

PEMBUATAN GLUKOSA DAN ALKOHOL DARI SAGU (*Metroxylon spp.*)

Production of glucose and alcohol from sago (Metroxylon spp.)

Oleh/By

Tjutju Nurhayati Syahri dan Hartoyo

Summary

A study for production of glucose and alcohol from sago (*Metroxylon Spp*) was conducted on a laboratory scale in the Forest Product Research and Development Centre, Bogor.

Treatment condition given for hydrolysis of sago in order to produce glucose was three levels of sulfuric acid (of 0.5 N; 0.75 N and 1.0 N) with three levels of temperature and pressure (of 250°F/15psi, 259°F/20psi, and 274°F/30psi). The reaction time for hydrolysis at each treatment combination were three levels (of 90 minutes, 120 minutes and 150 minutes). Glucose obtained from sago hydrolysis in this experiment was then fermented for producing alcohol by means of *Sacharomyces cerevisiae* enzym activity from yeast.

The result showed that glucose yield during these experiment ranged from 42.8 to 77.6 percent. The maximum glucose yield is obtained from the 274°F/30psi treating condition and sulfuric acid concentration of 1.0 N within 120 minutes of hydrolysis time. Until 120 minutes of hydrolysis period the glucose yield tend to increase with the increasing treatment combination level. The results of glucose tends to decrease afterwards at hydrolysis period of 150 minutes.

The highest alcohol yield is 14.2 percent and is obtained from fermentation of highest glucose yield of 77.6 percent. Based on the result of chromatographic analysis of alcohol revealed that alcohol produced is classified as ethanol (C_2H_5OH).

I. PENDAHULUAN

Seperti halnya tapioka, beras dan jagung, sagu (*Metroxylon spp*) termasuk kelompok sumber karbohidrat dalam bentuk pati. Karbohidrat ini dapat digunakan baik sebagai bahan pangan maupun sebagai bahan baku industri. Sagu cukup baik untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan glukosa dan alkohol, oleh karena karbohidratnya cukup tinggi. Disamping itu, karena sagu tidak mengandung vitamin, kandungan lemak dan proteinnya rendah (Anonymus, 1978) maka produk yang dihasilkan mempunyai kualitas yang lebih baik.

Susunan molekul pati terdiri dari amilosa dan amilopektin mengandung sekitar 300 — 3000 gugus glukosa yang terikat satu dengan gugus lainnya dalam bentuk ikatan hidrogen yaitu 1,4 dan 1,6 alpha glukosida. Gugus glukosa ini dapat terlepas dari ikatannya oleh proses hidrolisa dengan asam. Jumlah gugus glukosa yang dapat terurai dipengaruhi oleh kondisi hidrolisis yaitu antara lain penggunaan konsentrasi H^+ , suhu dan tekanan serta lama hidrolisa.

Sagu sebagai sumber bahan pangan dan bahan baku industri mempunyai prospek yang baik di Indonesia. Potensi hutan sagu yang cukup besar adalah di Irian Jaya dan Maluku dengan kemampuan produksi 12,3 juta ton pertahun di Irian Jaya dan 8000 ton pertahun di Maluku (Purnama *et al.*,

1984). Daerah lain yang mempunyai hutan sagu adalah Sulawesi Tenggara 7500 ha, Kalimantan Barat 2420 ha dan Riau 31605 ha (Anonymus, 1984). Adapun produksi hutan sagu perhektar rata-rata diperkirakan sebanyak 4972,5 kg tepung sagu kering.

Dalam upaya memanfaatkan sagu sebagai bahan baku industri sirup dan alkohol, dilakukan penelitian pembuatan glukosa dan alkohol dari sagu dengan berbagai perlakuan kondisi hidrolisa dan fermentasi.

II. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

A. Bahan

Bahan penelitian yang digunakan adalah tepung sagu (*Metroxylon spp*) berasal dari Selat Panjang Provinsi Riau. Tepung diambil dari industri rakyat yang pembuatannya dilakukan dengan cara pengendapan ulang dari campuran air dan serbuk batang sagu.

B. Metode Penelitian

1. Penetapan kadar pati

Metode yang digunakan untuk analisis pati adalah Penuntun Praktikum Kimia Makanan (Anonymus, 1977).

2. Penetapan glukosa

Untuk keperluan pembuatan glukosa dilakukan dengan cara hidrolisis. Tepung sagu sebanyak 0 gram disuspensikan dengan menggunakan asam sulfat 1 liter. Hidrolisis suspensi tepung sagu dilakukan pada 3 taraf konsentrasi asam sulfat (0,5 N; 0,75 N dan 1,0 N), 3 taraf suhu/tekanan (250°F/15psi, 259°F/20psi dan 274°F/30psi) dan 3 taraf lama hidrolisis (90 menit, 120 menit dan 150 menit). Jumlah percobaan yang dilakukan sebanyak 54 kali dengan ulangan 2 kali pada tiap perlakuan.

3. Pembuatan alkohol

Pembuatan alkohol dilakukan dengan cara memfermentasi glukosa hasil hidrolisis sagu dengan menggunakan bakteri *Sacharomyces cereviceae* yang terdapat pada ragi roti. Metode fermentasi yang digunakan adalah Penuntun Praktikum Kimia Makanan (Anonymus, 1977).

4. Pengujian alkohol

Alkohol yang diperoleh dari hasil fermentasi glukosa ditetapkan kadarnya melalui perhitungan berat jenis sulingan hasil fermentasi menurut Standar Industri No. 30/S.I/73 (Anonymus, 1973). Untuk mengetahui kemurnian alkohol dari hasil fermentasi glukosa dievaluasi kandungan etanolnya dengan menggunakan cara gas chromatografi model Varian dengan detector FID. Analisa etanol dilakukan pada suhu kolom 100°C, suhu injektor 120°C, suhu detektor 150°C, kecepatan chart 5 cm/menit, attenuation 16 dan aliran gas N₂ 40 ml/menit.

5. Rancangan penelitian

Percobaan dirancang dengan model statistik acak lengkap faktorial. Faktor konsentrasi asam sulfat (A) terdiri dari 3 taraf yaitu 0,5 N (a₁), 0,75 N (a₂) dan 1,0 N (a₃); demikian pula suhu/tekanan terdiri dari 3 taraf yaitu 250°F/15psi (b₁), 259°F/

20psi (b₂) dan 274°F/30psi (b₃) dan faktor lama hidrolisa (C) terdiri dari 90 menit (c₁), 120 menit (c₂) dan 150 menit (c₃).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karbohidrat Sagu

Kandungan karbohidrat atau pati sagu adalah 91,6 persen. Bila dibandingkan dengan kadar pati jagung dan beras yaitu masing-masing 79 dan 73 persen (Anonymus, 1978), kadar pati sagu menunjukkan angka yang lebih tinggi. Kadar karbohidrat yang tinggi diharapkan dapat menghasilkan kadar glukosa dan alkohol yang tinggi pula. Selain itu, sagu tidak mengandung vitamin, kadar lemak dan protein yang rendah (Anonymus, 1980) akan dapat menghasilkan glukosa dan alkohol yang berkualitas baik.

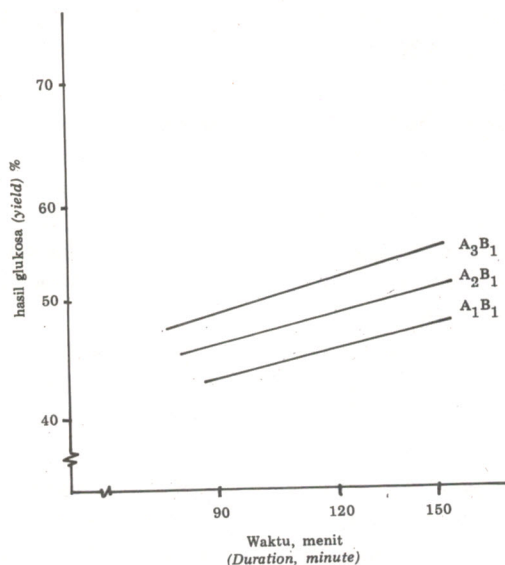
B. Kadar Glukosa Hasil Hidrolisis Sagu

Pada Tabel 1 tercantum kadar glukosa hasil hidrolisis pada berbagai perlakuan. Dari Tabel tersebut terlihat bahwa pada umumnya kadar glukosa naik sesuai dengan meningkatnya kondisi perlakuan. Kecenderungan ini sesuai dengan teori kecepatan reaksi yaitu makin tinggi kombinasi suhu dan tekanan, konsentrasi asam dan lama hidrolisa makin cepat dan sempurna pembentukan glukosa. Tetapi khusus untuk lama hidrolisa 150 menit, suhu dan tekanan 274°F/30psi dan konsentrasi asam 0,5 – 1,0 N dihasilkan kadar glukosa yang cenderung menurun. Hal ini disebabkan semakin lama hidrolisis yang dilakukan pada suhu yang tinggi menyebabkan tekanan uap dalam autoklaf makin meningkat sehingga mengubah reaksi ke arah terbentuknya kembali karbohidrat atau komponen lain.

Pada hidrolisis yang menggunakan suhu dan tekanan (274°F/30psi) serta konsentrasi asam yang

Tabel 1. Rendemen glukosa dari hasil hidrolisis sagu pada berbagai perlakuan.
Table 1. Yield of glucose of hydrolised sagu at several treatment conditions.

Konsentrasi asam sulfat (Sulfuric acid concentration)	Kadar glukosa (glucose yield) %								
	250°F/15 psi			259°F/20 psi			274°F/30 psi		
	90 menit (minutes)	120 menit (minutes)	150 menit (minutes)	90 menit (minutes)	120 menit (minutes)	150 menit (minutes)	90 menit (minutes)	120 menit (minutes)	150 menit (minutes)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,5 N	42,81	47,30	52,45	51,43	56,17	60,04	64,18	67,47	69,63
0,75 N	46,22	50,78	56,44	57,29	61,11	64,36	70,30	73,01	67,83
1,0 N	49,74	56,51	59,93	59,85	64,37	68,18	72,41	77,59	65,80



$$A_1B_1 = Y = 28,23 + 0,1606 X ; r = 0,9991$$

$$A_2B_1 = Y = 30,70 + 0,1703 X ; r = 0,9980$$

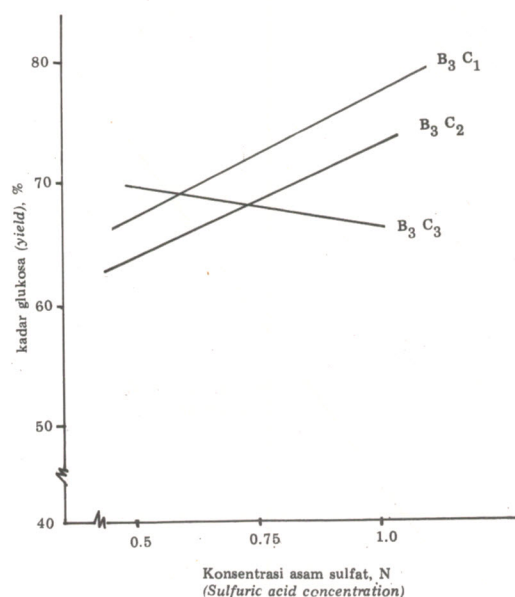
$$A_3B_1 = Y = 35,01 + 0,1698 X ; r = 0,9826$$

Gambar 1 : Hubungan lama hidrolisis terhadap kadar glukosa pada suhu/tekanan 250°F/15psi (B₁) dan konsentrasi asam 0,5' N (A₁), 0,75 N (A₂) dan 1,0 N (A₃).

Figure 1 : Relation between hydrolysing time and glucose yield on temperature/pressure of 250°F/15psi (B₁) and acid concentration of 0,5N (A₁); 0,75 N (A₂) and 1,0 N (A₃)'

tetap yaitu masing-masing 0,75 dan 1,0 N menunjukkan bahwa peningkatan lama hidrolisis sampai 120 menit ternyata kadar glukosa cenderung meningkat dan setelah itu kadar glukosa menurun pada lama hidrolisis 150 menit (Gambar 2).

Perubahan tersebut di atas diperkuat oleh sidik ragam yang menunjukkan bahwa peningkatan kombinasi suhu dan tekanan, konsentrasi asam dan lama hidrolisis memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kadar glukosa yang dihasilkan. Demikian pula pengaruh interaksi antar faktor perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata. Adapun hubungan pengaruh kondisi perlakuan terhadap kadar glukosa yang dihasilkan diuraikan pada Gambar 1 dan 2.



$$B_3C_1 = Y = 56,398 + 16,66 X ; R = 0,9665$$

$$B_3C_2 = Y = 57,470 + 20,28 X ; R = 0,9985$$

$$B_3C_3 = Y = 73,452 - 7,619 X ; R = -0,9993$$

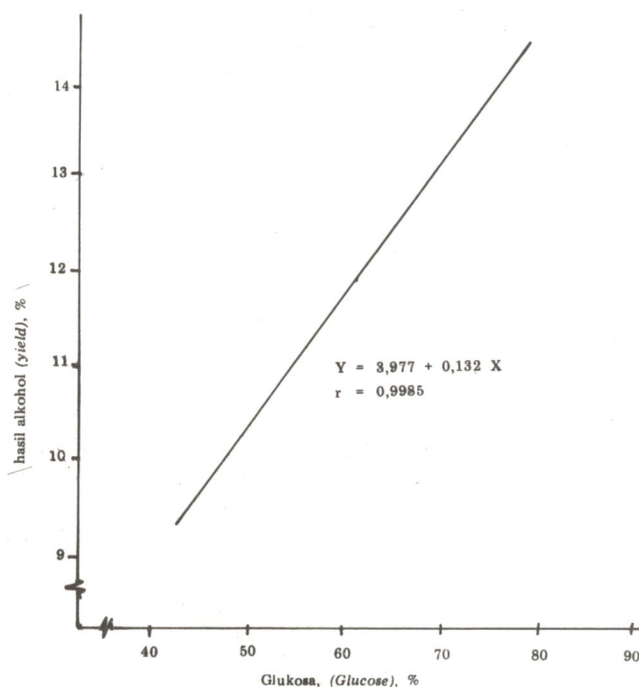
Gambar 2 : Hubungan konsentrasi asam sulfat terhadap kadar glukosa pada kondisi suhu/tekanan 274°F/30psi (B₃) dan lama hidrolisis 90 menit (C₁), 120 menit (C₂) dan 150 menit (C₃)

Figure 2 : Relation between sulfuric acid concentration and glucose yield on temperature/pressure of 274°F/30psi (B₃) and hydrolysis duration of 90 minutes (C₁), 120 minutes (C₂) and 150 minutes (C₃)

C. Alkohol Hasil Fermentasi

Pada Tabel 3 dicantumkan kadar alkohol hasil fermentasi dari 6 macam cairan glukosa yang kadarnya berbeda-beda. Dari data tersebut terlihat bahwa makin tinggi larutan glukosa yang difermentasi makin tinggi kadar alkohol yang dihasilkan. Hubungan kadar alkohol dengan kadar glukosa dinyatakan dalam bentuk persamaan linier yaitu $Y = 3,977 + 0,132 X$ dengan $r = 0,9984$ (Gambar 3). Kadar alkohol tertinggi yaitu 14,2 persen berasal dari kadar glukosa 77,6 persen.

Ditinjau dari kadar alkohol yang bisa dicapai pada proses fermentasi glukosa pada umumnya yaitu sekitar 15 persen (Suprpto, 1982). Kadar alkohol sagu hasil percobaan ini menunjukkan angka yang cukup tinggi. Kemurnian alkohol hasil fer-



Gambar 3 : Hubungan kadar glukosa dengan alkohol hasil fermentasi.

Figure 3 : Regression between glucose yield and alcohol of fermented products.

mentasi yang ditetapkan kadar etanolnya dengan gas chromatografi menunjukan bahwa senyawaan alkohol tersebut termasuk jenis etanol murni (C_2H_5OH).

Tabel 3. Kadar alkohol hasil fermentasi glukosa
Table 3. Alcohol yield of glucose fermentation products

Kadar glukosa, (Glucose yield)	Kadar alkohol (Alcohol yield), %
42,81	9,65
49,74	10,46
56,51	11,62
64,36	12,40
70,30	13,35
77,59	14,22

IV. KESIMPULAN

1. Kadar karbohidrat sagu yang digunakan dalam penelitian ini termasuk tinggi yaitu 91,6 persen dan sesuai sebagai bahan baku pembuatan glukosa dan alkohol.
2. Pada proses hidrolisis sagu menjadi glukosa, ternyata kadar glukosa dipengaruhi oleh kondisi perlakuan konsentrasi asam sulfat, kombinasi suhu dan tekanan serta lama hidrolisis. Kadar glukosa cenderung meningkat dengan meningkatnya konsentrasi asam, kombinasi suhu dan tekanan serta lama hidrolisis.
3. Kadar glukosa tertinggi yaitu 77,6 persen diperoleh dari kondisi kombinasi suhu dan tekanan $274^{\circ}F/30psi$, lama hidrolisis 120 menit dan konsentrasi asam sulfat 1,0 N.
4. Pada proses fermentasi glukosa menjadi alkohol, kadar alkohol yang dihasilkan ditentukan oleh kadar glukosa yang terdapat dalam cairan hasil hidrolisis sagu. Makin tinggi kadar glukosa makin tinggi kadar alkohol yang dihasilkan. Kadar alkohol paling tinggi adalah 14,2 persen berasal dari hasil fermentasi glukosa yang berkadar 77,6 persen.
5. Alkohol yang dihasilkan dari sagu melalui tahapan proses hidrolisis dan fermentasi adalah senyawa etanol murni (C_2H_5OH).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1984. Prospek industri makanan sagu di Maluku. Buletin Informasi Pertanian Ambon No. 004.
- Anonymous, 1980. Pemanfaatan dan pendayagunaan sagu. BPP Teknologi Jakarta.
- Anonymous. 1973. Standar cara-cara analisis dan syarat mutu barang untuk minuman beralkohol. Standar Industri No. 30/SI/73 Balai Penelitian Kimia Bogor.
- Anonymous. 1977. Seminar Teknologi Pangan ke III. Balai Penelitian Kimia Bogor.
- Anonymous. 1978. Sirup pati ubi jalar. Komunikasi No. 188. Balai Penelitian Kimia Bogor.
- Anonymous. 1977. Penuntun praktikum kimia makanan. Akademi Kimia Analisis Bogor (tidak diterbitkan).
- Purnama, M.B., Subandi A. dan Hendro Prahasto. 1984. Potensi hutan sagu di Seram Barat Propinsi Maluku. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. I, No. 3. Bogor.
- Sumarna, Y. 1986. Sagu (*Metroxylon* Spp) : Pohon penghasil karbohidrat Jurnal Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Vol. ii, No. 2 Bogor.
- Suprpto T. 1982. Catatan peninjauan ke pabrik spirtus Palimanan. Cirebon (tidak diterbitkan).

BIODATA PENULIS

Apul Sianturi

Lahir di Tapanuli tanggal 20 Agustus 1944

Lulus S2 IPB tahun 1983

Mulai bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan tahun 1968, dan sejak tahun 1986 menjabat sebagai Ajun Peneliti Madya hingga sekarang, dengan spesialisasi Eksploitasi Hutan.



Dulsalam

Lahir di Sleman tanggal 22 Juli 1955

Lulus Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada tahun 1980. Mulai bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan sejak tahun 1981, sejak tahun 1987 hingga sekarang menjadi Ajun Peneliti Muda, dengan spesialisasi Eksploitasi Hutan.



Hartoyo

Lahir di Kediri tanggal 2 Januari 1937

Lulus S1 Universitas Gajah Mada tahun 1964, S2 Industrial Chemistry Vrije Universiteit BRUSSEL tahun 1987, Training in Forest Product Research di Tokyo tahun 1969. Sejak tahun 1986 hingga sekarang menjabat sebagai Ahli Peneliti Muda, dengan spesialisasi Kimia Kayu dan Energi Biomassa.



Ishak Sumantri

Lahir di Cirebon tanggal 7 Pebruari 1940

Lulus Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian IPB tahun 1974, S2 ITC Nederland 1978. Tahun 1984 hingga sekarang menjabat sebagai Kepala Bidang Eksploitasi dan Ekonomi Kehutanan, sejak tahun 1988 merangkap sebagai Peneliti Madya, dengan spesialisasi Eksploitasi Hutan Penginderaan Jauh.



I.M. Sulastiningsih

Lahir di Banyuwangi tanggal 31 Juli 1960

Lulus Fakultas Kehutanan IPB tahun 1982. Sejak tahun 1983 hingga sekarang bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan sebagai Staf Peneliti, dengan spesialisasi Teknologi Kayu.



Paimin Sukartana

Lahir di Yogyakarta tanggal 26 April 1948

Lulus Sarjana Muda IKIP jurusan Biologi 1972, tahun 1984 Training Dept. Entomology University of Wisconsin Madison, USA dengan spesialisasi Entomology Kayu. Bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan sejak tahun 1977, dan tahun 1988 — sekarang menjabat sebagai Kepala Laboratorium Biodeteriorasi Kayu.

Paribroto Sutigno

Lahir di Garut tanggal 2 Januari 1937

Lulus Fakultas Kehutanan IPB tahun 1976, S2 IPB tahun 1983, dan S3 IPB 1988, dengan spesialisasi Ilmu Perkayuan.

Mulai bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan 1955 dan sejak tanggal 1 Januari 1986 — sekarang menjabat sebagai Ahli Peneliti Muda.



Rachman Effendi

Lahir di Bogor tanggal 10 Oktober 1957

Lulus Fakultas Pertanian IPB Jurusan Statistika tahun 1981, dengan spesialisasi Statistika dan Komputasi. Bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan sejak tahun 1982 sebagai Staf Peneliti.



Rozak Memed

Lahir di Ciamis tanggal 30 November 1945

Lulus Akademi Kimia Analis tahun 1977. Mulai bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan 1977, sejak tahun 1986 — sekarang sebagai Asisten Peneliti Muda, dengan spesialisasi Pengolahan Kayu.



Suwidji Basuki

Lahir di Yogyakarta tanggal 3 September 1948

Lulus Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada tahun 1980, dengan spesialisasi Ekonomi Kehutanan. Bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan tahun 1980, tahun 1980/1981 sebagai staf perencanaan P3HH, tahun 1981-1982 staf peneliti di Disiplin Pengerjaan dan Penggergajian P3HH, sejak tahun 1982 hingga sekarang sebagai staf peneliti pada Kelompok Peneliti Ekonomi Kehutanan merangkap sebagai instruktur Komputerisasi Pusat Litbang Hasil Hutan.



Toga Silitonga

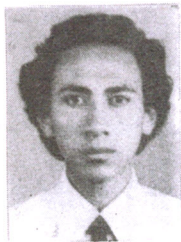
Lahir di Medan tanggal 9 Oktober 1938

Lulus Fakultas Kehutanan IPB 1965, S2 University of Wisconsin 1971, S3 University of Minnesota tahun 1983, dengan spesialisasi Teknologi Hasil Hutan. Tahun 1966 — 1971 menjabat sebagai Kepala Bagian Hasil Hutan Bukan Kayu, 1971 — 1973 sebagai Kepala Bagian Pulp & Serat, 1973 — 1983 sebagai Kepala Bagian Pengolahan Kimia Hasil Hutan, 1983 — 1984 sebagai Kepala Bidang Teknologi Hasil Hutan, 1984 — sekarang sebagai Kepala Bidang Tata Operasional Penelitian dan Pengembangan, dan merangkap sebagai Ahli Peneliti Madya.

Tjutju Nurhayati Syahri

Lahir di Bogor tanggal 16 Oktober 1944

Lulus Akademi Kimia Analis tahun 1979, mulai bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan sejak tahun 1965, sejak tahun 1987 — sekarang menjabat sebagai Ajun Peneliti Muda, dengan spesialisasi Kimia Kayu dan Energi Biomassa.



Wesman Endom

Lahir di Subang tanggal 27 Maret 1954

Lulus Akademi Ilmu Kehutanan Bandung tahun 1977, Kursus Penginderaan Jauh di Pusdik UGM 1982, dan Kursus Survey Hutan di SHPPU Badan Intag dan IPB 1984, Kursus Forest Survey di ITC, Nederland 1986/1987, dengan spesialisasi Eksploitasi Hutan. Bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan sebagai Staf Peneliti hingga sekarang.

Yacob Ando

Lahir di Bogor tanggal 16 Maret 1937

Lulus Akademi Kimia Analis 1965.

Mulai bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan sejak tahun 1958, dan sekarang menjabat sebagai Asisten Peneliti Muda.

PETUNJUK BAGI PENULIS

BAHASA : Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia dengan ringkasan dalam bahasa Inggris atau dalam bahasa Inggris dengan ringkasan bahasa Indonesia.

FORMAT : Naskah diketik di atas kertas kuarto putih pada satu permukaan dengan 2 spasi. Pada semua tepi kertas disisakan ruang kosong minimal 3,5 cm.

JUDUL : Judul dibuat tidak lebih dari 2 baris dan harus mencerminkan isi tulisan. Nama penulis dicantumkan di bawah judul.

RINGKASAN : Ringkasan dibuat tidak lebih dari 200 kata berupa intisari permasalahan secara menyeluruh, dan bersifat informatif mengenai hasil yang dicapai.

TABEL : Judul tabel dan keterangan yang diperlukan ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris dengan jelas dan singkat. Tabel harus diberi nomor.

GAMBAR GARIS : Grafik dan ilustrasi lain yang berupa gambar garis harus kontras dan dibuat dengan tinta hitam. Setiap gambar garis harus diberi nomor, judul dan keterangan yang jelas dalam bahasa Indonesia dan Inggris.

FOTO : Foto harus mempunyai ketajaman yang baik, diberi judul dan keterangan seperti pada gambar.

DAFTAR PUSTAKA : Daftar pustaka yang dirujuk harus disusun menurut abjad nama pengarang dengan mencantumkan tahun penerbitan, seperti teladan berikut :

Allan, J.E. 1961. The determination of copper by atomic absorption spectrophotometry. *Spectrochim. Acta*, 17, 459 — 466.

FAO. 1974. Logging and Log Transport in Tropical High Forest. FAO Forestry Development Paper No. 18, Rome.

Jane, F.W. 1955. The Structure of Wood. 1st ed. p. 328. London : Black.

CETAK ULANG : Kepada penulis diberikan 10 eksemplar cetak ulang.

NOTES FOR AUTHORS

LANGUAGE : Manuscripts must be written in Indonesian with English summary or vice versa.

FORMAT : Manuscripts should be typed double spaced on one face of A₄ white paper. A 3.5 cm margin should be left on all sides.

TITLE : Title must not exceed two lines, and should reflect the content of the manuscript. The author's name follows immediately under the title.

SUMMARY : Summary must not exceed 200 words, and should comprise informative essence of the entire content of the article.

TABLE : Title of tables and all necessary remarks must be written in Indonesian and English. Tables should be numbered.

LINE DRAWING : Graphs and other line drawing illustrations must be drawn in high contrast black ink. Each drawing must be numbered, titled and supplied with necessary remarks in Indonesia and English.

PHOTOGRAPH : Photographs submitted should have high contrast, and must be supplied with necessary information as in line drawing.

REFERENCE : References must be listed in alphabetical order of author's name with their year of publications as in the following example :

OFFPRINT : Authors are given 10 copies of offprints.

SERANGAN KUMBANG AMBROSIA <i>PLATYPUS TREPANATUS</i> PADA DOLOK RAMIN <i>The infestations of ambrosia beetle. Platypus trepanatus on ramin logs</i> Paimin Sukartana	68
MODEL PENDUGAAN LIMBAH DALAM PENGUPASAN VENIR KAYU MERANTI DAN RAMIN <i>Predictive model of waste of Shorea sp. wood and Gonystylus bancanus Kurz. wood in veneer rotary cutting.</i> Suwidji Basuki & Rachman Effendi	71
DIMENSI SERAT DAN KOMPOSISI KIMIA KAYU ALPOKAT <i>Fiber dimension and chemical composition of Persea sp.</i> Yacob Ando	77
PERCOBAAN PENYULINGAN KAYU CENDANA (<i>Santalum album</i> L.) DARI KUPANG <i>Experimental distilling of Santalum album, L. of Kupang origin.</i> Toga Silitonga	80
PENGUNAAN FOTO UDARA DALAM PENILAIAN KERUSAKAN TAJUK AKIBAT EKSPLOITASI HUTAN <i>The assesment of crown damage due to logging by means of aerial photograph.</i> Ishak Sumantri & Wesman Endom	85
PEMBUATAN GLUKOSA DAN ALKOHOL DARI SAGU (<i>METRO- XYLON SPP.</i>) <i>Production of glucose and alcohol from sago (Metroxylon spp.)</i> Tjutju Nurhayati Syahri & Hartoyo	93