



3 Maret 2014

JURNAL TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS MULAWARMAN

Mini Review

Peningkatan Produksi Padi Berkelanjutan Pada Lahan Rawa Pasang Surut (*Increasing of Sustainable Rice Production on Swampland*) **Nurita, Isdijanto Ar-Riza**

Penelitian

Pengaruh Perbedaan Suhu Fermentasi Moromi Terhadap Sifat Kimia Dan Mikroflora Moromi Kecap Koro Pedang (*Canavalia ensiformis L.*) (*Effect of Different Temperature of Moromi Fermentation on Chemical and Microflora Characteristics of Jack Bean Sauce (Canavalia ensiformis L.)*) **Beti Cahyaning Astuti**

Kajian Proses Produksi Pulp Dan Kertas Ramah Lingkungan Dari Sabut Kelapa (*Study on the Production of Environmental Friendly Pulp and Paper from Coconut Husk*) **Khaswar Syamsu, Han Roliadi, Krishna Purnawan Candra, Akbar Jamaluddin Arsyad**

Isolation of Cellulolytic Microbials from Several Locations were Associated with the Palm Oil Industry (Isolasi Mikroba Selulolitik dari Beberapa Lokasi yang Berkaitan dengan Industri Minyak Sawit) **Hamka Nurkaya**

Keragaman dan Habitat Lebah Trigona pada Hutan Sekunder Tropis Basah di Hutan Pendidikan Lempake, Samarinda, Kalimantan Timur (*Biodiversity and Habitat of Trigona at Secondary Tropical Rain Forest of Lempake Education Forest, Samarinda, Kalimantan Timur*) **Syafrizal, Daniel Tarigan, Roosena Yusuf**

Karakteristik Kimia Kopi Kawa Dari Berbagai Umur Helai Daun Kopi Yang Diproses Dengan Metode Berbeda (*Chemical Characteristic of Coffee Kawa Produced from Different Age of Coffee Leaf by Different Methods*) **Khusnul Khotimah**

Bekerjasama dengan

Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI) Kalimantan Timur

JTP

JURNAL TEKNOLOGI PERTANIAN

PENERBIT

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian
Universitas Mulawarman
Jl. Tanah Grogot Kampus Gunung Kelua
Samarinda 75119

KETUA EDITOR

Krishna Purnawan Candra (THP-UNMUL Samarinda)

EDITOR

Bernatal Saragih (THP-UNMUL Samarinda)
Dahrulsyah (TPG-IPB Bogor)
Dodik Briawan (GMK-IPB Bogor)
Khaswar Syamsu (TIN-IPB Bogor)
Meika Syahbana Roesli (TIN-IPB Bogor)
V. Prihananto (THP-Unsoed Purwokerto)

EDITOR PELAKSANA

Sulistyo Prabowo
Hadi Suprpto
Miftakhur Rohmah

ALAMAT REDAKSI

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Mulawarman
Jalan Tanah Grogot Kampus Gunung Kelua
Samarinda 75119
Telp 0541-749159
e-mail: jtpunmul@gmail.com

JURNAL TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS MULAWARMAN
Volume 9 Nomor 1
3 Maret 2014

Mini Review

Halaman

Peningkatan Produksi Padi Berkelanjutan Pada Lahan Rawa Pasang Surut (*Increasing of Sustainable Rice Production on Swampland*) **Nurita, Isdijanto Ar-Riza** 1-7

Penelitian

Pengaruh Perbedaan Suhu Fermentasi Moromi Terhadap Sifat Kimia Dan Mikroflora Moromi Kecap Koro Pedang (*Canavalia ensiformis* L.) (*Effect of Different Temperature of Moromi Fermentation on Chemical and Microflora Characteristics of Jack Bean Sauce (Canavalia ensiformis L.)*) **Beti Cahyaning Astuti** 8-15

Kajian Proses Produksi Pulp Dan Kertas Ramah Lingkungan Dari Sabut Kelapa (*Study on the Production of Environmental Friendly Pulp and Paper from Coconut Husk*) **Khaswar Syamsu, Han Roliadi, Krishna Purnawan Candra, Akbar Jamaluddin Arsyad**..... 16-25

Isolation of Cellulolytic Microbials from Several Locations Were Associated with the Palm Oil Industry (Isolasi Mikroba Selulolitik dari Beberapa Lokasi Industri Minyak Sawit) **Hamka Nurkaya** 26-33

Keragaman dan Habitat Lebah Trigona pada Hutan Sekunder Tropis Basah di Hutan Pendidikan Lempake, Samarinda, Kalimantan Timur (*Biodiversity and Habitat of Trigona at Secondary Tropical Rain Forest of Lempake Education Forest, Samarinda, Kalimantan Timur*) **Syafrizal, Daniel Tarigan, Roosena Yusuf** 34-39

Karakteristik Kimia Kopi Kawa Dari Berbagai Umur Helai Daun Kopi Yang Diproses Dengan Metode Berbeda (*Chemical Characteristic of Coffee Kawa Produced from Different Age of Coffee Leaf by Different Methods*) **Khusnul Khotimah** 40-48

KAJIAN PROSES PRODUKSI PULP DAN KERTAS RAMAH LINGKUNGAN DARI SABUT KELAPA

Study on the Production of Environmental Friendly Pulp and Paper from Coconut Husk

Khaswar Syamsu^{1,*}, Han Roliadi², Krishna Purnawan Candra³, Akbar Jamaluddin Arsyad¹

¹⁾ Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian dan Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, ²⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan (P3HH) Bogor, ³⁾ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman, *) Corresponding author: khaswars@yahoo.com

Received 17 April 2013 Accepted 11 June 2013

ABSTRACT

Paper traditionally defined as thin mass of felted sheet separated from the water suspension of prevalently cellulose-based pulp fibers on a fine screen, followed by sheet forming, compression, drying, and finishing-actions. This study determine the best condition of NaOH concentration (10 and 15 %) in pulp manufacturing from coconut husk fibers (data analyzed by two-tailed t test at α 5 %). The influence of tapioca and kaolin addition (0 and 10 %) following the pulping process on physical properties of paper is also studied (data analyzed by Anova and followed by tukey test at α 5 %), as well as the biomass conversion calculation based on *Acacia mangium*. The parameters observed are alkali consumption, kappa number, pulp yield, water absorption, tensile strength, and tear strength. The higher alkali consumption occurred at NaOH 15 % and the higher pulp yield obtained at NaOH 10 %, meanwhile kappa number of pulp is not affected. Water absorption of paper are not significantly different between treatments. Maximum tear and tensile index obtained from the pulp with NaOH 15 % and addition of tapioca 5 %, and from the pulp with NaOH 10 % and tapioca 5 %, respectively. The use of coconut-husk from 1 ha coconut-field for paper manufacture can save 2.02 tons (5.05 m³) of wood per year (based on *Acacia mangium*), hence avoiding the cutting of 0.02 ha of forest per year, thereby affording carbon sink of 1.01 tons and concurrently enabling the absorption of 0.76 tons CO₂ per year.

Keywords: coconut-husk fibers, pulp and paper manufacture, soda pulping, biomass conversion, Acacia mangium.

PENDAHULUAN

Kertas merupakan produk hasil dari pemanfaatan selulosa sebagai bahan bakunya. Kertas pada jaman dahulu dikenal sebagai lapisan tebal yang dibuat dari lembaran *screen* halus dari suspensi serat. Namun, kertas di jaman sekarang tidak hanya terdiri dari serat saja, melainkan mengandung bahan-bahan tambahan lain (Syafii, 2000). Kertas secara lebih rinci menurut Bureau of Indian Standards, (1999) adalah lembaran tipis dengan ketebalan maksimum 0,30 mm, atau gramatur maksimum 224 g m⁻² yang dihasilkan melalui penyusunan ikatan dan anyaman serat yang berasal

dari dehidrasi suspensi pulp. Karton juga merupakan lembaran tetapi dengan tebal diatas 0,30 mm atau gramatur diatas 224 g m⁻². Namun, dalam penggunaan umum, kata kertas dapat digunakan untuk menggambarkan kertas dan karton.

Sejak tahun 2001 sampai dengan tahun 2007 produksi kertas dan karton dunia rata-rata meningkat 3,05 % setiap tahun dengan konsumsi 383.603.402 ton kertas dan karton pada tahun 2007 (FAOSTAT, 2011). Untuk Indonesia, produksi kertas dan karton selama kurun waktu 5 tahun tumbuh dari 6.951.680 pada tahun 2001 sampai mencapai

10.506.180 ton pada tahun 2006 (Maps of World, 2011).

Walaupun akhir akhir ini alternatif selulosa dari mikrobial untuk pensubstitusi selulosa kayu guna pembuatan kertas telah diajukan oleh Syamsu et al. (2013), namun pada skala industri komersial di dunia, mayoritas pulp dan kertas masih diproduksi menggunakan bahan baku kayu, baik kayu yang berasal dari hutan tanaman industri maupun dari hutan alam. Laju kebutuhan kayu yang lebih besar dari pada laju produksinya telah menyebabkan makin berkurangnya jumlah kayu di hutan. Menurut data *State of the World's Forests 2007* yang dikeluarkan *The UN Food and Agriculture Organization*, angka deforestasi Indonesia selama periode 2000-2005 adalah 1,8 juta ha tahun⁻¹ dengan laju deforestasi sebesar 2 % per tahun (FAOSTAT, 2011; Maps of World, 2011). Laju deforestasi ini diperkirakan akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan terhadap kayu dan produk-produk berbahan baku kayu, termasuk pulp dan kertas.

Berkurangnya jumlah hutan yang berfungsi menahan air telah menyebabkan kekeringan pada musim kemarau, banjir pada musim hujan, dan memacu serta memicu pemanasan global (*global warming*) sehingga menyebabkan perubahan iklim secara radikal. Perubahan iklim secara drastis juga menyebabkan naiknya permukaan laut, gagal panen tanaman pangan, terancam punahnya sebagian fauna dan flora, rusaknya ekosistem, meluasnya penyakit tropis, dan munculnya penyakit-penyakit baru.

Untuk memproduksi 1 ton *bleached kraft pulp* secara konvensional diperlukan listrik 900 kWh, air 100 m³, dan kayu 5,5 m³ dengan skala minimum 1.200 ton pulp hari⁻¹. Dengan demikian, diperlukan 2.310.000 m³ kayu tahun⁻¹ dengan luasan hutan 46.000-230.000 ha tahun⁻¹. Sedangkan untuk memproduksi 1 ton *mechanical*

pulp diperlukan listrik 2.600 kWh, air 15 m³, kayu 2,5 m³ dengan skala minimum 600 ton pulp hari⁻¹. Dengan demikian, diperlukan 525.000 m³ kayu tahun⁻¹ dengan luasan hutan 10.500-52.500 ha tahun⁻¹ (Walker, 2006). Tingginya angka tersebut merupakan salah satu faktor pendorong deforestasi sehingga perlu dilakukan pencarian sumber baru untuk dijadikan bahan baku pembuatan pulp dan kertas.

Indonesia merupakan produsen kelapa (*Cocos nucifera* L.) terbesar di dunia dengan produksi 21.565.700 ton kelapa tahun⁻¹ pada tahun 2009 (FAOSTAT, 2011; Maps of World, 2011). Hasil samping utama dari buah kelapa adalah air kelapa, tempurung kelapa, dan sabut kelapa. Sabut kelapa merupakan 35 % dari total berat buah kelapa yang berarti ada potensi sabut kelapa Indonesia lebih dari 7,5 juta ton sabut kelapa tahun⁻¹. Jumlah tersebut cukup besar dan menunjukkan bahwa sabut kelapa merupakan bahan yang memiliki potensi yang harus terus digali. Menurut Tejano (1985), sabut kelapa mengandung selulosa 19,26-23,87 %, lignin 29,33-31,64 %, hemiselulosa 8,15-8,50 %, serta pektin, tanin dan bahan lain sebanyak 14,25-14,85 %. Karena merupakan bahan yang mengandung lignoselulosa relatif tinggi, maka sabut kelapa berpotensi menjadi bahan baku pembuatan pulp dan kertas.

Berbeda dengan penggunaan kayu sebagai bahan kertas yang mengharuskan penebangan kayu dan menumbuhkannya kembali selama 6-8 tahun sebelum dapat dipanen lagi, maka sabut kelapa dapat diperoleh dari pemanenan kelapa dengan umur panen yang jauh lebih singkat (6-8 bulan) tanpa harus menebang pohon kelapanya. Dengan demikian, penggunaan sabut kelapa sebagai bahan kertas secara signifikan akan menurunkan laju penebangan pohon sehingga dapat menyelamatkan lingkungan.

Penelitian ini menggunakan proses soda *pulping* dalam pembuatan pulp sabut kelapa. Proses soda dipilih karena merupakan proses yang umum dilakukan pada pembuatan pulp berbahan baku non-kayu karena serat dari bahan non-kayu mempunyai serat yang lebih pendek dengan kualitas serat yang tidak terlalu bagus, digunakan untuk kertas dengan spesifikasi yang tidak terlalu tinggi, dan umumnya tidak diikuti dengan tahapan *bleaching*. Penelitian ini menggunakan bahan penolong (aditif) berupa kaolin dan tapioka dalam dua taraf. Kaolin berfungsi sebagai *filler* sedangkan tapioka berfungsi sebagai *sizing agent* dan perekat.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat pulp dan kertas berbahan baku ramah lingkungan dari sabut tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.) dengan metode *soda pulping*, menentukan konsentrasi optimum NaOH dalam pembuatan pulp dari sabut kelapa, menentukan konsentrasi optimum tapioka dan kaolin dalam pembuatan kertas dari sabut kelapa, serta melakukan analisa konversi biomassa penggunaan sabut kelapa sebagai substituen bahan baku pulp dan kertas dari kayu.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau, oven, *digester*, *hollander beater*, *stone refiner*, *Niagara beater*, saringan, alat sentrifugasi, penangas, neraca, loyang, wadah kedap udara, cawan porselin, gegep, desikator, gelas piala, pipet volumetrik, erlenmeyer, gunting, *tearing tester*, *tensile tester*, alat uji daya serap air dengan metode Cobb, *handsheet machine*, serta alat bantu lainnya.

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah sabut kelapa yang berasal dari tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L.) dari Pasar Gunung Batu, Kota Bogor. Sabut ini berasal dari kelapa tua

yang ditanam di Provinsi Banten dengan umur panen enam sampai dengan delapan bulan. Bahan lain yang digunakan adalah larutan NaOH, alum, tapioka, kaolin, KMnO_4 0,1 N, H_2SO_4 4 N, KI 1 N, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N, larutan kanji, BaCl_2 10 %, indikator sindur metil, HCl 0,1 N, dan air bersih.

Metode Penelitian

Pembuatan sampel dilakukan melalui tahapan persiapan bahan baku dengan mem-bersihkan sabut kelapa dan memotongnya dengan ukuran (5 ± 1) cm, memasak serpihan sabut kelapa dengan larutan NaOH pada konsentrasi 10 dan 15 %, memberikan perlakuan mekanis dengan *hollander beater* dan *stone refiner* sampai serat-seratnya terpi-sah sempurna hingga mencapai derajat keha-lusan 250-300 mL CSF, dan disentrifugasi untuk mengurangi kadar air yang ada di dalam pulp. Pulp tersebut kemudian dibentuk menjadi lembaran kertas dengan menambahkan bahan aditif (kaolin 0 dan 10 %, tapioka 0 dan 5 %).

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu pembuatan pulp dan pembuatan kertas. Pada pembuatan pulp perlakuan yang diaplikasikan adalah konsentrasi NaOH dengan 2 level perlakuan (5 dan 15 %). Setiap level perlakuan diulang sebanyak 4 kali. Analisis data dilakukan dengan uji t dua arah dengan parameter konsumsi NaOH, bilangan kappa (BSN, 1989b), dan rendemen pulp.

Sedangkan pada pembuatan kertas digunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan (setiap jenis perlakuan diulang sebanyak 2 kali) adalah cara hidrolisis (konsentrasi NaOH) dan komposisi bahan tambahan (kaolin dan tapioka), yaitu:

NaOH 10 %, kaolin 0 %, tapioka 0% (N10K0T0)
 NaOH 10 %, kaolin 0 %, tapioka 5% (N₁₀K₀T₅)
 NaOH 10 %, kaolin 10 %, tapioka 0 % (N₁₀K₁₀T₀)
 NaOH 10 %, kaolin 10 %, tapioka 5% (N₁₀K₁₀T₅)
 NaOH 15 %, kaolin 0 %, tapioka 0 % (N₁₅K₀T₀)

NaOH 15 %, kaolin 0 %, tapioka 5 % (N₁₅K₀T₅)
 NaOH 15 %, kaolin 10 %, tapioka 0 % (N₁₅K₁₀T₀)
 NaOH 15 %, kaolin 10 %, tapioka 5 % (N₁₅K₁₀T₅)

Analisis data dilakukan dengan Anova dan dilanjutkan dengan uji tukey pada α 5 %. Parameter yang diamati sifat fisik kertas, yaitu indeks ketahanan sobek (*tear strength index*) BSN (1989a), daya serap air (BSN (1989c), dan indeks ketahanan tarik (*tensile strength index*) (BSN,1998).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi Alkali, Bilangan Kappa dan Rendemen Pulp

Konsumsi alkali merupakan angka yang menunjukkan persentase alkali yang dikonsumsi oleh bahan baku selama proses pemasakan. Bilangan kappa adalah jumlah milliliter kalium permanganat 0,1 N yang terpakai oleh 1 g pulp kering oven sesuai dengan kondisi standar. Hasil yang diperoleh dikoreksi terhadap 50 % pemakaian permanganat. Hasil perhitungan konsumsi alkali, bilangan kappa dan rendemen pulp disajikan pada Tabel 1.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi larutan pemasak antara NaOH 10 % dan NaOH 15 % menghasilkan nilai konsumsi alkali yang berbeda nyata. Larutan pemasak dengan konsentrasi NaOH 15 % menghasilkan nilai konsumsi alkali yang lebih tinggi daripada nilai konsumsi alkali yang dihasilkan larutan pemasak dengan konsentrasi NaOH 10 %.

Konsumsi alkali yang lebih tinggi pada pemasakan dengan larutan NaOH 15 % disebabkan karena konsentrasi NaOH yang lebih tinggi meningkatkan kemampuan penetrasi larutan terhadap bahan baku yang dimasak. Akibatnya adalah mempertinggi kesempatan bertemunya molekul NaOH dengan polimer lignin dan komponen kimia lain dalam sabut kelapa sehingga lebih banyak pemecahan ikatan ester dan eter yang terjadi sekaligus meningkatkan jumlah NaOH yang bereaksi. Hal tersebut kemudian meningkatkan persentase konsumsi alkali.

Table 1. Influence of NaOH concentration on alkali consumption, kappa number, and pulp yield of coconut husk during hydrolysis process

Parameter	Hydrolysis of coconut husk in solution of	
	NaOH 10 %	NaOH 15 %
NaOH Consumption	(6.63 ± 0.29) a	(11.61 ± 0.81) b
Kappa number	32.29 ± 0.38	32.55 ± 1.43
Pulp yield	(43.42 ± 0.55) a	(40.53 ± 1.81) b

Notes: data is presented as (mean ± standard deviation) with n = 4. In each row, data followed by the same letter show significance difference (two tailed t test at α 5 %)

Bilangan kappa yang dihasilkan tidak berbeda nyata antar perlakuan. Hal ini terjadi karena pulp masih berwarna gelap yang disebabkan oleh tingginya kandungan eks-traktif dalam sabut kelapa. Ekstraktif utama pada sabut kelapa adalah tanin yang berwarna gelap. Ekstraktif yang tinggi pada sabut kelapa membuat sabut kelapa tetap berwarna gelap dan memerlukan bahan pemutih untuk

memutihkannya pulp tersebut apa bila diperlukan kertas yang berwarna putih.

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen pulp yang dimasak dengan larutan pemasak NaOH 10 % adalah 46,86 % lebih tinggi secara signifikan daripada larutan pemasak NaOH 15 % yang rendemennya hanya sebesar 40,53 %.

Rendahnya rendemen pulp pada pemasakan dengan NaOH 15 % terjadi karena konsumsi alkali pada perlakuan ini yang lebih tinggi sehingga mendegradasi lebih banyak komponen lignin pada bahan baku. Selain itu, tingginya konsentrasi NaOH pada larutan pemasak akan memacu terjadinya degradasi holoselulosa, yang terdiri dari selulosa dan hemiselulosa, pada jumlah yang lebih tinggi.

Sifat Fisik Kertas Sabut Kelapa

Gramatur kertas pada penelitian ini diatur agar berada pada nilai 60 g m⁻² dan bukan merupakan parameter pengukuran.

Angka 60 g m⁻² diambil karena angka tersebut merupakan gramatur yang umum pada beberapa jenis kertas seperti kertas tulis, kertas bungkus, dan kertas penyerap air. Gramatur hasil pembentukan lembaran kertas adalah 62,02-65,54 g m⁻² dengan rata-rata 64,37 g m⁻². Nilai gramatur riil tersebut lebih tinggi daripada gramatur target (60 g m⁻²) akibat adanya penambahan bahan aditif berupa kaolin, pati, dan alum. Walaupun gramatur bukan merupakan parameter pengukuran, gramatur menjadi hal yang penting untuk diukur karena nilai parameter pengukuran indeks tarik dan indeks sobek merupakan fungsi dari gramatur.

Table 2. Influence of alkaline concentration during hydrolysis and addition of kaolin and tapioca in pulp of coconut husk on physical characteristics of coconut husk paper

Hydrolysis Condition	Addition of kaolin in pulp	Addition of tapioca in pulp	Physical properties of paper		
			Water absorption (g m ⁻²)	Tensile strength index (Nm g ⁻¹)	Tear strength index (mN m ² g ⁻¹)
NaOH 5 %	0 %	0 %	(197.71 ± 18.13) c	(11.22 ± 0.93) cd	(1.57 ± 0.12) b
		5 %	(253.79 ± 28.97) ab	(16.43 ± 0.07) a	(1.97 ± 0.07) a
	10 %	0 %	(238.66 ± 8.40) bc	(10.34 ± 0.29) de	(1.20 ± 0.05) c
		5 %	(251.24 ± 5.12) ab	(12.39 ± 0.54) bc	(1.62 ± 0.05) b
NaOH 15 %	0 %	0 %	(293.05 ± 25.33) a	(12.78 ± 0.95) b	(1.61 ± 0.14) b
		5 %	(235.06 ± 10.26) bc	(17.10 ± 0.86) a	(2.14 ± 0.05) a
	10 %	0 %	(270.28 ± 25.76) ab	(9.31 ± 0.24) e	(1.19 ± 0.07) c
		5 %	(228.29 ± 5.51) bc	(13.28 ± 0.29) b	(1.48 ± 0.01) b

Notes: data is presented as (mean ± standard deviation) with n = 2. In each column, data followed by the same letter show not significant difference (tukey test at α 5 %).

Daya Serap Air

Daya serap air antar perlakuan tidak berbeda nyata, tetapi ada beberapa kecenderungan yang terjadi dalam pengujian daya serap air. Kecenderungan yang pertama adalah peningkatan konsentrasi alkali mengakibatkan peningkatan daya serap air. Hal ini disebabkan semakin banyak alkali, semakin banyak pula struktur selulosa yang mengalami *swelling* sehingga banyak OH bebas yang tersedia yang menyebabkan daya serap air meningkat. Interaksi yang tinggi antara serbuk gabus dan air diduga terkait

dengan fenomena tegangan permukaan cairan pada permukaan bahan. Subiyanto *et al.* (2003) yang meneliti serbuk sabut kelapa sebagai bahan panel papan partikel juga melaporkan bahwa serbuk sabut kelapa mempunyai kemampuan untuk menyerap air sebesar 510 % dan minyak sebesar 390 % dari massa bahan penyerap dikarenakan sabut kelapa mengandung sejumlah pori-pori tertentu jaringan sel-sel gabus. Tingginya daya serap air sabut kelapa menunjukkan potensi sabut kelapa sebagai bahan baku pulp dan kertas untuk

menyerap air dan minyak, contohnya kertas tisu.

Indeks Ketahanan Tarik

Ketahanan tarik adalah daya tahan maksimum per satuan lebar jalur uji lembaran pulp, kertas, atau karton terhadap gaya tarik yang bekerja pada kedua ujung jalur uji tersebut sampai putus dan dinyatakan dalam satuan gaya per satuan lebar uji serta diukur pada kondisi standar. Indeks tarik merupakan ketahanan tarik dibagi dengan gramatur contoh uji dalam g m^{-2} .

Indeks tarik terbaik dihasilkan dari sampel yang dimasak dengan NaOH 15 %, kaolin 0 %, dan tapioka 5 % ($\text{N}_{15}\text{K}_0\text{T}_5$) dan kertas yang dimasak dengan NaOH 10 %, kaolin 0 %, dan tapioka 5 % ($\text{N}_{10}\text{K}_0\text{T}_5$) yaitu sebesar 17,10 N m g^{-1} dan 16,43 N m g^{-1} . Sedangkan indeks tarik terendah dihasilkan dari sampel yang dimasak dengan NaOH 15 %, kaolin 10 %, dan tapioka 0 % ($\text{N}_{15}\text{K}_{10}\text{T}_0$); NaOH 10 %, kaolin 10 %, dan tapioka 0 % ($\text{N}_{10}\text{K}_{10}\text{T}_0$); serta NaOH 10 %, kaolin 0 %, dan tapioka 0 % ($\text{N}_{10}\text{K}_0\text{T}_0$) sebesar 9,31; 10,34; dan 11,22 N m g^{-1} .

Indeks tarik pada sampel yang diberi tapioka lebih tinggi secara signifikan daripada sampel lainnya disebabkan adanya tapioka yang telah tergelatinisasi yang memberikan efek sebagai perekat terhadap jalinan selulosa yang terbentuk. Sedangkan penyebab rendahnya indeks tarik pada sampel NaOH 15 %, kaolin 10 %, dan tapioka 0 % ($\text{N}_{15}\text{K}_{10}\text{T}_0$) dan NaOH 10 %, kaolin 10 %, dan tapioka 0 % ($\text{N}_{10}\text{K}_{10}\text{T}_0$) disebabkan adanya penambahan bahan berupa kaolin yang dapat menurunkan ketahanan tarik kertas tanpa adanya penambahan tapioka yang dapat memberikan efek sebagai perekat terhadap jalinan selulosa yang terbentuk. Pada sampel NaOH 10 %, kaolin 0 %, dan tapioka 0 % ($\text{N}_{10}\text{K}_0\text{T}_0$) indeks tarik rendah karena kurangnya jumlah NaOH untuk melarutkan lignin. Ada dua alasan yang

membuat penambahan kaolin mengurangi kekuatan kertas, yaitu:

1. Kertas dengan atau tanpa *filler* mempunyai massa yang sama. Hal ini tentu saja membuat kertas dengan *filler* mempunyai lebih sedikit serat dan mengakibatkan kertas tersebut menjadi lemah akibat ikatan antar serat yang semakin berkurang akibat penambahan *filler*.
2. Kekuatan kertas utamanya dihasilkan dari anyaman antara serat dengan serat yang lain. Partikel *filler* kemudian terdispersi antar serat sehingga mengganggu ikatan antar serat.

Indeks tarik yang dimiliki kertas dari sabut kelapa masih lemah jika dibandingkan dengan sumber serat lain seperti serat yang berasal dari *Acacia mangium* dengan nilai mencapai 25,68 N m g^{-1} (Ramadona, 2001), jerami dengan nilai 26,88-42,66 N m g^{-1} , bagas dengan nilai 36,79 N m g^{-1} (Ibnusan-tosa, 1987), kertas cetak C dengan nilai 26,22 N m g^{-1} (BSN, 2005), dan kertas cetak A dengan nilai 40 N m g^{-1} (BSN, 2008). Namun indeks tarik sampel masih berada di atas syarat mutu kertas tisu serbet dengan nilai 8,72 N m g^{-1} (BSN, 2006) sehingga sabut kelapa berpotensi untuk dijadikan bahan baku kertas tisu.

Indeks Ketahanan Sobek

Ada tiga jenis ketahanan sobek yang sering digunakan, yang pertama adalah ketahanan sobek internal (metode Elemen-dorf), yang kedua adalah ketahanan sobek tepi (Finch), dan yang ketiga adalah *in-planeteat*. Ketahanan sobek internal adalah yang paling sering digunakan.

Ketahanan sobek adalah gaya dalam milinewton (mN) yang digunakan untuk menyobek kertas dalam keadaan standar. Sedangkan indeks sobek adalah ketahanan sobek kertas dalam milinewton dibagi dengan gramatur kertas dalam g m^{-2} .

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa indeks sobek berbeda nyata

terhadap perlakuan yang diberikan. Indeks sobek terbaik dihasilkan oleh sampel dengan perlakuan NaOH 15 %, kaolin 0 %, dan tapioka 5 % (N₁₅K₀T₅) dan perlakuan NaOH 10 %, kaolin 0 %, dan tapioka 5 % (N₁₀K₀T₅) dengan nilai indeks sobek 2,14 mN m⁻² g⁻¹ dan 1,97 mN m⁻² g⁻¹. Sedangkan indeks sobek terendah dihasilkan oleh NaOH 15 %, kaolin 10 %, dan tapioka 0 % (N₁₅K₁₀T₀) dan NaOH 10 %, kaolin 10 %, dan tapioka 0 % (N₁₀K₁₀T₀) dengan nilai indeks sobek 1,19 mN m⁻² g⁻¹ dan 1,20 mN m⁻² g⁻¹.

Rendahnya indeks sobek sampel terjadi karena sampel yang terbentuk cenderung kaku. Hal ini disebabkan bilangan Runkel serat sabut kelapa masuk kelas III yang menyebabkan kertas yang terbuat dari sabut kelapa lebih kaku daripada kertas dari serat dengan bilangan Runkel kelas I dan II.

Tingginya indeks sobek pada sampel dengan perlakuan NaOH 15 %, kaolin 0 %, dan tapioka 5 % (N₁₅K₀T₅) dan NaOH 10 %, kaolin 0 %, dan tapioka 5 % (N₁₀K₀T₅) karena tidak adanya penambahan *filler* berupa kaolin dan adanya penambahan perekat berupa tapioka. Tapioka sebagai perekat menambah kuat ikatan antar serat sehingga ketahanan sobek kertas tersebut semakin tinggi.

Menurut Casey (1980), kemampuan pati untuk memperkuat ikatan antar serat merupakan fungsi dari kecenderungan pati membentuk ikatan hidrogen. Selain itu, ada dua sifat penting pati yang mempengaruhi efektivitas pati sebagai agen pengikat antar serat (*inter fiber bonding agent*) yaitu kekuatan dari film pati itu sendiri dan kemampuan untuk melekatkan substrat selulosa. Sampel yang hanya diberikan kaolin menjadi rendah indeks sobeknya karena kaolin memperlemah ikatan antar serat dan mengu-rangi komposisi serat.

Indeks sobek sampel masih lebih rendah dari indeks sobek *Acacia mangium* dengan nilai 2,24-4,7 mN m⁻² g⁻¹

(Romadona, 2001) dan jerami 3,94-5,38 mN m⁻² g⁻¹ serta bagas dengan nilai 5,88 mN m⁻² g⁻¹ (Ibnusantosa, 1987). Bahkan indeks sobek sampel masih berada di bawah syarat mutu kertas tisu serbet dengan nilai 3,38 mN m⁻² g⁻¹ (BSN, 2006). Dengan nilai indeks sobek yang rendah maka pulp sabut kelapa harus dicampur dengan pulp lain yang mempunyai indeks sobek yang tinggi untuk mendapatkan pulp dengan nilai indeks sobek yang memenuhi standar mutu kertas tertentu. Untuk meningkatkan kualitas kertas sabut kelapa (mendapatkan indeks tarik dan indeks sobek yang diinginkan), perlu dicoba untuk melakukan *blending* dengan sumber serat lainnya.

Analisis Konversi Biomassa

Analisis konversi biomassa digunakan untuk menghitung seberapa besar peranan penggunaan sabut kelapa dalam menghemat bahan baku kertas yang berupa kayu. Bahan baku kertas lain yang digunakan sebagai pembanding adalah kayu *Acacia mangium* yang saat ini umum digunakan sebagai bahan baku kertas konvensional (Tabel 3.).

Acacia mangium mempunyai laju pertumbuhan 50 m³ ha⁻¹ tahun⁻¹ dan densitas kayu 400 kg m⁻³ (Walker, 2006), kepadatan pohon 1.111 pohon ha⁻¹ dengan jarak tanam 3 m x 3 m (Lazuardi, 2006), umur panen 5 tahun, rendemen pulp kimia sebesar 50 % (Walker, 2006), dan penyerapan CO₂ untuk satu batang pohon 0,14 ton CO₂ tahun⁻¹ (Gusmailina, 1995), dan potensi kayu sebesar (50 m³ ha⁻¹ tahun⁻¹) x (5 tahun) = 250 m³ ha⁻¹. Potensi kayu *Acacia mangium* yang lebih rendah dilaporkan oleh Uzair (1989), dimana rata-rata pertumbuhan *Acacia mangium* per tahunnya adalah 40 m³ ha⁻¹, dengan volume kayu 415 m³ ha⁻¹ dan berat jenis 0,39 g cm⁻³.

Pada tahun 2011, produktivitas kelapa Indonesia adalah 5,87 ton ha⁻¹ tahun⁻¹ (FAOSTAT, 2011) dengan 35 % komponen-nya adalah sabut kelapa

(Radiyah, 1998; Palungun, 2001) dan redemen pulp 43,70 % (hasil penelitian).

Jika dihitung, maka dapat diproduksi 2,31 ton sabut kelapa ha⁻¹ tahun⁻¹ dengan produksi pulp mencapai 1.01 ton pulp sabut ha⁻¹ tahun⁻¹. Produksi pulp dari 1 ha kebun kelapa sebanyak itu setara dengan tidak melakukan penebangan kayu dari hutan sebanyak 2,02 ton kayu tahun⁻¹ (asumsi rendemen pulp kimia dari kayu sebesar 50 %) atau setara dengan 5,05 m³ kayu tahun⁻¹, mencegah penebangan 22 pohon tahun⁻¹ (asumsi umur panen 5 tahun) yang setara dengan (5,05 m³ tahun⁻¹) (250 m³ ha⁻¹)⁻¹ atau sekitar 0,02 ha tahun⁻¹. Dengan asumsi persentase karbon

rata-rata untuk *softwood* adalah 52,1 % (Koch, 1989) maka tegakan pohon yang tidak ditebang tersebut akan menjaga rosot karbon sebesar 52,1 % dari 2,02 ton kayu yaitu 1,05 ton karbon. Dengan tetap tumbuhnya 0,02 ha kayu tersebut, maka akan tetap menjaga terserapnya CO₂ sebanyak (0,02 ha) x (50 m³ ha⁻¹ tahun⁻¹) x (0,4 ton m⁻³) x (52,1 %) x (44/12) = 0,76 ton CO₂ tahun⁻¹. Jika substitusi dilakukan dengan lebih besar lagi maka manfaat terhadap lingkungan akan lebih besar lagi. Selain itu, perlu juga dihitung analisis kelayakan usaha pembuatan kertas berbahan baku sabut kelapa agar dapat diaplikasikan dalam dunia industri.

Table 3. Biomass conversion analysis per ha of coconut plantation

Analysis Steps	Value
Coconut husk production	2.31 ton of coconut husk ha ⁻¹ year ⁻¹
Production of pulp from coconut husk	1.01 ton of coconut husk pulp ha ⁻¹ year ⁻¹
Wood Pulp Saving	1.01 ton of wood pulp year ⁻¹
Wood Saving (in Tone)	2.02 ton of wood year ⁻¹
Wood Saving (in m ³)	5.05 m ³ of wood year ⁻¹
Avoidable Wood Cutting (number of trees)	22 trees year ⁻¹
Avoidable Wood Cutting (in Ha)	0.02 Ha of forest year ⁻¹
Affording Carbon Sink (C)	1.01 Ton of Carbon
Enabling CO ₂ absorption from the air	0.76 ton CO ₂ year ⁻¹

Notes: Carbon content in wood is 52.1% (Koch, 1989). Molecular Weight of CO₂ = 44, Molecular Weight of C = 12

KESIMPULAN

Pulp dan kertas berbahan baku sabut kelapa yang dihasilkan memiliki konsumsi alkali 6,63-11,61 %; bilangan kappa 32,29-32,55 %; rendemen 40,53-46,86 %; daya serap air 197-293,05 g m⁻²; indeks tarik 9,31-17,10 N m g⁻¹; dan indeks sobek 1,19-2,14 mN m⁻² g⁻¹. Penggunaan NaOH 10 % disarankan untuk digunakan karena menghasilkan rendemen lebih tinggi dengan konsumsi alkali yang lebih rendah dalam proses pulping sabut kelapa. Bilangan kappa tidak berbeda nyata dengan penggunaan konsentrasi NaOH yang berbeda.

Penggunaan tapioka meningkatkan indeks tarik dan indeks sobek namun tidak mempengaruhi daya serap air. Pengguna-

an kaolin menurunkan indeks tarik dan indeks sobek namun tidak mempengaruhi daya serap air. Indeks sobek dan indeks tarik terbaik didapatkan dari pulp dengan perlakuan NaOH 15 %, kaolin 0 %, dan tapioka 5 % (N₁₅K₀T₅) dan NaOH 10 %, kaolin 0 %, dan tapioka 5 % (N₁₀K₀T₅). Daya serap air tidak berbeda antar perlakuan. Perlakuan terbaik adalah perlakuan dengan pemasakan menggunakan NaOH 10 %, penambahan kaolin 0 % dan tapioka 5 % (N₁₀K₀T₅) yang mempunyai rendemen, indeks sobek, dan indeks tarik terbaik serta penggunaan NaOH yang lebih hemat. Dengan indeks sobek dan indeks tarik yang rendah tetapi daya serap air yang tinggi, pulp sabut kelapa berpotensi untuk dijadikan bahan baku

kertas tisu, misalnya kertas tisu toilet. Namun, indeks sobek yang rendah mengakibatkan pulp sabut kelapa harus di-*blending* dengan pulp lain yang memiliki indeks sobek yang lebih tinggi bila menginginkan standar indeks sobek yang lebih tinggi untuk penggunaan kertas yang lain.

Penggunaan hasil produksi dari 1 ha sabut kelapa dapat menghemat 2,02 ton kayu tahun⁻¹ yang setara dengan 5,05 m³ kayu tahun⁻¹, mencegah penebangan 22 pohon tahun⁻¹ setara 0,02 ha tahun⁻¹ hutan dan menjaga tetap terjaga rosot karbon sebesar 1,01 ton karbon yang mampu menyerap CO₂ dari udara sebanyak 0,76 ton tahun⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN (1989a) SNI 14-0436-1989. Cara Uji Ketahanan Sobek Kertas dan Karton. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN (1989b) SNI 14-0494-1989. Cara Uji Bilangan Kappa. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN (1989c) SNI 14-0499-1989. Cara Uji Daya Serap Air Kertas dan Karton. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN (1998) SNI 14-4737-1998. Cara Uji Ketahanan Tarik Kertas dan Karton. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Bureau of Indian Standards (1999) IS 4661:1999 Glossary of Terms Used in Paper Trade and Industry. Bureau of Indian Standards, India
- Casey, JP (1980) Pulp and Paper, Chemistry and Chemical Technology. Vol 1, 2, & 3. Willey-Interscience Publisher Inc, New York.
- FAOSTAT (2011) Coconut Production (<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/search/coconut%20production/E> [10 Mar 2013]).
- Gusmailina (1995) Pengukuran Kadar CO₂ Udara di dalam Tegakan Beberapa Jenis Hutan Tanaman di Cikole dan Ciwidey, Jawa Barat. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan, IPB. Bogor.
- Maps of World (2011) World Top Ten Countries by Coconut Production. <http://www.mapsofworld.com/world-top-ten/world-map-coconut-production-countries.html>. [10 Mar 2013].
- Ibnusantosa G (1987) Pulp untuk Kertas. Lembaga Penelitian Selulosa, Bandung.
- Koch P (1989) Estimates by Species Group and Region in the USA of: I. Below-ground Root Weight as a Percentage of Oven dry Complete-Tree Weight; and II. Carbon Content of Tree Portions. Consulting Report. p23.
- Lazuardi D (2006) Optimalisasi Hasil Melalui Pengaturan Jarak Tanam HTI Acacia Mangium Untuk Produksi Kayu Pulp. Prosiding Seminar Hasil Penelitian *Acacia mangium*. Bogor, 6 Desember 2006. p39-47.
- Palungkun R (2003) Aneka Produk Olahan Kelapa. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Radiyah CT (1998) Teknologi Pembuatan Minyak Goreng Secara Fermentasi. Balai Pengembangan Teknologi Tepat Guna-P3FT LIPI, Subang.
- Romadona R (2001) Pengaruh Perlakuan Pendahuluan dengan Bahan Kimia Terhadap Pelunakan Kayu *Acacia mangium* dalam Pembuatan Pulp Putih secara Kimia Mekanis. Skripsi. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, IPB, Bogor.

- Syafii W (2000) Sifat Pulp Daun Kayu Lebar dengan Proses Organosolv. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 10(2): 54-55.
- Syamsu K, Roliadi H, Candra KP, Hardiyanti SS (2013) Produksi kertas selulosa mikrobial nata de coco dan analisis biokonversinya. *Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Mulawarman* 8(2): 60-68.
- Subiyanto B, Saragih R, Husin E (2003) Pemanfaatan serbuk sabut kelapa sebagai bahan penyerap air dan oli berupa panel papan partikel. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 1(1): 26-34.
- Tejano (1985) State of art of coconut coir dust and husk utilization: general overview. *Philippine Journal of Coconut Studies* 10(2): 36-41.
- Uzair (1989) Pembuatan pulp rayon dari kayu *Acacia mangium*. *Berita Selulosa* 25(2): 31-35.
- Walker JCF (2006) *Primary Wood Processing, Principles and Practice*. 2nd ed. Springer, Netherland.

PEDOMAN PENULISAN

Jurnal Teknologi Pertanian

Universitas Mulawarman

Pengiriman

Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Mulawarman menerima naskah berupa artikel hasil penelitian dan ulasan balik (review) yang belum pernah dipublikasikan pada majalah/jurnal lain. Penulis diminta mengirimkan tiga eksemplar naskah asli beserta softcopy dalam disket yang ditulis dengan program Microsoft Word. Naskah dan disket dikirimkan kepada:

Editor Jurnal Teknologi Pertanian

*d. a. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Mulawarman
Jalan Tanah Grogot
Samarinda 75119*

Format

Umum. Naskah diketik dua spasi pada kertas A4 dengan tepi atas dan kiri 3 centimeter, kanan dan bawah 2 centimeter menggunakan huruf Times New Roman 12 point, maksimum 12 halaman. Setiap halaman diberi nomor secara berurutan. Ulasan balik (review) ditulis sebagai naskah sinambung tanpa subjudul Bahan dan Metode, Hasil dan Pembahasan. Selanjutnya susunan naskah dibuat sebagai berikut :

Judul. Pada halaman judul tuliskan judul, nama setiap penulis, nama dan alamat institusi masing-masing penulis, dan catatan kaki yang berisi nama, alamat, nomor telepon dan faks serta alamat E-mail jika ada dari corresponding author. Jika naskah ditulis dalam bahasa Indonesia tuliskan judul dalam bahasa Indonesia diikuti judul dalam bahasa Inggris.

Abstrak. Abstrak ditulis dalam bahasa Inggris dengan judul "ABSTRACT" maksimum 250 kata. Kata kunci dengan judul "Key word" ditulis dalam bahasa Inggris di bawah abstrak.

Pendahuluan. Berisi latar belakang dan tujuan.

Bahan dan Metode. Berisi informasi teknis sehingga percobaan dapat diulangi dengan teknik yang dikemukakan. Metode diuraikan secara lengkap jika metode yang digunakan adalah metode baru.

Hasil. Berisi hanya hasil-hasil penelitian baik yang disajikan dalam bentuk tubuh tulisan, tabel, maupun gambar. Foto dicetak hitam-putih pada kertas licin berukuran setengah kartu pos.

Pembahasan. Berisi interpretasi dari hasil penelitian yang diperoleh dan dikaitkan dengan hasil-hasil penelitian yang pernah dilaporkan (publikasi).

Ucapan Terima Kasih. Digunakan untuk me-

nyebutkan sumber dana penelitian dan untuk memberikan penghargaan kepada beberapa institusi atau orang yang membantu dalam pelaksanaan penelitian dan atau penulisan laporan.

Daftar Pustaka. Daftar Pustaka ditulis memakai sistem nama tahun dan disusun secara abjad. Beberapa contoh penulisan sumber acuan:

Jurnal

Wang SS, Chiang WC, Zhao BL, Zheng X, Kim IH (1991) Experimental analysis and computer simulation of starch-water interaction. *J Food Sci* 56: 121-129.

Buku

Charley H, Weaver C (1998) *Food a Scientific Approach*. Prentice-Hall Inc USA

Bab dalam Buku

Gordon J, Davis E (1998) Water migration and food storage stability. Dalam: *Food Storage Stability*. Taub I, Singh R. (eds.), CRC Press LLC.

Abstrak

Rusmana I, Hadioetomo RS (1991) *Bacillus thuringiensis* Berl. dari peternakan ulat sutra dan toksisitasnya. Abstrak Pertemuan Ilmiah Tahunan Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia. Bogor 2-3 Des 1991. p. A-26.

Prosiding

Prabowo S, Zuheid N, Haryadi (2002) Aroma nasi: Perubahan setelah disimpan dalam wadah dengan suhu terkontrol. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional PATPI*. Malang 30-31 Juli 2002. p. A48.

Skripsi/Tesis/Disertasi

Meliana B (1985) Pengaruh rasio udang dan tapioka terhadap sifat-sifat kerupuk udang. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian UGM Yogyakarta.

Informasi dari Internet

Hansen L (1999) Non-target effects of Bt corn pollen on the Monarch butterfly (Lepidoptera: Danaidae). <http://www.ent.iastate.edu/entsoc/ncb99/prog/abs/D81.html> [21 Agu 1999].

Bagi yang naskahnya dimuat, penulis dikenakan biaya Rp 175.000,00 (seratus tujuh puluh lima ribu rupiah).

Hal lain yang belum termasuk dalam petunjuk penulisan ini dapat ditanyakan langsung kepada REDAKSI JTP (jtpunmul@gmail.com; <http://jtpunmul.wordpress.com>).