengolahan Sagu menjadi Bioetanol

Teknologi pembuatan bioetanol telah tersedia, hal inilah yang mempermudah

berbentuk pati yang sama. Pada prinsipnya proses hidrolisa dimulai dengan proses likuifikasi secara enzimatik. Pemberian hemiselulose dan selulose pada substrat untuk proses sakarifikasi memberikan hasil yang cukup signifikan terhadap gula (Pontoh dan Low, 1995).

Pada proses fermentasi, kadar gula substrat diatur rata-rata 15% gula yang terbentuk dari proses hidrolisa pati dapat digunakan strain *Saccharomyces cerevisiae*. Konversi gula menjadi alkohol berkisar antara 46-48%. Untuk produk hidrolisa bahan tersebut diperlukan strain yang dapat mengkonversi xylosa menjadi alkohol. Untuk keperluan ini diperlukan bakteri *Zymomonas mobilis*. Proses ini memerlukan waktu 36 jam pada suhu 28-30°C.

## PELUANG DAN TANTANGAN

Tanaman sagu sudah dikembangkan di beberapa provinsi di Indonesia, seperti : Papua, Maluku, Sulawesi, Kalimantan, Sumatera, Kepulauan Riau dan Mentawai. Selain itu terdapat hutan sagu di Papua dan Maluku yang diperkirakan mencapai jutaan hektar. Namun demikian dilihat dari produktivitas per hektar masih rendah karena antara satu tempat dengan yang lain keragamannya sangat besar produktivitasnya (Allorerung, 1993). Data areal tanaman sagu untuk suatu daerah berbeda-beda karena ada yang sudah dibudidayakan dan ada yang masih bersifat hutan. Untuk mendapatkan sumber data yang tepat sehingga potensi tanaman dapat diinformasikan menurut Bintoro *et al.* (2007) disarankan agar data diperbaharui dan dipetakan secara akurat. Di bawah ini disajikan peluang dan tantangan tanaman sagu bila tanaman ini akan dijadikan sumber bahan pangan dan industri BBN.

### Peluang

Tanaman sagu dapat dengan mudah bertumbuh di daerah khatulistiwa, tepi pantai dan sepanjang daerah aliran sungai. Lingkungan terbaik untuk tanaman sagu di daerah berlumpur, kaya mineral dan bahan organik, air tanah warna coklat dan bereaksi masam. Sagu dapat tumbuh juga dengan baik pada tanah liat yang kaya akan bahan organik seperti hutan mangrove dan nipah. Selain itu sagu dapat tumbuh pada tanah vulkanik, latosol, andosol, podsolik merah kuning, alluvial, hidromorfik kelabu, dll. (Haryanto dan Pangloli, 1992). Menurut Bintoro *et al.* (2010) tanaman sagu dapat tumbuh baik pada lahan gambut apabila manajemen lahannya dapat diolah dengan baik. Total lahan gambut di Indonesia cukup besar tersebar di Sumatera, Kalimantan dan Papua. Perkiraan luas gambut di Indonesia menurut beberapa nara sumber dapat mencapai total 13,5 – 26,5 juta ha. Sebagian besar pertanaman sagu belum menerapkan inovasi teknologi yang ada. Sehingga teknologi yang sudah ada jika dilakukan desiminasi akan berdampak dalam diversifikasi hasil yang optimum. Teknologi yang

siap pakai saat ini meliputi pemilihan pohon induk tanaman, cara pembibitan, budidaya tanaman, pengolahan pati sagu, pembuatan etanol, ampas sagu sebagai herbisida atau pestisida, bahan pangan dan bahan baku industri. Selain itu ketersediaan lahan untuk pengembangan sagu di luar dan yang sudah dibudidayakan diperkirakan di daerah rawa 3,0 juta ha dan non rawa dapat mencapai 5,3 juta ha.

### Tantangan

Masalah utama dalam rangka pengembangan tanaman sagu belum tersedianya varietas unggul dengan produktivitas hasil pati yang tinggi. Tanaman sagu yang sudah dilepas merupakan hasil seleksi dari populasi yang ada, sehingga kenaikan produktivitas tidak begitu signifikan dibandingkan dengan penggunaan dalam bentuk varietas. Salah satu kelemahan pengembangan tanaman sagu, uji tanaman ini baru dapat berkembang dengan baik apabila sumberdaya air tersedia dengan cukup selain kebutuhan nutrisi tanah. Kebutuhan air di perkebunan sagu untuk tanah gambut dipenuhi dan air kanal yang dibangun. Tinggi optimal air di kanal yang baik sekitar 30-50 cm. Lain halnya dengan tanaman sagu jenis lainnya yang disebut sagu baruk, tipe ini dapat tumbuh pada lahan kering atau non rawa. Karena tanaman ini letaknya lebih banyak dikembangkan di daerah terpencil dan berawa, maka teknologi yang dihasilkan instansi/lembaga yang berkompeten dan diseminasinya belum begitu dikenal masyarakat atau konsumen sehingga perlu ditingkatkan.

## KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

### Kesimpulan

Tanaman sagu sudah lama dikembangkan di Indonesia, dengan tanaman yang sudah dibudidayakan. Luasannya sudah mencapai 134.000 ha dan dalam bentuk hutan sagu sekitar 1,225 juta ha. Berdasarkan ketersediaan lahan pertanian, potensi lahan untuk pengembangan sagu di Indonesia untuk lahan rawa yang

tersebar di Sumatera, Kalimantan, Maluku dan Papua seluas 3,0 juta ha. Sedang untuk tanaman sago non rawa tersedia di Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Kalimantan, Maluku dan Papua seluas 5,3 juta ha. Dari segi produksi, pati sago per batang tanaman sago dapat menghasilkan tepung basah sekitar 90-700 kg. Berdasarkan data luas tanaman sago dalam bentuk hutan sago dan yang telah dibudidayakan, potensi produktivitas sago seluruh Indonesia dapat mencapai 6,84 juta ton/tahun. Peluang untuk mengembangkan tanaman sago berupa: hasil inovasi teknologi sudah tersedia dalam bentuk bibit, pengolahan tepung, bioetanol, dan herbisida.

### Implikasi Kebijakan

Tantangan yang terbesar dalam mengembangkan tanaman sago adalah teknologi budidaya dan produktivitasnya. Untuk itu disarankan agar pelepasan varietas sago ini diarahkan/didasarkan pada pemuliaan baik konvensional maupun inkonvensional serta inovasi teknologi yang sudah dimiliki perlu segera dilakukan desiminasinya. Apabila tanaman sago ini dapat diperluas dengan varietas unggul selain produktivitas dapat dinaikkan, fungsinya sebagai pengaman lingkungan melalui absorpsi emisi CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan pada lahan rawa dan gambut juga dapat ditingkatkan. Apabila jumlah emisi gas CO<sub>2</sub> yang diserap tanaman sago sebesar 240 ton CO<sub>2</sub>/ha/tahun, Indonesia dapat memperoleh kompensasi *carbon trade* dari luas lahan sago lebih dari 1,3 juta ha.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Pertanian. 2007. Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis. Jakarta. 30 hlm.
- Badan Litbang Kehutanan. 2007. Potensi hutan sago. Kendala pemanfaatan dan prospek pengembangannya. Badan Litbang Kehutanan.
- Bintoro, M.H., N. Mashud, dan H. Novianto. 2007. Status teknologi sago. Makalah disampaikan pada Lokakarya Pengembangan Sagu di Indonesia. Batam, 25-26 Juli 2007.
- BPS. 2007. Statistik Indonesia 2007. Badan Pusat Statistik Jakarta.
- BPS. 2008. Badan Pusat Statistik. Statistik Pertanian Jakarta.
- Bintoro, H.M.H., H.M. Yanuar, J. Purwanto, dan S. Amarilis. 2010. Sagu di Lahan Gambut. IPB Press. 169 hlm.
- Bank Dunia. 2011. Indikator Pembangunan Dunia ([http://www. Google.com/ publikdata ? ds = wb Wdi & met + sp pop toll & idim = country; I DN & dl = id & q =Jumlah Penduduk Indonesia](http://www.Google.com/publikdata?ds=wbWdi&met+sp+pop+toll&idim=country;IDN&dl=id&q=JumlahPendudukIndonesia)).
- Ditjenbun. 2009. Statistik Perkebunan. Tree Crop Estate Statistics 2008-2010. Kelapa Sawit. Direktorat Jenderal Perkebunan. 60 hlm.
- Flach, M. 1983a. The Sago Palm Domestication Exploitation and Products. FAQ Plant Production and Protection. 85 pp.
- Flach, M. 1983b. Yield potensial of the sago palm (*Metroxylon sago*) and its realization. First International Sago Symposium. Kuching, 5-7 Juli 1976. Pp. 157-177.
- Harsanto, P.B. 1986. Budidaya dan Pengolahan Sagu. Kanisius, Yogyakarta.
- Haryanto, B dan P. Pangloli. 1992. Potensi dan Pemanfaatan Sago Kanisius, Yogyakarta. 140 hlm.
- Haska, N. 1995. Alcohol production from Sago starch granule by simultaneous hydrolyzation and fermentation using a raw starch digesting enzyme from *Aspergillus* sp. No 47 and *Saccharomyces cerevisioe* no. 32. Acta, Horticulture ISHS, No. 389:161-178.
- Haska, N. and Ohto, Y. 1991. Pre treatment effects on hydrolysis of sago starch granules by raw starch-digesting Amylase from *Penicellium bruneum*. In. Towards Greater Advancement of the Sago Industry in the'gos. Proceeding of the Fourth International Sago Symposium, August 6-9 1990. P.160-172.
- Indartono, Y.S. 2005. Krisis Energi di Indonesia: Mengapa dan harus bagaimana. J:\Inovasi online Vol. 5-VIII-Nopember 2005. Diunduh tanggal 10 September 2007.

- Ishizaki, A. 2007. Neefor's new technology for bioethanol from sagu log. Prosiding Lokakarya Pengembangan Sagu di Indonesia: Batam 25-26 Juli 2007. Puslitbang Perkebunan Bogor.
- Luntungan, H.T, dan M.Hosang. Laporan Survei Pertanaman Sagu di Propinsi Riau. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 13 hlm.
- Lyons, T.P. 1999. Thinking outside the box. Ethanol production in the next mellenium: processors of raw materials, not just ethanol producers. In: The Alcohol Textbook. Third Edition. Jadgues, P., T.P. Lyons, D.R. Kelsall. Nottingham, UK. pp: 1-6.
- Mulyani, A dan I. Las. 2008. Potensi Sumber Daya Lahan dan Optimalisasi Pengembangan Komoditas Penghasil Bioenergi di Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian 27 (1):2008. Hlm. 31-41.
- Pahan, I. 2007. Kelapa Sawit. Manajemen Agribisnis dan hulu hingga hilir. Penebar Swadaya. Jakarta. 411 hlm.
- Pontoh, J. Dan N.H. Low. 1955. Glucose syrup production from Indonesia Palm and Cassava Starch. Food Research International. 28:379-385.
- Rauf, A.Wahid dan M.S. Lestari. 2009. Pemanfaatan Komoditas Pangan Lokal sebagai Sumber Pangan Alternatif di Papua. Jurnal Litbang Pertanian, 28 (2):54-62.
- Rostiwati, T. Y. Lisnawati, S. Bustomi, B. Leksono, D. Wahyono, S. Prodjadinata, R. Bagidarmanti, D. Djaenudin, E. Sumadiwangsa, dan N. Haska. 2008. Sagu Sebagai Sumber Energi Bioetanol Potensial. Puslitbang Hutan Tanaman. Badan Litbang Kehutanan. 70 hlm.
- Tenda, E.T dan I. Maskromo.2007. Potensi produksi dan karateristik kimia aci beberapa aksesori sagu unggul di Papua. Lokakarya pengembangan sagu di Indonesia. Batam 25-26 Juli 2007.
- Tenda,E.T., R.T.P. Hutapea dan M.Syakir. 2009. Sagu tanaman perkebunan penghasil bahan bakar nabati. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Hlm. 143-160.