

## Peluang Pengembangan Agave Sebagai Sumber Serat Alam

BUDI SANTOSO

Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat  
*Indonesian Tobacco and Fiber Crops Research Institute*  
Jl. Raya Karangploso. Kotak Pos 199, Malang 65152

Terima tanggal 20 Januari 2008. Disetujui tanggal 16 September 2009.

### ABSTRAK

Agave merupakan tanaman penghasil serat alam potensial dengan keunggulan serat kuat, tahan terhadap kadar garam tinggi, dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Serat alam agave banyak dimanfaatkan antara lain dalam industri rumah tangga, bahan interior mobil dan tali-temali. Produksi serat agave dunia pernah mencapai 300.000 ton yang dihasilkan dari Brazil, China, Kenya, Tanzania, Madagaskar, Indonesia dan Thailand. Agave masuk di Indonesia pada awal abad ke-19, yaitu sebelum perang dunia ke II. Pada tahun 1939, salah satu perkebunan besar di Indonesia telah menanam agave seluas 10.000 hektar dengan produksi serat sebesar 23.000 ton, dan Indonesia pernah menghasilkan serat agave sebanyak 80.000 ton. Namun, dalam perkembangan selanjutnya pertanaman agave semakin menurun. Pada tahun 2007 kebutuhan serat agave internasional 319.000 ton, namun produksi serat hanya mencapai 281.800 ton sehingga masih kekurangan pasokan sebanyak 37.200 ton. Kebutuhan serat agave dalam negeri periode 2006-2009 mencapai 1.982 ton/tahun; sebagian besar, yaitu 1.340 ton dipasok dari luar negeri, sisanya 642 ton diperoleh dari dalam negeri. Rendahnya harga serat agave merupakan salah satu kendala pengembangan di dalam negeri; harga serat agave dalam negeri hanya Rp. 5.000,-/kg dibandingkan dengan harga serat impor mencapai Rp. 9.000,-/kg. Input teknologi untuk mengembangkan industri serat agave sebenarnya sudah cukup memadai dan apabila tanaman ini diusahakan dengan asupan teknologi yang ada maka usahatani agave memberikan keuntungan yang cukup signifikan dengan B/C ratio 1,29. Dengan demikian pengembangan tanaman agave di dalam negeri masih prospektif, terutama di daerah yang secara tradisional sudah mengembangkan agave, seperti di Jawa Timur yang memiliki agroklimat, kesuburan tanah dan jenis tanah yang sesuai, seperti di Kabupaten Pamekasan, Sumenep, Sampang, Banyuwangi, Jember, Lumajang, Malang, Blitar, Tulungagung, Trenggalek, Pacitan, Ngawi, Tuban, Bojonegoro dan Lamongan.

Kata kunci: *Agave cantala*, *A. sisalana*, serat alam, lahan batu kapur, industri kelengkapan mobil.

### ABSTRACT

#### ***Prospect of Agave Development as A Source of Natural Fiber***

Agave is a prospective natural fiber-producing crop with superior fiber strength, resistant to high salinity, can be renewable, and environmentally friendly. Agave natural fiber is widely used among others in household industry, interior materials and rigging. The world production of agave fiber had reached 300,000 tons produced by Brazil, China, Kenya, Tanzania, Madagascar, Indonesia, and Thailand. Agave was first introduced to Indonesia in the early 19<sup>th</sup> century that is before the World War II. In 1939, one of the big estates in Indonesia planted 10,000 acres of agave with fiber production of 23,000 tons, and Indonesia had produced agave fiber as much as 80,000 tons. However, in the further development the cultivation of agave was declined. In 2007, the international demand of agave fiber was 319,000 tons; nevertheless, the fiber production was only reached 281,800 tons, so still shortages of 37,200 tons. In 2006-2009, the domestic demand of agave fiber reached 1,982 tons/year; most of 1,340 tons were supplied from abroad, the rest (642 tons) was supplied from the country. One of the constraints in the national development of agave fiber was the low of price. The domestic price of agave fiber was only Rp. 5,000/kg compared to the price of fiber import (Rp. 9, 000,-/kg). In fact, technological input to improve the fiber industry of agave was quite sufficient, if this crop is cultivated with existing technology input; thus, the agave farming system provides significant benefit with the B/C ratio of 1:29. Hence, the domestic development of agave is still prospective especially in areas that traditionally had developed agave as in East Java that has suitable agro-climate, soil fertility, and soil type such as in Pamekasan, Sumenep, Sampang, Banyuwangi, Jember, Lumajang, Malang, Blitar, Tulungagung, Trenggalek, Pacitan, Ngawi, Tuban, Bojonegoro, and Lamongan districts.

Key word: *Agave cantala*, *A. sisalana*, natural fiber, lime stones area, car assesories industries.

## PENDAHULUAN

Serat alam dari tanaman sudah lama dimanfaatkan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, misalnya untuk tekstil, tali temali, sikat, tambalan, tenun, atap, kertas, kerajinan (keranjang/tas, tikar, keset, serta barang anyaman lain), bahan bangunan dan konstruksi, serta bahan pembuatan serat sintetik. Di antara 72 jenis tanaman penghasil serat alam yang banyak digunakan di dunia, 9 jenis merupakan penghasil serat utama, di antaranya adalah *Agave cantala* (cantala/kantala atau nanas sebrang) dan *A. sisalana* (sisal) dengan kegunaan utama untuk bahan baku tali temali (Brink dan Escobin, 2003).

*A. cantala* berasal dari Meksiko dan dibawa ke Indonesia oleh orang Spanyol. Industri serat berbahan baku kantala berkembang di Indonesia pada abad ke 19. Sedangkan *A. sisalana* yang juga berasal dari Meksiko, dibawa ke Indonesia pada tahun 1913. Kedua jenis agave tersebut berbeda diskripsi tanamannya. Ciri-ciri *A. cantala* warna daun kelabu kebiruan, tepi daun berduri tajam rapat dan lebih tahan kering serta produksi serat agak rendah. Adapun ciri-ciri *A. sisalana* warna daun hijau, tepi daun berduri, berjarak agak renggang dan tahan kering serta produksi serat tinggi. Pengembangan *A. cantala* banyak diusahakan di daerah Madura, yang tergolong tanah kering dan beriklim kering disertai batu kapur. Budidaya *A. cantala* dilakukan secara sambilan oleh petani. Hal ini terbukti dari penanamannya hanya di pematang-pematang saja dan tidak pernah dipelihara, tetapi dipanen setiap tahun. Pada saat ini tanaman dikembangkan dari anakan (*sucker*) yang tumbuh dari dalam tanah dalam jumlah sedikit, sehingga bahan tanaman merupakan hambatan bagi petani dalam membudidayakan tanaman tersebut. Berbeda dengan *A. cantala*, *A. sisalana* sebagian besar diusahakan di lereng-lereng bukit berkapur dan beriklim kering. Pengembangan *A. sisalana* berada di Malang Selatan, Jember dan Blitar Selatan. Para petani menanam *A. sisalana* ditumpangsari dengan palawija seperti jagung, kacang tanah dan kedelai.

Pengembangan nylon dan serat sintetik lain dengan kekuatan serat prima dan daya pakai yang lebih lama, menyebabkan penggunaan serat alam untuk tali temali berkurang. Sebagai contoh

serat daun *A. sisalana* Perrine dan *A. fourcroydes* Lem. yang sudah lama digunakan sebagai pengikat untuk mengencangkan bal rumput kering, sudah diganti dengan bahan sintetis (Wood, 1997 dalam Brink dan Escobin, 2003). Namun, penggunaan kedua jenis agave sebagai bahan baku serat alam, prospeknya masih cukup tinggi mengingat permintaan dunia terhadap serat alam yang berasal dari agave belum terpenuhi. Kebutuhan dunia terhadap serat agave mencapai 319.000 ton/tahun. Sedangkan produksi serat agave dari berbagai Negara penghasil serat di dunia hanya mencapai 281.800 ton/tahun (Anonim., 2007).

Di dalam negeri, serat agave banyak digunakan sebagai tali untuk mengemas hasil panen tembakau. Kebutuhan tali untuk mengemas hasil panen tembakau di Madura mencapai 600 ton/tahun, yang diperoleh dari *A. cantala* Perrine, berasal dari Madura sendiri (Tirtosuprobo *et al.*, 1993). Selain itu, industri tali kapal laut juga banyak menggunakan serat agave, tetapi dari jenis *A. sisalana*, karena mempunyai kekuatan lebih baik dan tahan terhadap kadar garam tinggi. Kebutuhan serat agave untuk tali kapal laut mencapai 20-30 ton/bulan di satu industri di Jawa Barat. Serat agave dari jenis *A. sisalana* juga banyak digunakan di Tulungagung untuk kerajinan rakyat, seperti keset, sapu dan sikat. Bahan baku untuk kerajinan tersebut dipasok dari Blitar Selatan berupa serat kering Grade A yang mencapai 10 ton/bulan, dengan harga Rp. 5.000,-/kg.

Industri lain di dalam negeri yang menyerap serat agave adalah industri kuas, pembungkus kabel, kerajinan rumah tangga, pulp, campuran karpet, karung, geotekstil dan jala ikan, namun informasi mengenai kuantitasnya tidak ada. Beragamnya manfaat agave sebagai sumber serat alam, membuka peluang untuk mengembangkan komoditas tersebut. Menurut Brink dan Escobin (2003), pada tahun 1996-2000, Indonesia menghasilkan serat agave (*A. sisalana*) 500 ton/tahun, atau 0,2% dari produksi serat sisal dunia.

Tulisan ini membahas masalah tentang peluang pengembangan agave sebagai sumber serat alam untuk bahan baku industri di dalam

negri, seperti tali kapal laut, tali temali, kerajinan rumah tangga, pemoles mesin, kuas, pembungkus kabel, campuran karpet, karung geotekstil dan jala ikan, serta kebutuhan ekspor sebagai bahan baku pulp kertas, dashboard, doortrim dan interior mobil.

## PRODUKSI DAN KEBUTUHAN SERAT AGAVE DUNIA

Agave merupakan tanaman tahunan yang terdiri dari 19 genus, 500 species dan sebagian besar berasal dari daerah panas (Ochse *et al.*, 1961). Beberapa jenis Agave yang menghasilkan serat alam dan diusahakan secara komersial di dunia adalah *Agave fourcroydes* atau sering disebut Henequen; *A. angustifolia*; *A. kewensis*; *A. tequida*; *A. atfenuata*; *A. sisalana*; dan *A. cantala*. Untuk jenis *A. sisalana* dan *A. cantala*, keduanya sama-sama tahan terhadap kekeringan, dan mampu tumbuh di daerah marginal, batu berkapur. Serat *A. cantala* lebih kuat, keras, tetapi produksinya agak rendah dibanding dengan *A.*

*sisalana*.

Produksi serat agave dunia dalam kurun waktu antara tahun 1996 sampai dengan tahun 2000 mencapai 251.500 ton. Beberapa Negara penghasil serat agave disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Produksi serat kering agave dari beberapa negara (tahun 1996-2000)

No	Negara	Produksi serat kering Agave (ton)
1.	Brazil	153.000
2.	China	35.000
3.	Kenya	24.000
4.	Tanzania	22.000
5.	Madagascar	17.000
6.	Indonesia	450
7.	Thailand	50
Jumlah		251.500

Sumber : Anonim (2004)

Brazil merupakan negara penghasil serat Agave nomer satu dunia sebesar 153.000 ton, kemudian diikuti, China, Kenya, Tanzania, Madagascar, Indonesia dan Thailand (Gutierrez *et al.*, 2008; Chand *et al.*, 1998). Sebagian besar

Tabel 2. Produksi serat kering agave dari beberapa negara produsen mulai (tahun 2001-2007)

No	Jenis Agave / Negara	Tahun						
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1.	<b>Agave sisalana</b>							
	<b>Total Afrika</b>	<b>63.700</b>	<b>59.000</b>	<b>60.100</b>	<b>67.700</b>	<b>67.800</b>	<b>74.000</b>	<b>87.600</b>
	- Angola	500	500	500	500	500	500	500
	- Ethiopia	700	700	700	700	700	700	700
	- Kenya	23.200	22.100	25.000	25.600	25.700	25.000	27.600
	- Madagascar	12.000	8.400	6.400	9.500	9.500	9.500	9.500
	- Mozambique	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	- Afrika selatan	1.700	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600
	- Tanzania	23.500	23.600	23.900	26.800	27.800	35.000	46.000
	<b>Total Amerika Latin</b>	<b>140.700</b>	<b>151.100</b>	<b>155.000</b>	<b>152.700</b>	<b>125.000</b>	<b>137.300</b>	<b>137.300</b>
	- Brazil	127.300	138.100	142.000	139.700	112.000	124.300	124.300
	- Haiti	2.100	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200
	- Jamaica	300	300	300	300	300	300	300
	- Venezuela	11.000	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500	10.500
	<b>Negara lain</b>	<b>37.000</b>	<b>38.000</b>	<b>35.000</b>	<b>35.000</b>	<b>35.000</b>	<b>35.000</b>	<b>35.000</b>
	- China	37.000	38.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000
	<b>Total serat Agave sisalana</b>	<b>241.300</b>	<b>248.100</b>	<b>250.100</b>	<b>255.400</b>	<b>127.800</b>	<b>246.300</b>	<b>259.900</b>
2.	<b>Agave fourcroydes (Henequen)</b>							
	- Cuba	1.500	1.300	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
	- Mexico	27.100	16.600	16.300	17.000	17.000	17.000	17.000
	- Negara lain	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
	<b>Total A. fourcroydes</b>	<b>32.100</b>	<b>21.400</b>	<b>21.200</b>	<b>21.900</b>	<b>21.900</b>	<b>21.900</b>	<b>21.900</b>
	<b>Total A. sisalana. dan A. fourcroydes</b>	<b>273.400</b>	<b>269.500</b>	<b>271.300</b>	<b>277.300</b>	<b>249.700</b>	<b>268.200</b>	<b>281.800</b>

Sumber : Anonim (2007)

negara penghasil serat agave, memproduksi hanya untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sendiri, diekspor bilamana ada kelebihan.

Produksi serat Agave dunia dari jenis sisalana dan fourcroydes pada sembilan tahun terakhir (2001 – 2007) di masing-masing negara produsen tersaji pada Tabel 2.

Produksi serat kering agave jenis sisalana dan fourcroydes di dunia berfluktuasi antara tahun 2001 sampai dengan tahun 2007 (Tabel 2). Produksi serat kering agave pada tahun 2007 mencapai 281.800 ton. Bilamana dikaitkan dengan kebutuhan serat agave dunia sebesar 319.000 ton dan produksi serat agave hanya mencapai 281.800 ton pada tahun 2007, maka masih terjadi kekurangan kebutuhan serat sebesar 37.200 ton. Kekurangan kebutuhan serat agave dunia ini akan bertambah bilamana di daerah Afrika Selatan terjadi kekeringan akibat system pemanasan global seperti pada tahun 2008 dan tahun 2009.

Impor bahan serat dan manufactures agave dunia dari tahun ke tahun mengalami perubahan dalam kurun waktu tahun 2001 sampai dengan tahun 2007 (Tabel 3). Hal ini terjadi diduga karena permintaan pasar bahan serat dan manufactures, tidak bergerak secara linier, tetapi berfluktuasi.

Pada tahun 2007 impor bahan serat dan manufactures mencapai 302.000 ton.

Tabel 3. Impor bahan serat dan manufactures agave dunia

Uraian	Tahun						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	.....ton.....						
Bahan Serat	121.900	119.400	137.600	141.400	117.800	115.100	120.000
Manufactures	167.200	157.600	192.900	195.400	149.100	174.800	182.000
Total	289.100	277.000	330.500	336.800	266.900	289.900	302.000

Sumber : Anonim (2007)

Tabel 4. Ekspor bahan serat dan manufacture agave dunia

Uraian	Tahun						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	.....ton.....						
Bahan Serat	74.300	94.800	103.300	110.600	103.300	100.900	108.000
Manufactures	112.100	99.000	111.700	122.600	93.600	93.700	102.000
Total	186.300	193.800	215.000	233.200	196.900	194.600	210.000

Sumber : Anonim (2007)

Ekspor bahan serat dan manufactures Agave dunia polanya hampir sama dengan impor, mengalami penurunan dan kenaikan dari tahun ke tahun mulai dari tahun 2001 sampai dengan 2007 (Tabel 4). Berdasarkan data impor/ ekspor tersebut maka diduga permintaan bahan serat dan manufactures dunia belum dapat terpenuhi, sehingga memberikan peluang cukup besar bagi produsen serat Agave untuk memperluas areal dan meningkatkan produksinya.

## PRODUKSI DAN KEBUTUHAN SERAT AGAVE INDONESIA

Agave masuk di Indonesia pada awal abad ke-19, yaitu sebelum perang dunia ke II. Perkebunan besar telah menanam agave seluas 10.000 hektar dengan produksi serat 23.000 ton pada tahun 1939 (Tohir, 1967). Indonesia pernah menghasilkan serat agave sebanyak 80.000 ton (Lock, 1969). Daerah pengembang agave terdapat di Jawa Timur (Banyuwangi, Madura, Jember, Malang, Blitar, dan Kediri), di Jawa Tengah (Kulon Progo, Magelang, Solo dan Yogyakarta) di Jawa Barat (Pamanukan dan Ciamis) dan di Sumatera Utara (Pematang Siantar dan Bilah). Pada umumnya daerah pengembangan agave adalah berbatu kapur dan beriklim kering. Serat agave di Indonesia

dimanfaatkan untuk dibuat karung goni. Hasil-hasil pertanian seperti gula merah, tepung tapioka, jagung, padi, beras, kedelai dan kacang hijau dikemas dalam karung agave. Keunggulan karung terbuat dari agave disamping kuat, juga memiliki pori-pori sehingga proses oksidasi bahan yang dikemas masih dapat terjadi dengan baik.

Setelah Indonesia merdeka tahun 1945 sampai dengan tahun 2009, luas perkebunan agave mengalami penurunan secara tajam. Kemerosotan luas areal tanaman agave dikarenakan oleh kemasan hasil-hasil pertanian beralih ke bahan karung plastik, sehingga banyak tanaman agave yang dibongkar diganti dengan tanaman lain. Namun masih ada sisa-sisa perkebunan agave yang dimiliki oleh rakyat yang dipertahankan, akan tetapi tidak dirawat hanya diambil seratnya saja. Sehingga produksi seratnya sangat rendah. Tanaman agave masih ditemukan dan dibudidayakan oleh petani di Blitar Selatan dan Malang Selatan. Menurut Sudjindro *et al.* (2006), tanaman *A. sisalana* yang ditanam petani Blitar Selatan dan Malang Selatan walaupun ditanam di tanah berkapur dan kurang pemeliharaan, namun pertumbuhannya cukup baik.

Tabel 5. Luas areal dan produksi serat kering *A. cantala* Perrine di beberapa kecamatan dalam Kabupaten Sumenep Madura tahun 2004

No.	Kecamatan	Luas areal .....ha.....	Produksi serat kering .....ton.....
1.	Lenteng	121,00	92,46
2.	Gading	100,00	95,50
3.	Batang-batang	29,00	31,17
4.	Rubaru	20,00	19,25
5.	Batuputih	21,25	23,12
6.	Pragaan	10,00	8,22
7.	Bluto	20,00	13,70
8.	Saronggi	12,00	9,63
9.	Guluk-guluk	8,00	6,87
10.	Pasongsongan	13,00	12,38
11.	Ambunten	10,00	8,28
12.	Kota Sumenep	9,00	8,10
13.	Kalianget	7,00	6,70
14.	Gapura	7,00	6,88
15.	Manding	5,00	4,14
16.	Dasuk	19,00	17,91
17.	Dungkek	8,00	6,75
18.	Gayam	4,00	5,42
Jumlah		423,25	376,48

Sumber : Anonim (2004a)

Madura yang dikenal sebagai daerah tandus dan kering, namun banyak ditemukan tanaman agave. Jenis agave yang tumbuh di Madura adalah *species A. cantala*. Luas areal tanaman agave di Kabupaten Sumenep 423,25 ha dengan produksi serat 376,48 ton, produktivitas serat masih rendah, sekitar 0,89 ton/ha (Tabel 5). Hal ini karena *A. cantala* dibudidayakan secara sambilan, hanya ditanam sebagai tanaman pagar di pematang. Hasil seratnya diproses menjadi tali dengan teknologi yang amat sederhana atau tradisional. Setiap pelosok desa di Kabupaten Sumenep yang ada tanaman *A. cantala* mempunyai 2-3 kelompok pengrajin tali agave. Para petani *A. cantala* menjual daun agave ke kelompok pengrajin tali. Langkah berikutnya daun agave diproses menjadi serat dan dilanjutkan untuk dipintal membentuk tali.

Luas areal *A. cantala* di Kabupaten Pamekasan mencapai 145 ha, berdasarkan taksasi produksi dari Dinas Kehutanan dan Perkebunan Pamekasan menghasilkan serat kering 145 ton (Tabel 6). Tingkat produktivitas serat berdasarkan taksasi di daerah Kabupaten Pamekasan mencapai 1 ton/ha. *A. cantala* mempunyai produksi serat rendah, tetapi lebih tahan kekeringan. Menurut Sastrosupadi *et al.* (2004), Agave yang mempunyai bentuk tepi daun berduri, tahan terhadap cekaman kekeringan.

Berdasarkan data produksi serat dari Kabupaten Sumenep dan taksasi produksi serat dari Kabupaten Pamekasan, dapat dihasilkan serat 521,48 ton. Produksi serat agave tersebut hanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan

Tabel 6. Luas areal *A. cantala* Perrine di beberapa kecamatan dalam Kabupaten Pamekasan Madura tahun 2004

No.	Kecamatan	Luas areal .....ha.....	Taksasi produksi serat kering .....ton.....
1.	Proppo	10,00	10,00
2.	Palengaan	25,00	25,00
3.	Pagantenan	20,00	20,00
4.	Larangan	15,00	15,00
5.	Kadur	10,00	10,00
6.	Pakong	15,00	15,00
7.	Waru	25,00	25,00
8.	Pasean	9,00	9,00
9.	Batumamar	16,00	16,00
Jumlah		145,00	145,00

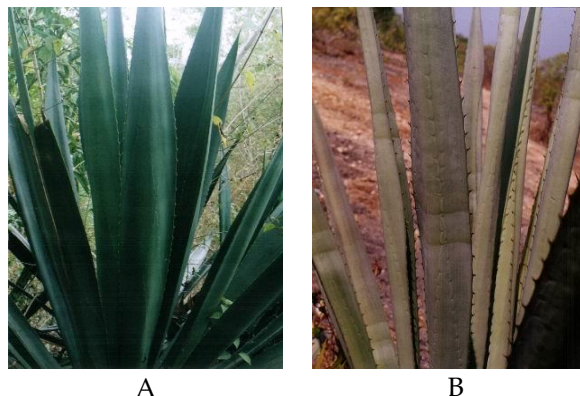
Sumber : Anonim (2004b)

bahan baku tali tembakau Madura saja. Manakala panen tembakau Madura meningkat produksinya maka serat agave yang dihasilkan di kedua Kabupaten tersebut tidak mencukupi. Para pengrajin tali banyak yang membeli bahan baku serat agave dari luar daerah Madura.

Pabrik mesin poles juga memerlukan serat *A. sisalana* untuk menghaluskan permukaan logam pada kurun waktu tahun 2006 sampai dengan tahun 2009. Kebutuhan serat *A. sisalana* dari salah satu perusahaan swasta (pabrik mesin poles) yang berada di Jawa Timur mencapai 980,70 ton/tahun yang dipasok dari Madagaskar, Tanzania dan Brazil (Anonim,2006). Industri tali kapal laut dalam negeri juga menggunakan bahan baku serat *A. sisalana* dengan kebutuhan 240-360 ton/tahun. Industri kerajinan rakyat yang berbasis serat agave, di daerah Tulungagung, membutuhkan kuantum sekitar 120 ton/tahun. Berdasarkan permintaan dalam negeri terhadap serat agave, untuk memenuhi industri tali kapal laut, tali tembakau Madura, dan industri pemoles logam, mencapai 1.982 ton/tahun. Tetapi perkebunan Agave rakyat, luas areal tanaman dan produksinya semakin menurun. Sementara itu, tren permintaan serat agave dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2009 cenderung meningkat. Dengan demikian pengembangan tanaman agave di dalam negeri perlu digalakkan.

## TEKNIK BUDIDAYA AGAVE

Secara umum teknologi budidaya agave adalah mudah, dan hampir tidak ada kendala tetapi karena tanaman agave merupakan tanaman tahunan, maka perlu ada tambahan pendapatan petani sebelum komoditas tersebut berproduksi. Tanaman agave mulai berproduksi setelah umur 2 tahun, daun agave dapat diproses untuk diambil seratnya. Berdasarkan jenisnya, agave memiliki perbedaan ragam bentuk morfologi dan karakter. Tanaman *A. sisalana* merupakan penghasil serat tinggi dan tahan terhadap kekeringan. Sedangkan *A. cantala*, tingkat produksi serat agak rendah, namun lebih tahan terhadap kekeringan. Penampilan tanaman *A. sisalana* dan *A. cantala* disajikan pada Gambar 1A dan 1B.



Gambar 1. *A. sisalana* (A) dan *A. cantalana* (B)

Walaupun tidak banyak kendala dalam teknologi budidaya agave, tetapi untuk mendapatkan produksi serat yang optimal, perlu dipenuhi persyaratan tumbuh tanaman agave seperti lingkungan tumbuh (tanah dan iklim), bahan tanaman yang digunakan (benih), dan komponen teknologi budidaya (jarak tanam, pemupukan, penyiangan).

### Tanah

Tingkat kesuburan tanah tidak menjadi persyaratan utama. Tanaman agave dapat tumbuh baik di daerah yang berbatu kapur.. Menurut Sahu dan Mishra (1994), tanaman agave tumbuh optimal pada tanah yang mengandung kapur. Tanaman agave membutuhkan tingkat kemasaman tanah (pH) mendekati 7 atau bersifat basa.

### Iklim

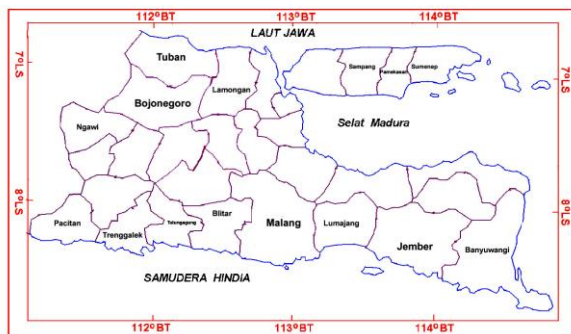
Faktor iklim yang paling menentukan adalah curah hujan dan hari hujan, mempunyai pengaruh besar terhadap keberhasilan usahatani agave. Tanaman agave tumbuh cukup baik pada klasifikasi iklim C3 berdasarkan Oldeman (1975). Tanaman agave membutuhkan curah hujan 1.200 mm sampai dengan 1.500 mm/tahun dengan hari hujan sebanyak 15-20 hari/bulan (Brown, 2002), Agave dapat tumbuh pada ketinggian tempat mulai dari 50 s/d 300 meter di atas permukaan air laut.

### Daerah potensial untuk pengembangan agave

Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat telah melaksanakan observasi lahan untuk

pengembangan agave di Jawa Timur pada tahun 2006. Hasil observasi lahan berupa pemetaan yang terbagi menjadi tiga wilayah yaitu wilayah Timur, wilayah Selatan dan wilayah Utara (Gambar 3).

Sebanyak 15 kabupaten yang potensial untuk pengembangan tanaman agave di Propinsi Jawa Timur, berada di daerah tadah hujan dan beriklim kering, berbatu dan berkapur, dengan tingkat kesuburan tanah rendah. Luas areal yang dapat ditanami *A. sisalana* diperkirakan mencapai lebih dari 15.000 ha, berada di Kabupaten Pamekasan, Sumenep, Sampang, Banyuwangi, Jember, Lumajang, Malang, Blitar, Tulungagung, Trenggalek, Pacitan, Ngawi, Tuban, Bojonegoro dan Lamongan.



Gambar 3. Peta lahan potensial untuk pengembangan agave di Propinsi Jawa Timur

### Bahan tanaman

Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan membangun perkebunan agave adalah kesediaan benih berdasarkan jumlah dan mutu yang tinggi. Kebutuhan benih tanaman agave cukup banyak, 4.000 sampai dengan 6.000 benih per hektar.

Benih agave secara konvensional diperoleh dari anakan atau dikenal dengan *sucker* dan bulbil. Setiap satu tanaman agave yang berumur lebih dari 3 tahun, mempunyai anakan sebanyak 5-15 tunas, tergantung pada kondisi tanah dan iklim. Agave juga dapat menghasilkan tunas dari biji yang disebut bulbil. Umumnya bulbil dihasilkan dari tanaman agave yang sudah berumur lebih dari 5 tahun, daun tidak dipanen dan terpelihara. Setiap pohon agave dapat menghasilkan sebanyak 1.000-4.000 tunas (Ochse

*et al.*, 1961), setelah menghasilkan bulbil, tanaman akan mati. Perbanyak benih secara masal yang seragam dapat dihasilkan melalui teknik kultur jaringan (Binh *et al.*, 1990), dengan tingkat keberhasilan cukup tinggi, mendekati 90%.

Bahan tanaman yang digunakan untuk perbanyak kultur jaringan maupun konvensional, harus berasal dari sumber yang jelas, terseleksi dengan deskripsi yang sudah jelas. Plasma nutfah agave yang dikoleksi Balai Penelitian Tembakau dan Tanaman Serat (BALITTTAS), mencapai 11 akses, dengan karakteristik seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Koleksi plasma nutfah *A. sisalana* dan *A. cantala* di BALITTTAS

No. Nama akses	Asal/Tahun	Karakteristik utama
1. Agave 1	Koleksi lama	Daun hijau tak berduri
2. Agave 2	Koleksi lama	Daun hijau berduri
3. Agave 3	Koleksi lama	Daun hijau berduri halus
4. Agave 4	Koleksi lama	Daun hijau berduri rapat
5. Agave 5	Koleksi lama	Daun hijau berduri renggang
6. Agave 6	Koleksi lama	Daun kelabu berduri rapat
7. BLT-1	Blitar/2003	Daun biru kehijauan, berduri
8. BLT-2	Blitar/2003	Daun biru kehijauan tak berduri
9. BLT-3	Blitar/2003	Daun biru kehijauan berduri rapat
10. BGR	Bogor/2006	Daun hijau kelabuan
11. Plengaan Laok	Madura/2007	Daun kelabu, berduri rapat

Koleksi agave di Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat Malang yang menghasilkan serat kering tinggi adalah BLT-1; BLT-2; BLT-3; BGR dan Plengaan Laok. Hasil uji klon yang dilakukan Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat di daerah Bendungan Karangates Malang menunjukkan bahwa *A. sisalana*, klon BLT 1 dengan tepi daun berduri menghasilkan serat kering tertinggi dan kualitas seratnya termasuk grade A (serat putih bersih, panjang serat lebih dari 1,5 m dan tingkat kehalusan serat lembut). Menurut Gupta *et al.* (1997) *A. sisalana* merupakan spesies yang stabil dan direkomendasikan untuk dikembangkan. Klon Plengaan Laok menghasilkan serat kering tertinggi di daerah Pamekasan Madura. Dari beberapa nomor agave yang dimiliki, adaptasinya relatif luas dan tahan terhadap kekeringan serta siap untuk dikembangkan, yaitu klon BLT1 dan Plengaan Laok.

## Jarak tanam

Jarak tanam agave bervariasi tergantung dari tingkat kesuburan tanah. Apabila tanah yang dipergunakan untuk pengembangan agave subur, maka jarak tanam perlu diperlebar, sebaliknya jika tanahnya kurang subur maka jarak tanam dirapatkan. Kepadatan tanaman agave dapat mencapai (4.000-6.000)/ha atau jarak tanam sekitar (1,25 m x 2,00 m dan 1,00 m x 1,60 m) dengan satu benih/lubang tanam. Ada yang mempergunakan jarak tanam *system double row* : 2 m + (1,00 m x 1,50 m). Ukuran lubang tanam 20 cm x 30 cm dengan kedalaman sekitar 20 cm.

## Pemupukan

Tanaman agave pertumbuhannya meningkat pesat apabila dipupuk anorganik dan kapur. Pemberian pupuk nitrogen sebanyak 100-140 kg N/ha, fosfat 40-80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha dan kalium 170-250 kg K<sub>2</sub>O/ha akan memberikan pertum-buhan yang optimal (Hartemink, 1997),. Pemberian kapur 400-550 kg CaC<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha dapat menjaga kestabilan produksi serat. Berdasarkan hasil penelitian Santoso (2007), penambahan sarana produksi berupa peningkatan dosis pupuk anorganik dan kapur dalam budidaya agave dapat menaikkan hasil serat sebesar 10-15% apabila dibanding dengan pemupukan standar (pupuk anorganik saja).

## Gulma

Tanaman pengganggu (gulma) pada awal pertumbuhan agave adalah alang-alang dan teki (Salgado *et al.*, 1980) . Persaingan gulma semakin meningkat pada kondisi jarak tanam agak lebar sehingga memberikan ruang gulma tumbuh lebih terbuka. Pengendalian gulma biasanya dilaksanakan secara manual dengan tenaga manusia, bisa juga dilakukan pengendalian gulma dengan herbisida sistemik. Oleh karena itu penanaman sistem pola tumpangsari dengan tanaman lain perlu dilakukan agar dapat menghemat biaya pengendalian gulma, dan memperoleh nilai tambah dari budidaya tanaman sisipan.

## Tumpangsari agave dengan palawija

Berdasarkan hasil penelitian, agave yang ditumpangsarikan dengan tanaman palawija dapat meningkatkan nilai tambah penghasilan

petani. Dilaporkan oleh Santoso (2007) bahwa *A. sisalana* yang ditumpangsarikan dengan jagung dan kacang tanah dapat meningkatkan tambahan hasil (Tabel 8).

Tabel 8. Pengaruh sistem tumpangsari terhadap produksi jagung, kacang tanah dan produksi serat kering *A. sisalana*

Perlakuan	Produksi serat <i>A. sisalana</i>	Produksi jagung pipilan	Produksi glondong kacang tanah
	..... kg/ha .....		
<b>Monokultur :</b>			
- <i>A. sisalana</i>	1.500	-	-
- Jagung	-	5.000	-
- Kac. tanah	-	-	1.200
- <i>A. sisalana</i> tak berduri	1.400	-	-
<b>Tumpangsari :</b>			
- Jagung+ <i>A. sisalana</i> berduri	1.400	4.300	-
- Kac. tanah+ <i>A. Sisalana</i> berduri	1.475	-	800
- Jagung+ <i>A. sisalana</i> tak berduri	1.200	4.550	-
- Kac. tanah+ <i>A. sisalana</i> tak berduri	1.300	-	7 50

Sumber : Santoso (2007)

Agave yang ditumpangsarikan dengan jagung atau kacang tanah dapat menambah hasil panen dibandingkan dengan pola monokultur jagung, kacang tanah dan agave (Tabel 8). Hasil tanaman yang ditumpangsarikan (jagung dan kacang tanah) dapat dipanen sebelum Agave menghasilkan serat, karena tanaman *A. sisalana* baru dapat diambil seratnya pada umur 24 bulan, setelah itu pemanenan dilakukan setiap 6 bulan sekali. Proses pengambilan serat dengan cara memasukkan potongan daun ke dalam mesin dekortikator, lalu dicuci dengan air, kemudian dijemur di bawah sinar matahari selama 1 hari penuh. Kadar air serat diperkirakan sekitar 13%.

Tanaman agave cocok ditumpangsarikan dengan jagung dan kacang tanah, karena mempunyai perbedaan lintasan karbon, sehingga tidak saling berkompetisi dalam pemanfaatan energi surya. Tanaman agave dikelompokkan ke dalam lintasan karbon tipe CAM (*Crassulacion Acid Metabolism*). Tanaman CAM biasanya sukulen mempunyai sifat *xeric* yang memungkinkan tanaman dapat bertahan di daerah kering, karena daunnya kecil, kutikula tebal dan stomata tersembunyi. Tanaman agave memungkinkan melakukan fotosintesis pada kondisi stomata



menutup rapat, saat terik matahari dengan mempergunakan CO<sub>2</sub> yang diserap pada malam hari yang sejuk dan lembab (Mimbar, 1997). Tanaman agave memfiksasi CO<sub>2</sub> (karbon dioksida) pada malam hari yang bersenyawa dengan fosfo enol piruvat membentuk asam malat (Summer, 2002 dan Lock, 1969).

Tanaman jagung mempunyai tipe lintasan karbon yang berbeda dengan agave. Tanaman jagung termasuk tanaman C<sub>4</sub> yang mampu beradaptasi luas pada faktor-faktor pembatas pertumbuhan dan hasil. Daun tanaman C<sub>4</sub> sebagai agen penghasil fotosintat yang kemudian didistribusikan ke seluruh bagian tanaman. Ditinjau dari kondisi lingkungan tanaman C<sub>4</sub> mampu beradaptasi pada berbagai keterbatasan seperti kurangnya radiasi surya, curah hujan rendah dan kesuburan tanah kurang mendukung pertumbuhan. Sifat-sifat yang menguntungkan dari jagung sebagai tanaman C<sub>4</sub> antara lain aktivitas fotosintesis pada keadaan normal tinggi, fotorespirasi sangat rendah, transpirasi rendah dan efisien dalam mempergunakan air. Dengan perbedaan tipe lintasan karbon maka tanaman jagung sesuai ditumpangsarikan dengan *A. sisalana*, karena tidak ada persaingan dalam mengambil CO<sub>2</sub> dan air. Menurut Darnawi *et al.*, (2000) bahwa pola tanam tumpangsari memberikan lingkungan yang berbeda terutama intensitas cahaya matahari yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung. Jagung Pioner 7

yang ditanam mempunyai karakteristik daun tipe tegak (erek) dan pertumbuhannya cepat, sehingga tidak menaungi tanaman *A. sisalana*. Terjadi perbedaan produksi pipilan kering jagung antara monokultur dengan tumpangsari baik dengan *A. sisalana* berduci maupun *A. sisalana* tidak berduci karena adanya perbedaan populasi tanaman per satuan luas antara tumpangsari dan monokultur.

Tanaman kacang tanah jenis lokal, cukup baik pertumbuhannya dan tergolong ke dalam lintasan karbon tipe C<sub>3</sub>. Difusi CO<sub>2</sub> dari luar (atmosfer) melalui lubang stomata masuk lewat rongga-rongga intraselular dari daun. CO<sub>2</sub> ini kemudian berdifusi menembus mesofil sampai mencapai kloroplast. Proses selanjutnya terjadi penyerapan cahaya oleh berbagai pigmen yang ada di dalam kloroplas. Titik kompensasi CO<sub>2</sub> dan pengukuran laju fotosintesis bersih pada kadar oksigen rendah 1,5% untuk menghambat fotorespirasi dalam suatu kisaran kondisi cahaya terang. Pada kacang tanah sistem mengambil N di udara dengan bantuan bintil-bintil akar yang ada di dalam tanah berjalan secara alami, sehingga tidak ada kompetisi dalam pengambilan N dengan *A. sisalana* yang diberikan melalui pemupukan.

Dalam menentukan keberhasilan penggunaan lahan maka dapat dihitung melalui nilai kesetaraan lahan atau disingkat dengan NKL, atau sering disebut LER (*Land Equevalen Ratio*). Produksi tumpangsari antara jagung, kacang

Tabel 9. Produksi serat kering *A.sisalana*, biji jagung pipilan, glondong kacang tanah, penerimaan dan NKL dalam sistem tumpangsari

Perlakuan	Produksi serat A. sisalana	Produksi jagung pipilan	Produksi glondong kacang tanah	Penerimaan x1.000	Nilai Kesetaraan lahan
	.....kg/ha.....			.....Rp.....	
Monokultur :					
- <i>A. sisalana</i> berduci	1.500	-	-	6.000	-
- Jagung	-	5.000	-	6.000	-
- Kac. tanah	-	-	1.200	3.600	-
- <i>A. sisalana</i> tak berduci	1.400	-	-	7.000	-
Tumpangsari :					
- Jagung+ <i>A. sisalana</i> berduci	1.400	4.300	-	5.600+5.160	1,79
- Kac. tanah+ <i>A.sisalana</i> .berduci	1.475	-	800	5.900+2.400	1,64
- Jagung+ <i>A. sisalana</i> tak berduci	1.200	4.550	-	6.000+5.460	1,76
- Kac. tanah+ <i>A. sisalana</i> tak berduci	1.300	-	750	6.500+2.250	1,54

Keterangan : Harga serat kering *Agave sisalana* kualitas A Rp. 5.000,-/kg; Harga jagung pipilan Rp. 1.200,-/kg dan Harga glondong kacang tanah Rp. 3.000,-/kg

Sumber : Santoso (2007)

tanah dengan tanaman *A. sisalana* bila dijabarkan dalam nilai penerimaan maka akan diperoleh nilai kesetaraan lahan (Tabel 9).

Dari Tabel 9 menunjukkan bahwa Nilai Kesetaraan Lahan (NKL) untuk tumpangsari *A. sisalana* tepi daun berduri, dengan jagung sebesar 1,79; dengan kacang tanah sebesar 1,64. Sedang tumpangsari *A. sisalana* tepi daun tidak berduri, dengan jagung mengalami sedikit penurunan yaitu sebesar 1,76; dengan kacang tanah 1,54. Tetapi nilai kesetaraan lahan ini dapat menjadi petunjuk bahwa penggunaan lahan lebih efisien dibanding dengan pola monokultur, baik monokultur palawija (kacang tanah atau jagung) maupun tanaman *A. sisalana* (Hiebsch dan Mc Collu, 1987).

Tanaman *A. sisalana* dapat dikembangkan di lahan kering, berbatu kapur, iklim kering dengan pola tumpangsari *A. sisalana* dan palawija (jagung, kacang tanah, kacang ijo dan kedelai). Selain itu tanaman *A. sisalana* dapat difungsikan sebagai tanaman penghijauan dan konservasi lahan terutama di daerah yang berkontur lereng.

#### Analisis usahatani *Agave sisalana*

Pengembangan suatu komoditas agave perlu ditinjau dari beberapa aspek, baik itu teknis maupun sosial. Walaupun secara teknis memungkinkan, kalau keadaan sosial tidak kondusif, akan mengalami kesulitan dalam pengembangannya. Kesenambungan pasar merupakan salah satu faktor utama dalam pengembangan komoditas agave, di samping faktor harga dan ketersediaan teknologi budidaya.

Hasil survei usahatani agave di tingkat petani dan kelompok tani di Blitar Selatan tahun 2006 menunjukkan bahwa serat agave banyak dibutuhkan dan laku dijual, baik di pasar lokal maupun propinsi dengan harga rata-rata serat sebesar Rp. 7.500/kg (Tabel 10).

Usahatani agave pada tahun kedua dapat menghasilkan serat kering sebanyak 1.500 kg/ha (Tabel 10). Produksi serat akan meningkat sesuai dengan bertambahnya umur tanaman. Hasil analisis usahatani *A. sisalana* di daerah Blitar Selatan memberikan pendapatan sebesar Rp. 1.717.500,-/ha pada tahun kedua. Pada tahun berikutnya pendapatan meningkat, menjadi (Rp.

Tabel 10. Analisis usahatani *A. sisalana* monokultur di daerah Panggungrejo Blitar Selatan pada tahun ke dua dengan luasan 1 hektar

Uraian	Usahatani monokultur	
	Fisik	Nilai
I. Produksi serat agave/ha	1.500 kg	Rp. 7.500.000,-
II. Biaya produksi		
Bibit <i>A. sisalana</i> /ha	4.000 bibit (sacker)	Rp. 400.000,-
Pupuk Organik/ha	140 karung	Rp. 700.000,-
Pengolahan tanah	1 ha	Rp. 300.000,-
Mesin dekortikator	1 unit	Rp. 1.750.000,-
-BBM solar	175 liter	Rp. 787.500,-
-Tanam/ha	15 Hok	Rp. 225.000,-
-Pemupukan/ha	8 Hok	Rp. 120.000,-
-Panen, penyeratan dan Penjemuran serat/ha	100 Hok	Rp. 1.500.000,-
Total biaya produksi/ha		Rp. 5.782.500,-
Pendapatan (I-II)		Rp. 1.717.500,-

Keterangan : Harga bibit agave Rp. 100,-/bibit; pupuk organik Rp. 5.000,-/karung; BBM solar Rp. 4.000,-/liter; Tenaga kerja Rp. 15.000,-/Hok; Harga serat kering agave Rp. 5.000,-/kg.

Sumber : Sudjindro *et al*, (2006)

4.117.500,-) mengingat pengadaan mesin dekortikator dan pembelian bibit hanya sekali, maka pendapatan dari produksi serat kering cenderung mengalami kenaikan. Secara ekonomi usahatani agave sangat menguntungkan dan dapat menyediakan lapangan pekerjaan di sektor pertanian, terutama di tingkat pedesaan.

Berdasarkan lingkungan tumbuh tanaman agave mampu beradaptasi di lingkungan marginal, sesuai ditumpangsarikan dengan tanaman pangan jagung, kacang tanah dan kacang hijau, sehingga tanaman ini potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Lahan marginal kita cukup luas belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga pengembangan tanaman agave dapat diarahkan ke daerah ini. Nilai positif yang lain dari tanaman agave adalah dapat berfungsi sebagai konservasi lahan sekaligus dapat menambah penghasilan petani. Karakter tanaman agave dengan kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan marginal, pola pertumbuhan yang sesuai ditumpangsarikan dengan tanaman pangan, maka pengembangan agave mempunyai ruang pengembangan yang lebih luas.

Teknologi budidaya tanaman agave tidak memerlukan input yang tinggi dilihat dari kebutuhan pupuk, pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT), kebutuhan air dan pemeliharaan lainnya, dan peluang pasar serat agave juga masih terbuka baik untuk kebutuhan domestik maupun ekspor. Namun, kendala utama tidak berkembangnya usahatani serat agave adalah karena tanaman ini baru dapat dipanen seratnya setelah berumur satu tahun atau lebih sehingga tidak bersaing dengan tanaman semusim. Oleh karena itu perlu penyuluhan dan sosialisasi teknologi budidaya agave ke petani, antara lain menanam agave secara tumpang sari dengan tanaman semusim sehingga petani masih tetap mendapatkan hasil selama menunggu panen serat agave. Faktor lain yang menjadi alasan tidak berkembangnya tanaman agave di Indonesia adalah karena kurangnya kepedulian pengguna serat terhadap produk serat dalam negeri sehingga mereka masih mengutamakan impor serat dari negara lain. Untuk itu maka perlu dilakukan kerjasama yang lebih baik antara petani agave dengan industri serat.

## KESIMPULAN

*Agave sisalana* merupakan sumber penghasil serat alam untuk berbagai keperluan industri, karena fungsi dan kegunaannya cukup beraneka ragam, mulai dari kerajinan rumah tangga sampai industri interior mobil.

Kebutuhan serat agave nasional mencapai 1.982 ton/tahun; hampir 70% (1.340 ton/tahun) berasal dari impor dan sisanya 30% (642 ton/tahun) dari dalam negeri. Kebutuhan serat agave di pasar internasional sebanyak 319.000 ton, belum tercukupi sehingga masih terbuka peluang besar bagi Indonesia untuk menggalakkan pengembangan tanaman agave.

Persyaratan tumbuh untuk pengembangan agave tidak terlalu rumit, bahkan pada lahan berkapur masih mampu memproduksi dengan baik. Ketersediaan lahan yang cukup luas, didukung dengan teknologi budidaya yang optimal, mulai dari bahan tanaman unggul dan pengelolaan lahan dan tanaman di lapang yang baik, usahatani agave di Indonesia cukup

menjanjikan dengan B/C ratio 1,29. Namun, kendala utama belum berkembangnya usahatani agave di dalam negeri adalah rendahnya harga dan kepedulian industri untuk menggunakan serat agave dalam negeri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2004a. Laporan Tahunan Dinas Kehutanan dan Perkebunan Sumenep. Hlm 1-20.
- Anonim. 2004b. Laporan Tahunan Dinas Kehutanan dan Perkebunan Pamekasan. Hlm 1-15.
- Anonim. 2006. Biro Pusat Statistik. Statistik Perdagangan luar negeri Indonesia Impor. Jilid/volume I. Jakarta-Indonesia. Index 5304100000: 449 hlm.
- Anonim. 2007. Laporan FAO Fibres Statistical Bulletin. <http://www.FAO.org/es/Esc/Common/ccg/323/en/SB> June 07.
- Azzini, A., and T.R.M.A. Gondim. 1998. Technological characterization of Agave hibrids. *Bagantia Cent. Algodao Plants Fibrosas. Inst. Agron.* 57 (1) pp. 113-116. Compinas, SP. Brazil.
- Binh, L.T., L.T. Muoi, H.T.K. Oanh, T.D. Thang and D.T. Phong. 1990. Rapid propagation of agave by in-vitro tissue culture. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 23 (1) :67-70.
- Brink, M. and Escobin R.P. 2003. *Prosea. Plant Resources of South- East Asia* 17. Fibre plants Backhys Publishers Leiden the Nethelands. 456 p.
- Brown, K. 2002. *Agave sisalana* Perrine. University of Florida Center for Aquatic and Invasive Plants, 7922 N.W. 71<sup>st</sup> Street, Gainesville, FL. 32653 kpb @ mail Ifas. Ufl. Edu. p. 18-21.
- Chand, N., Tiwary, R.K., and Rohatgi, P.K. 1998. Bibliography resource structure properties of natural cellulosic fibers an annotated bibliography. *J. Mater. Sci* (23) p. 381-387.
- Darnawi, Tohari dan Siti Fatimah. 2000. Pengaruh saat tanam jagung dan kedelai dalam sistem tanam ganda terhadap pertumbuhan dan hasil. *Ilmu Pertanian. Agricultural Science.* 7 (2) : 62-71.

- Ding, Y. Chen, Y.Y., Wang, D.Z. 1989. Steroidal saponins from a cultivated form of *Agave sisalana*. *Phytochemistry* 28 (10): 2787-2791.
- Gerald Blunden, Asmita V. Patel, Trevor A. Crabb. 1986. Barbourgenin a New Steroidal Sapogenin from *Agave sisalana* Leaves. *Journal of Natural Products*. 49(4):. pp 687-689.
- Gupta, R.K., Agarwal, M.C., and Joshie, P. 1997. Phenotypic stability of *Agave* species on bouldery wastelands (riverbed) of Doon Valley. *Indian Forester* 123 (4) :331-337.
- Gutierrez, A., Isabel M. Rodriguez and Jose C. Del Rio. 2008. Chemical composition of lipophilic extractives from sisal (*Agave sisalana*) fibers. *Industrial Crops and Products* (28) p. 81-87.
- Hartemink, A.B. 1997. Input and output of major nutrients under monocropping sisal in Tanzania. *Land Degradation and Development* 8 (4) :305-310.
- Hiebsch, C.K. and R.E., Mc Collu. 1987. Area Time Equivalency Ratio a method for evaluating the productivity of Intercrops. *Agron, J.* 79 :15-22. 44p.
- Lock, G.W. 1969. Sisal thirty years sisal research in Tanzania, London Longmans. Green and Co Ltd. XVII+365p.
- Mimbar, S.M. 1997. Diktat Kuliah Fisiologi Tanaman. Pasca Sarjana Universitas Brawijaya Malang. Hlm :1-30.
- Ngampong, K., B. Kongkathip and N. Noimai. 2006. Synthesis of Betamethasone From the Waste of Thai *Agave sisalana*. *Synthetic Communications* Vol. 36 Issue. Pp 865-874.
- Oldeman, L.R. 1975. The Agroclimat of Java. *Contr. Res. Inst. Agric. Bogor*.
- Ochse, J.J., M.J. Soule, M.J. Dijkman and C Wehlburg. 1961. *Tropical and Subtropical Agriculture*. New York The Macmillan Company. p. 117-1180.
- Sahu, G.C. and A., Mishra, A. 1994. Morphology, characteristic and classification of soil under sisal (*Agave sisalana*) cultivation. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 42 (1):111-114.
- Salgado, A.L.D.B., Deuber, R., and Forster, R. 1980. Weed control and herbicide selectivity to sisal *Agave sisalana*. *Bragantia* 39 (1) :7-14.
- Santoso, B. 1992. Budidaya Tanaman *Agave* (*Agave sisalana* Perrine). *Buletin Tembakau dan Serat* 1(12) :67-22.
- Santoso, B. 2007. Pengaruh tanaman kacang tanah, dan jagung terhadap pertumbuhan *Agave sisalana* Perrine dalam sistem tumpangsari di lahan kering berkapur. *Journal Agritek* Vol 15. No.6. Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LP3M) Institut Pertanian Malang: 1392-1399.
- Sastrosupadi, A., B. Hariyono, B. Santoso, S. Tirtosuprobo dan S. Bahagio. 2004. Konservasi Sumber Daya Lahan dengan Tanaman Sisal *Agave sisalana* Perrine di Bendungan Karangates Malang. *Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat*. Departemen Pertanian. Hlm. 1-21.
- Sudjindro, B. Santoso, S. Sudarmo dan RD. Purwati. 2006. Progress Report Survei Profil of *Agave sisalana* in South Blitar and Madura. *Reserarch Institute of Tobacco and Fiber Crops*. Malang. Indonesia. p.1-6.
- Summer, W. 2002. Acrobat acid metabolisme of *Agave sisalana* plants growing in a neotropical savanna. *Journal of Experimental. Botany* 46 (287) : 639-646.
- Tirtosuprobo, S., G. Kartono dan M. Yusron. 1993. Usahatani sisal dan peluang pengembangannya di Madura. *Buletin Tembakau dan Serat* 2(9) :29-32.
- Tohir, K.A. 1967. Pedoman Bertjotjok Tanam Tanaman Serat-seratan. Bagian 4. PN. Balai Pustaka Djakarta : 1-136.