



ALBEDO MARKISA KONYAL SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN KERTAS DENGAN METODA *ORGANOSOLV*

ROSALINA WISAstra, MEGAWATI SANTOSO

Kelompok Keahlian Kimia Organik, Program Studi Kimia,

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung

r.wisastra@gmail.com, mega.Santoso@pusat.itb.ac.id, Faximille:62-22-250-4154

ABSTRAK

Markisa konyal (*Passiflora ligularis*) telah banyak dikonsumsi karena rasanya yang manis, segar, dan karena kandungan vitaminnya yang tinggi. Namun sampai saat ini limbah kulit konyal yang dihasilkan hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Pada penelitian ini telah dilakukan optimalisasi pemanfaatan albedo buah konyal agar memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi. Albedo tersebut dibuat kertas melalui beberapa tahapan: penentuan kadar air albedo, ekstraksi lemak, pemurnian serat selulosa (*pulping*) menggunakan metoda *organosolv* dengan pelarut asam asetat, dan pemutihan serat (*bleaching*). Pemanfaatan asam asetat dalam proses *pulping* menjanjikan metodologi pembuatan kertas yang lebih ramah lingkungan. Karakterisasi kertas meliputi pengujian mekanik menggunakan uji tarik, foto permukaan dan elusidasi struktur menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Kertas yang dihasilkan melalui kondisi *pulping* pada 105°C selama 3,5 jam dilanjutkan dengan *bleaching* menunjukkan hasil karakterisasi terbaik dengan nilai ketahanan dan elastisitas secara berturut-turut sebesar 26,55 N/mm² dan 1,70%.

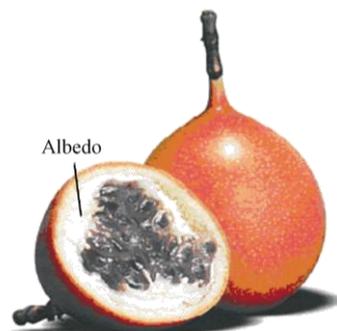
Kata kunci : *Markisa konyal, kertas, pulping, organosolv.*

ABSTRACT

Sweet granadillas (*Passiflora ligularis*) have been consumed largely due to their nice sweet taste, freshness and rich in vitamins. Until now, the waste of sweet granadillas is mostly utilized as cattle feeds. In this research, the attempt to increase the economic values of such wastes is described. Paper sheet from albedo of sweet granadillas had been made through several steps: determination of albedo water contains, fats extraction, purification of cellulose's fiber (*pulping*) by acetic acid *organosolv* method, and bleaching. The use of acetic acid in the *pulping* process has promote a better environmental friendly. Paper characterizations were carried out by a mechanical test, examining the surface morphology and elucidating the main structure with

FTIR spectroscopy. The paper which was pulped under heating at 105°C for 3.5 hours and bleached show the best mechanical test result with the strength and the elasticity values were 26.55 N/mm² and 1.70%, respectively.

Keywords: Sweet granadilla, paper, pulping, organosolv



Gambar 1: Markisa konyal (*Passiflora ligularis*)

PENDAHULUAN

Kebutuhan kertas yang semakin meningkat dari tahun ke tahun, memacu meningkatnya eksploitasi kayu pohon secara besar-besaran (Stanley,1996). Pada tahun 2001, produksi kertas di dunia untuk kebutuhan dokumentasi mencapai 94,8 juta ton dan untuk kertas surat kabar mencapai 37,8 juta ton. Satu batang pohon dapat memproduksi sekitar 80.500 lembar kertas. Untuk memenuhi kebutuhan produksi kertas setahun diperlukan 786 juta pohon.

Dalam penelitian ini dihipotesiskan kemungkinan yang sangat tinggi untuk memanfaatkan kandungan serat yang tinggi pada albedo Markisa konyal (*Passiflora ligularis* – Gambar 1) untuk diproses sebagai bahan baku pembuatan kertas/tissue. Dengan produksi markisa di Indonesia pada tahun 2005 mencapai 82.892,4 ton (Deptan,2005), maka pemanfaatan limbah ini akan berkontri Disamping itu, penggunaan pelarut organik pada metode organosolv diharapkan mampu untuk menanggulangi masalah lingkungan yang muncul akibat limbah zat-zat kimia dari proses pembuatan kertas.

PERCOBAAN

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah albedo markisa konyal (*Passiflora ligularis*), sikloheksana, toluen, kloroform, diklorometana, dietil eter, aseton, etanol, metanol, asam asetat (CH₃COOH), asam klorida (HCl), hidrogen peroksida (H₂O₂), natrium hidroksida (NaOH). Reagen dan pelarut yang digunakan tanpa dilakukan pemurnian lebih lanjut.

Uji mekanik pada kertas yang dihasilkan dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik dan pengujian permukaan kertas dilakukan menggunakan mikroskop optik yang dilakukan di Laboratorium Material-Kimia Fisik, Institut Teknologi Bandung. Elusidasi struktur dilakukan menggunakan spektrofotometer FTIR.

Penentuan kadar air albedo: Pengeringan sampel albedo dilakukan dengan 2 metoda, yakni pemanasan dengan oven selama 15 jam dibandingkan dengan pengeringan melalui penjemuran

selama kurang lebih 15 jam (dalam 2 hari). Penggunaan 2 metoda yang berbeda ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh sistem pemanasan yang berbeda pada lama waktu pemanasan yang sama terhadap sifat fisik albedo dan kadar air yang dilepaskan selama proses pemanasan.

Pemanasan keduanya dilakukan selama 15 jam dilakukan berdasarkan pengeringan buah-buahan secara tradisional yakni selama 2 hari di bawah sinar matahari. Pada pengeringan menggunakan oven digunakan suhu 60°C agar proses pemanasan tidak merusak struktur molekul yang terkandung di dalam albedo. Sampel albedo kering kemudian ditimbang kembali. Selisih massa antara penimbangan awal dan akhir merupakan kadar air albedo markisa konyal.

Ekstraksi Lemak: Ekstraksi lemak pada sampel albedo bertujuan untuk menghilangkan lemak yang terkandung pada albedo. Sebanyak 4 sampel albedo kering atau sekitar 10 gram yang telah dihaluskan diletakan ke dalam alat soxlet 250 mL. Pelarut yang digunakan untuk mengekstraksi lemak adalah toluen:etanol 95% (2:1 v/v). Ekstraksi dilakukan selama 3 jam. Selisih massa antara penimbangan awal dan akhir merupakan kadar lemak albedo markisa konyal

Uji Pelarut: Albedo yang telah bebas lemak (100 mg) diuji kelarutannya di dalam sepuluh macam pelarut polar dan non polar pada suhu ruang dan pada suhu didihnya atau sekitar 80°C. Pelarut yang digunakan berdasarkan peningkatan polaritas, sikloheksana, toluene, kloroform, diklorometan, dietil eter, aseton, etanol, metanol, air dan asam asetat. Diharapkan pelarut organik ramah lingkungan seperti asam asetat yang berperan sangat penting dalam proses pelarutan ini.

Pulping: Proses pulping bertujuan untuk mengekstrak lignin yang mengikat selulosa sehingga dapat diperoleh selulosa murni. Sebanyak 2 g sampel kering tanpa lemak dilarutkan dalam 100 mL asam asetat 95% yang mengandung 1% HCl. Campuran kemudian dipanaskan pada suhu 80°C dan 105°C masing-masing dilakukan pada 3 variasi waktu, yakni 1 jam, 3,5 jam dan 6 jam.

Bleaching: Proses bleaching dilakukan dengan menggunakan hidrogen peroksida (H₂O₂). Pada proses bleaching, bubur kertas (*pulp*) ditambahkan dengan larutan H₂O₂ 3%, NaOH 2,25%. Campuran dipanaskan pada temperatur 70°C selama 60 menit.

HASIL DAN DISKUSI

Albedo konyal yang akan digunakan sebagai sampel bahan baku pembuatan kertas dikeringkan terlebih dahulu untuk membebaskan air yang terperangkap dalam struktur albedo markisa konyal. Jumlah air yang dibebaskan menunjukkan *water holding capacity* albedo markisa konyal. Hasil pengeringan melalui penjemuran (sampel A) diperoleh kadar air rata-rata pada albedo

markisa sebesar 83.92% dan melalui pengeringan menggunakan oven (sampel B), kadar air albedo sebesar 86.93%.

Pada pemanasan menggunakan oven, sampel dipanaskan secara konduksi yang mengakibatkan air terikat (*bound water*) lebih cepat teruapkan, sehingga resiko kerusakan struktur sampel pada pemanasan menggunakan oven lebih tinggi. Hal tersebut nampak dari warna albedo yang sedikit lebih kecoklatan dibandingkan albedo hasil penjemuran (Gambar 2). Pengeringan dengan penjemuran dapat memberikan pengeringan yang merata pada sampel, sedangkan pengeringan menggunakan oven pemanasan yang terjadi tidak merata.



Gambar 2. Albedo kering hasil penjemuran (kiri) menggunakan oven (kanan).

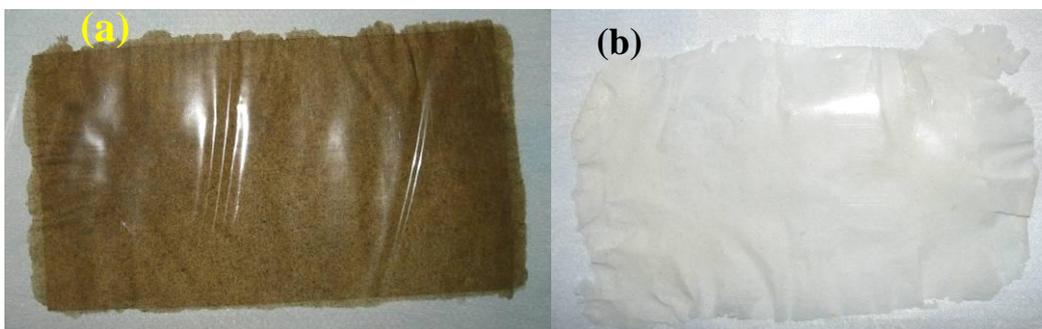
Pada proses ekstraksi lemak digunakan campuran pelarut toluen:etanol 95% (2:1 v/v) agar kepolaran pelarut yang digunakan mendekati kepolaran lemak sehingga lemak dapat terekstraksi. Penentuan kadar lemak pada albedo markisa menunjukkan rata-rata kadar lemak yang setara pada albedo sampel A maupun B sebesar 0,9%.

Uji kelarutan dilakukan untuk mengetahui pelarut organik yang paling baik dalam melarutkan lignin. Pada uji ini digunakan 10 macam pelarut organik murni yang berbeda yang berdasarkan peningkatan polaritas (1) sikloheksana, (2) toluene, (3) kloroform, (4) diklorometana, (5) dietileter, (6) aseton, (7) etanol, (8) metanol, (9) air, (10) asam asetat. Hasil uji kelarutan pada temperatur kamar tidak menunjukkan perubahan apapun pada sampel albedo yang dimasukkan pada masing-masing tabung. Setelah dilakukan pemanasan dalam penangas air selama 10 menit pada suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$, pelarutan hanya terjadi ketika albedo dilarutkan dalam asam asetat.

Pada pemanasan 105°C , pelarut asam asetat hasil proses pulping selama 1 jam memberikan warna *liquor* yang hampir sama dengan proses pulping 80°C selama 3,5 jam. Sedangkan pada pemanasan 105°C selama 3,5 jam dan 6 jam memberikan warna yang juga *liquor* hampir sama kepekatannya. Dengan tidak terjadinya perubahan warna yang semakin pekat tersebut diperkirakan lignin yang mengikat selulosa telah terhidrolisis sempurna.

Albedo hasil *pulping* tidak dapat diperoleh dalam bentuk serat selulosa murni yang berwarna putih, namun ternyata masih berwarna coklat karena masih adanya sisa lignin yang menempel pada serat selulosa setelah disaring.

Sebagian dari serat hasil *pulping* langsung disuspensikan dan dicetak (Gambar 3a), dan sebagian yang lain *dibleaching* (Gambar 3b). Proses *bleaching* dalam penelitian ini menggunakan senyawa yang lebih ramah lingkungan yaitu hidrogen peroksida (H_2O_2).



Gambar 3 a) Kertas tanpa bleaching; b) Kertas hasil *bleaching*.

Kertas yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi. Karakterisasi uji tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan elastisitas kertas yang dihasilkan. Kertas yang dihasilkan diharapkan memiliki kekuatan (*stress* σ) dan juga elastisitas (*strain* ϵ) yang tinggi sehingga kertas yang dihasilkan dapat diaplikasikan sebagai kertas tulis maupun tissue.

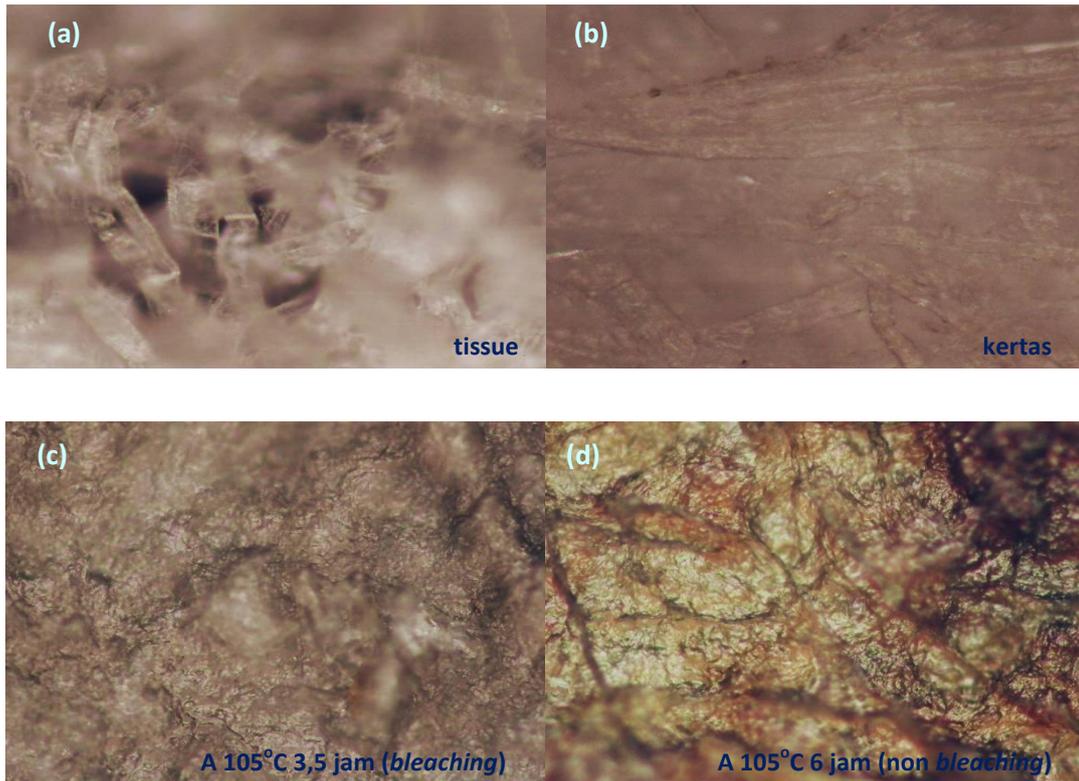
Kekuatan dan elastisitas kertas albedo ditentukan menggunakan metoda uji tarik (Tabel 1). Sebagai standar pengukuran digunakan kertas tulis dan tissue. Kertas memberikan kekuatan sebesar $22,20 \text{ N/mm}^2$ dan elastisitas sebesar 1,28%. Tissue memberikan kekuatan sebesar $9,81 \text{ N/mm}^2$ dan elastisitas sebesar 1,43% .

Tabel 1 Hasil analisis uji tarik kertas albedo

Pengeringan	Kondisi Pulpung		Non-Bleaching		Bleaching	
			stress (σ)	strain (ϵ)	stress (σ)	strain (ϵ)
Penjemuran	80°C	1 jam	5,82	0,83	15,45	1,62
		3½ jam	14,63	0,84	2,81	1,80
		6 jam	13,39	0,88	19,89	1,35
	105°C	1 jam	17,65	1,03	23,10	1,37
		3½ jam	15,92	0,45	26,55	1,70
		6 jam	27,86	1,34	9,90	0,33
Oven	80°C	1 jam	3,87	0,69	3,16	0,76
		3½ jam	14,11	0,50	5,57	0,56
		6 jam	5,44	0,60	8,84	1,03
	105°C	1 jam	14,54	0,38	23,42	1,00
		3½ jam	7,88	0,54	17,10	0,82
		6 jam	11,71	0,43	16,79	1,19

Kertas dari albedo konyal yang memberikan *stress* serta elastisitas terbaik adalah kertas yang hasil *pulping* sampel A pada 105°C selama 3,5 jam dan setelah di-*bleaching* berturut-turut sebesar 26,55 N/mm² dan 1,70%. Kertas dengan kondisi pulping tersebut dapat memberikan hasil terbaik, dikarenakan serat selulosa benar-benar bebas dari lignin sehingga lebih elastis. Pemanasan yang cukup selama 3,5 jam berperan dalam memberikan sifat kekuatan kertas karena dengan pemanasan yang tidak berlebih tersebut struktur selulosa tidak mengalami degradasi.

Hasil foto permukaan menunjukkan bahwa pada standar kertas dan tissue serat-serat selulosa nampak dengan jelas (Gambar 4 (a) dan (b)). Hasil foto kertas yang dihasilkan dari albedo markisa konyal, mengindikasikan adanya senyawa lain yang melapisi serat-serat selulosa yang dihasilkan (4 (c) dan (d)).



Gambar 4 Hasil foto permukaan. (a) tissue, (b) kertas HVS, (c) kertas albedo konyal dengan *bleaching*, (d) albedo konyal tanpa *bleaching*,

Karakterisasi kertas menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dilakukan terhadap kertas yang memberikan hasil terbaik pada uji tarik dan tissue sebagai standar pembanding. Tidak dilakukan pengukuran IR terhadap kertas karena kertas terlalu tebal sehingga sinar IR tidak dapat menembus sampel. Spektrum FTIR untuk tissue maupun kertas albedo yang dibuat pada kondisi optimum memiliki kesesuaian yang cukup baik dengan FTIR selulosa standar (Tabel 2)

Tabel 2. Hasil analisis spektrum FTIR. Korelasi sinyal antara spektrum selulosa standar, tissue dan spektrum kertas albedo.

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)			
Selulosa Standard	Tissue	Kertas Albedo Konyal	Gugus Fungsi Spesifik
~ 3400	3353	>3100	.-OH
~ 2900	2901	2910	C-H
1640	1651	1634	H-O-H
1420	1422	1437	C-O-H
1370	1314	1321	C-O-C

KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah berhasil disintesis kertas dari bahan baku albedo markisa konyal (*Passiflora ligularis*). Kertas dengan karakteristik terbaik adalah kertas yang memberikan hasil kekuatan dan elastisitas diperoleh dari proses pulping pada 105°C selama 3,5 jam terhadap sampel albedo yang dijemur dan kemudian di-bleaching. Hasil uji tarik terhadap sampel tersebut memberikan nilai kekuatan (*stress* σ) sebesar 26,55 N/mm² dan elastisitas (*strain* ϵ) sebesar 1,70%. Sedangkan hasil pengukuran terhadap standar kertas tulis dan tissue diperoleh nilai *stress* dan *strain* secara berturut-turut adalah, untuk kertas sebesar 22,20 N/mm² dan 1,28% serta untuk tissue sebesar 9,81 N/mm² dan 1,43%.

Pemanfaatan asam asetat dalam proses pulping menjanjikan metodologi pembuatan kertas yang lebih ramah lingkungan. Pengeringan albedo dengan menggunakan energi matahari juga menjanjikan metodologi yang lebih efisien. Dengan nilai *stress* dan *strain* yang tinggi, kertas yang dihasilkan dapat diaplikasikan sebagai kertas tulis maupun tissue.

DAFTAR PUSTAKA

- Casey, J.P., 1980, *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*. John Willey and Sons. New York
- Departemen Pertanian Indonesia. *Markisa*. http://www.deptan.go.id/base_statistic/markisa/f4free_frame.htm tanggal akses 03 Oktober 2006
- Fessenden. *Kimia Organik Jilid 2*. Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Ph.D. (Penerjemah). Edisi 3. Penerbit Erlangga. Jakarta. h. 319-320, 348-356
- Kim, J.H., 2006, Discovery of Cellulose as a Smart Material. *Macromolecules*. 4202 -4206.
- Majumdar, P. and Chanda, S., 2001, Chemical profile of some lignocellulosic crop residues. *Indian J. Agric. Biochem.* **14:1&2**, 29–33
- Nimz, H., 2003, Bleach Lignin – Proposal of Constitutional Scheme. *Angewandte Chemie International Edition in English*. **13:5** .313-321
- Rotter, Ben., 2006, *Sulfur Dioxide*. <http://www.brsquared.org/wine> tanggal akses 13 Juni 2007
- Rousu, P. Anttila, J., 2002, Sustainable pulp production from agricultural waste. *Resources, Conservation and Recycling*. **35**. 85-103.

Silverstein., 1991, *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. 5th Edition John Willey and Sons, Inc. 91-100

Stanley, Alan., 1996, *The Environmental Consequences of Pulp and Paper Manufacture*. London: Friends of the Earth Ltd

Stephenson, J.Newell., 1950, *Preparation and Treatment of Wood Pulp*. 1 McGraw Hill Book Company, Inc. New York.

Updegraff D.M., 1969, *Semimicro determination of cellulose in biological materials*. *Analytical Biochemistry*. **32**. 420 – 424.