

Distribusi Kandungan Kimia Kayu Kelapa (*Cocos nucifera* L)

Distribution of Chemical Compounds of Coconut Wood (*Cocos nucifera* L)

Isna Yuniar Wardhani, Surjono Surjokusumo, Yusuf Sudo Hadi dan Naresworo Nugroho

Abstract

Within a tree from base to top (longitudinal) and dermal to core (lateral), the chemical compounds of wood such as celluloses, lignin, holocelluloses, ash content and extractives are different. The distribution should be known to process the wood, including coconut wood, easily and to utilize the wood optimally.

The objective of this study was to determine the distribution of chemical compound of coconut wood within a tree. The analysis was conducted according to TAPPI Standard with three replications for each sample. Average values and graphs were used to analyze the results.

The results indicated that coconut wood contains wood extractives that soluble in hot water of 3.75 ~ 8.92%; alcohol benzene of 1.88 ~ 8.78%; 1% NaOH of 18.76 ~ 33.61%; ash content of 0.75 ~ 4.08%; celluloses of 28.1 ~ 36.55%; holocelluloses of 69.51 ~ 80.07% and lignin of 26.58 ~ 36.35%. From base to top, wood extractives soluble in 1% NaOH increased but in other solutions did not have uniform distributions. Laterally, only holocelluloses and lignin did not have uniform distributions, whereas the others increased from dermal to core.

Key words: chemical compound, coconut wood, hemicelluloses, celluloses, extractives, ash content, lignin.

Pendahuluan

Pohon kelapa (*Cocos nucifera* L.) merupakan tanaman tropis yang penting bagi negara Asia dan Pasifik terutama sebagai penghasil kopra. Kelapa disebut pohon kehidupan karena kelapa merupakan tumbuhan serba guna yang hampir semua bagiannya bermanfaat bagi kehidupan manusia.

Menurut Arancon (1997) dan APCC (2000), di Indonesia terdapat perkebunan kelapa seluas 3.7 juta hektar dan 95% merupakan tanaman rakyat. Lebih kurang 25% dari luas areal tersebut merupakan tanaman yang telah berumur diatas 50 tahun dan perlu diremajakan, karena produktifitas buahnya semakin menurun seiring dengan bertambah tuanya umur pohon tersebut.

Pohon kelapa yang berumur diatas 60 tahun dapat mencapai tinggi hingga 25 m dengan diameter rata-rata 40 cm (Killmann 1988) dan kerapatan berkisar antara 0.20 ~ 1.20 g/cm³ (Fruhwalder *et.al.* 1992). Dengan diameter yang cukup besar, maka batang kelapa sebenarnya sangat potensial sebagai penghasil kayu untuk dimanfaatkan antara lain sebagai bahan bangunan. PT. Selotani Kayu Kelapa merupakan salah satu perusahaan yang mengolah kayu kelapa menjadi barang jadi seperti komponen rumah dan mebel (Ninuk 2001).

Secara fisis kayu kelapa mempunyai kerapatan yang sangat beragam baik dari pangkal ke ujung maupun dari tepi ke dalam. Pada bagian pangkal dan tepi mempunyai kerapatan yang tinggi dan didominasi oleh ikatan pembuluh dewasa sedangkan bagian tengah dan ujung lebih banyak mengandung jaringan dasar berupa parenkim serta ikatan pembuluh muda dengan

kerapatan yang lebih rendah. Kerapatan yang beragam dalam satu pohon kemungkinan diikuti dengan variasi kandungan kimia kayu karena menurut Tsoumis (1991) dan Walker (1993) kandungan komponen kimia kayu berpengaruh terhadap kerapatan kayu.

Pada umumnya kayu kelapa terutama yang berkerapatan tinggi dan sedang lebih banyak diolah secara fisik mekanik seperti pembuatan mebel, komponen rumah, barang kerajinan, sedangkan pemanfaatan secara kimia terbatas misalnya pada pembuatan arang, briket arang, pulp, kertas atau arang aktif. Hal ini disebabkan distribusi kandungan komponen kimia kayu dalam satu pohon belum banyak diketahui.

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati distribusi komponen kimia kayu yaitu holocelulosa, selulosa, lignin, zat ekstraktif (larut dalam air panas, alkohol benzena dan NaOH 1%) dan abu dalam satu pohon.

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang dipakai adalah satu pohon kelapa hijau (*Cocos nucifera* L) berumur diatas 50 tahun berasal dari Pandeglang, Banten; dan bahan kimia seperti asam sulfat, alkohol, asam asetat, natrium hidroksida, dan sebagainya. Peralatan yang dipakai antara lain gergaji, mesin menggiling kayu, timbangan, oven, soklet, botol timbang, penangas air, erlenmeyer, kertas saring, corong dan sebagainya.

Prosedur

- Diambil potongan setebal 50 cm pada tiap ketinggian 2 m. Dalam satu pohon didapat 7 lempengan.

- Tiap potongan diambil bagian tengah yang melalui pusat pohon dan dipotong-potong dengan panjang 2 cm.
- Potongan tersebut selanjutnya dibuat serbuk dengan ukuran 40 mesh.

Analisa Kandungan Kimia Kayu

Komponen kimia kayu dianalisa secara kuantitatif yang mengacu pada TAPPI Volume 1 (1999). Komponen kimia kayu yang dianalisa meliputi kelarutan zat ekstraktif dalam air panas (TAPPI T 207 om-88), kelarutan dalam alkohol benzena (TAPPI T 204 om-88), kelarutan dalam NaOH 1% (TAPPI T 212 om-88), abu (TAPPI T 211 om-85), lignin (TAPPI T 222 om-88), holoselulosa (TAPPI T 9 m-54) dan selulosa (TAPPI T 17 om-55). Tiap analisa dilakukan dengan 3 ulangan.

Analisis Data

Hasil analisa komponen kimia kayu selanjutnya dihitung nilai rata-rata dan disajikan dalam bentuk grafik. Untuk mengetahui kecenderungannya dari pangkal ke ujung dan dari tepi ke dalam maka dilakukan analisa regresi.

Hasil dan Pembahasan

Kandungan Zat Ekstraktif dan Abu

Zat ekstraktif merupakan komponen non-struktural pada kayu dan kulit tanaman terutama berupa bahan organik yang terdapat pada lumen dan sebagian pada dinding sel. Dengan menggunakan air dingin atau panas dan bahan pelarut organik netral seperti alkohol atau eter maka dapat dilakukan ekstraksi. Jumlah dan jenis zat ekstraktif terdapat tanaman tergantung pada letaknya dan jenis tanaman. Pada kayu konvensional, zat ekstraktif banyak terdapat pada kayu teras. Getah, lemak, resin, gula, lilin, tanin, alkaloid merupakan beberapa contoh zat ekstraktif (Higuchi 1985; Tsoumis 1991; Walker 1993).

Selain bahan organik, pada kayu juga terdapat bahan anorganik berupa mineral dan silika yang tidak larut dalam air atau pelarut organik (Tsoumis 1991). Komponen utama abu adalah kalium, kalsium dan magnesium sedangkan pada kayu dari daerah tropis yang terbanyak adalah silika. Umumnya kayu lunak dan kayu keras dari daerah iklim sedang mempunyai kandungan abu yang sangat rendah, sedangkan kayu keras dari daerah tropis mengandung abu yang cukup tinggi (Fengel dan Wegener 1995).

Zat Ekstraktif Larut dalam Air Panas: Zat ekstraktif larut dalam air panas yang terdapat dalam batang kayu kelapa berkisar antara 3.75 ~ 8.92% dengan nilai rata-rata 6.06%. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan kayu kelapa dari Philipina dengan nilai rata-rata sebesar 2.8% (Anonim 1995, Rojo *et. al.* 1988, Palomar 1990 dan Arancon

1997) dan kayu kelapa dari Kaltim (Suwinarti 1993) yang berkisar 3.18 ~ 8.47%.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa dari pangkal ke ujung, distribusi zat ekstraktif larut dalam air panas mempunyai kecenderungan yang tidak beraturan dengan nilai rata-rata tertinggi pada bagian ujung (7.18%). Sedangkan dari tepi ke dalam, distribusinya berupa garis linier positif dengan persamaan $y = 1.1608x + 0.9686$ dengan nilai korelasi 0.988 (sangat signifikan). Semakin ke dalam maka kandungan zat ekstraktif larut dalam air panas semakin tinggi. Nilai rata-rata tertinggi terdapat pada bagian dalam batang (*core*) yaitu 8.23%.

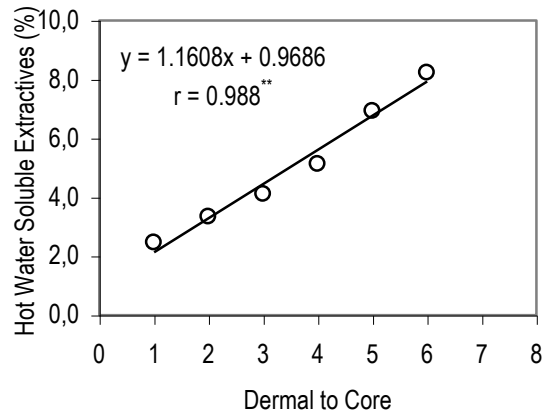
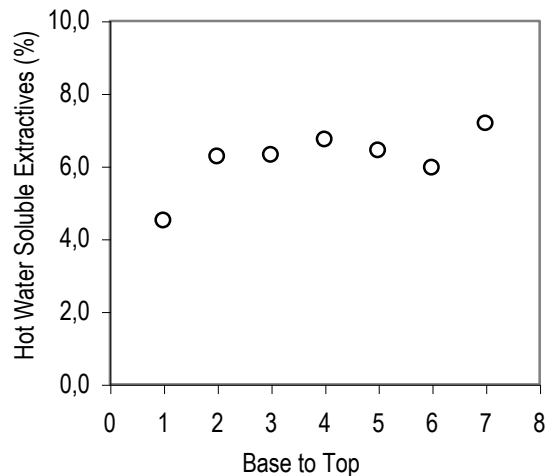


Figure 1. Distribution of extractives soluble in hot water on coconut stem.

Dalam proses ekstraksi dengan air panas, maka yang akan terlarut antara lain tanin, getah, gula, bahan pewarna dan pati (Fengel dan Wegener 1995, Anonim 1996). Batang kelapa bagian atas dan bagian dalam banyak mengandung gula dan pati sehingga proses ekstraksi tersebut membuat sebagian besar gula dan pati akan terlarut. Ini menunjukkan bahwa bagian dalam batang kelapa terutama pada ketinggian di atas 15 meter berpotensi untuk diekstraksi gulanya atau

dilakukan isolasi pati untuk dapat dimanfaatkan. Rojo *et. al.* (1988) menjelaskan bahwa gula dari batang kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan untuk pakan ternak seperti lembu.

Zat Ekstraktif Larut dalam Alkohol Benzena: Zat ekstraktif yang dapat larut dalam pelarut organik seperti larutan alkohol benzena antara lain lilin, lemak, resin, minyak dan tanin serta komponen tertentu yang tidak larut dalam eter (Anonim 1996). Zat ekstraktif yang larut dalam alkohol benzena pada batang kelapa berkisar antara 1.88 ~ 8.79% dengan nilai rata-rata 5.11%. Hasil ini lebih tinggi dari hasil penelitian Suwinarti (1993) yaitu sebesar 1.1 ~ 3.57% serta Anonim (1985), Rojo *et. al.* (1988), Palomar (1990) dan Arancon (1997) dengan nilai rata-rata 2.6% yang disebabkan perbedaan tempat tumbuh pohon.

Secara longitudinal, distribusi kandungan zat ekstraktif larut dalam alkohol benzena cenderung tidak beraturan (Gambar 2). Secara lateral terjadi kecenderungan berupa garis linier positif dengan persamaan $y = 0.9042x + 1.3001$ dan nilai korelasi 0.968 (sangat signifikan) yang berarti semakin ke dalam maka kandungannya semakin tinggi.

Nilai rata-rata tertinggi secara longitudinal terdapat pada ketinggian 15 m sebesar 7.09% dan secara lateral terdapat pada bagian dalam batang sebesar 6.87% (Gambar 2). Menurut Rojo *et. al.* (1988) kandungan tanin pada batang kelapa sebesar 2.10% dan pada bagian dalam sebesar 3.30% serta non-tanin sebesar 3.50%, dapat berupa lilin, lemak, minyak atau resin. Hal ini berarti bahwa kandungan tanin kayu kelapa yang rendah (kulit 6.16%; serbuk serabut 8.64%) tidak potensial bila akan diisolasi taninnya.

Bahan non-tanin yang terdapat dalam batang kelapa yang utama adalah lemak dan lilin karena menurut Sjöstrom (1998) lilin dan lemak merupakan konstituen utama yang terdapat dalam sel-sel parenkim. Pada kayu kelapa, parenkim merupakan jaringan dasar yang lebih banyak terdapat pada bagian atas dan bagian dalam batang.

Zat Ekstraktif Larut dalam NaOH 1%: Zat ekstraktif yang larut dalam NaOH 1% pada batang kelapa mempunyai nilai tertinggi 33.61% dan terendah 18.76% dengan nilai rata-rata 21.04%. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa distribusi zat ekstraktif larut dalam NaOH 1% pada batang kelapa yang mempunyai kecenderungan berupa garis linier positif. Ini berarti semakin ke atas dan ke dalam maka kandungannya akan semakin tinggi. Secara longitudinal, persamaan regresinya adalah $y = 0.8656x + 20.967$ dengan nilai korelasi 0.890 (sangat signifikan) dengan nilai rata-rata tertinggi sebesar 28.51% terdapat pada bagian ujung.

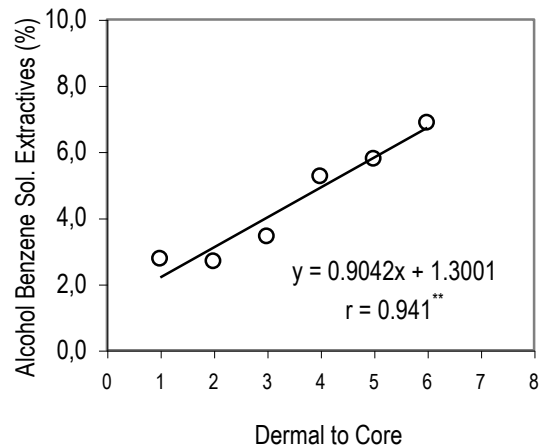
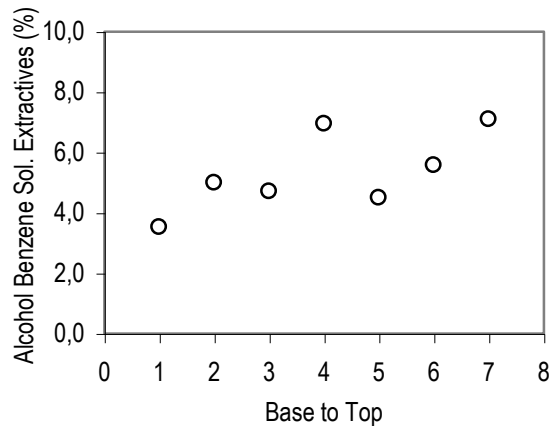


Figure 2. Distribution of extractives soluble in alcohol benzene solution on coconut stem.

Secara lateral, garis regresi mempunyai persamaan $y = 1.6952x + 16.85$ dan nilai korelasi 0.941 (sangat signifikan) dengan nilai rata-rata tertinggi berasal dari bagian dalam sebesar 26.93%.

Soda (NaOH) panas yang digunakan dapat mengekstrak karbohidrat berbobot rendah dan merusak selulosa. Besarnya bahan yang terlarut dalam NaOH juga dapat digunakan sebagai indikator tingkat kerusakan kayu akibat pelapuk (*decay*), panas, cahaya, oksidasi dan sebagainya. Semakin tinggi tingkat kerusakan atau serangan pelapuk kayu maka kelarutannya akan semakin tinggi pula (Anonim 1996). Pada bagian atas dan juga pada bagian dalam batang kelapa, jaringan parenkimatis merupakan jaringan dasar yang dominan. Selain itu, ikatan pembuluh yang terdapat pada bagian tersebut umumnya berwarna terang dengan pori yang besar. Hal ini menyebabkan bagian tersebut lebih mudah terdegradasi oleh larutan NaOH panas menjadi fraksi yang lebih pendek dan lebih ringan.

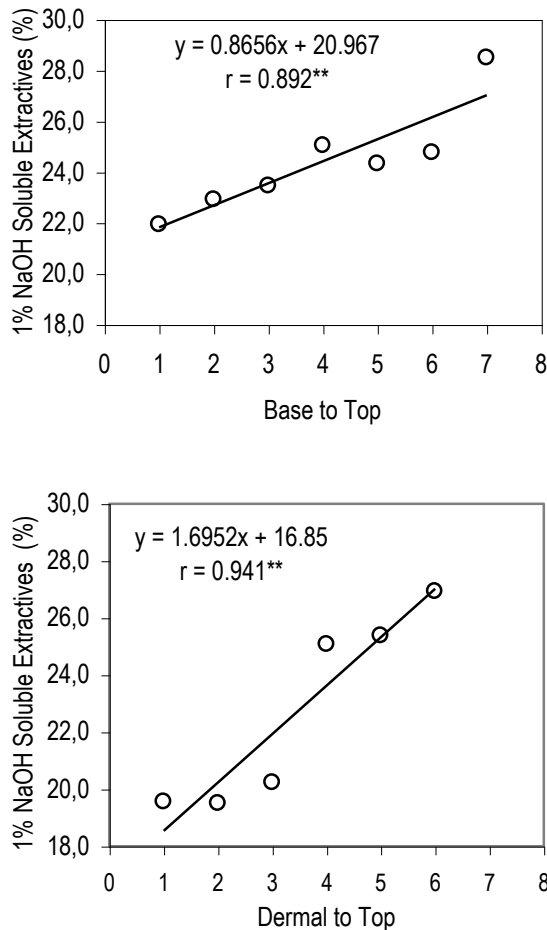


Figure 3. Distribution of extractives soluble in 1% sodium hydroxide (NaOH) solution on coconut stem.

Abu: Abu merupakan komponen kimia kayu yang tidak dapat larut dalam air atau pelarut organik. Kandungan abu batang kelapa cukup tinggi, berkisar antara 0.75 ~ 4.08% dengan nilai rata-rata sebesar 1.97% namun lebih rendah dari kandungan abu kayu *Cholophora excelsa* Benth. et Hook (3.4%) dan *Terminalia superba* Engl. et Diels. (3.1%) (Fengel dan Wegener 1995).

Distribusi abu dari pangkal ke ujung (Gambar 4) cenderung tidak beraturan. Dari tepi ke dalam terdapat hubungan linier positif dengan $y = 0.4408x + 0.1191$ dan nilai korelasi 0.960 (sangat signifikan). Kandungan abu tertinggi terdapat pada bagian dalam batang (2.849%). Menurut Butterfield and Meylan (1980), kayu kelapa banyak mengandung kristal berupa kalsium oksalat yang biasanya terdapat pada sel parenkim. Pada kayu kelapa, sel parenkim merupakan jaringan dasar yang dominan terdapat pada bagian dalam batang (*core*).

Kandungan abu yang cukup tinggi pada bagian tengah ke atas dan bagian dalam batang kelapa merupakan kendala bila akan digunakan sebagai bahan baku arang, walaupun nilai kalornya (6.422Kkal/kg) lebih

tinggi dari Ipil-ipil berumur 7 tahun (6.161Kkal/kg) karena arang yang baik tidak mengandung abu lebih dari 5% (Anonim 1995; Rojo *et. al.* 1988).

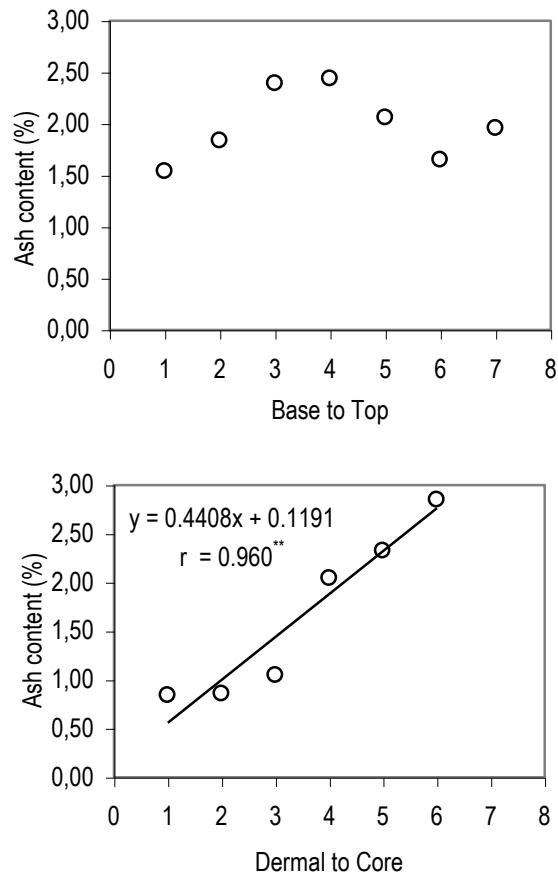


Figure 4. Distribution of ash content on coconut stem.

Holoselulosa dan Selulosa

Semua karbohidrat (selulosa, hemiselulosa dan pektin) dalam kayu dikenal sebagai holoselulosa yang merupakan komponen utama kayu. Menurut Tsoumis (1991) dan Fengel dan Wegener (1995) delignifikasi kayu dengan larutan natrium klorit yang diasamkan yang dikenal dengan Metoda Jayne dan Wise, akan menghasilkan holoselulosa yang apabila direaksikan dengan larutan NaOH 17.5% akan terurai menjadi α -selulosa, β -selulosa dan γ -selulosa.

Kandungan holoselulosa batang kelapa berkisar antara 69.51 ~ 80.07% dengan nilai rata-rata 73.49%, sedangkan Anonim (1985) dan Rojo *et. al.* (1988) menyatakan holoselulosa batang kelapa sebesar 66.7% dan lebih tinggi dari bagian lain seperti kulit, serabut dan pelepah daun.

Distribusi holoselulosa pada batang kelapa, baik secara longitudinal maupun lateral (Gambar 5) mempunyai kecenderungan tidak beraturan. Hal ini disebabkan holoselulosa merupakan komponen utama

kayu yang merupakan gabungan hemiselulosa dan selulosa dan terdapat pada semua bagian pohon.

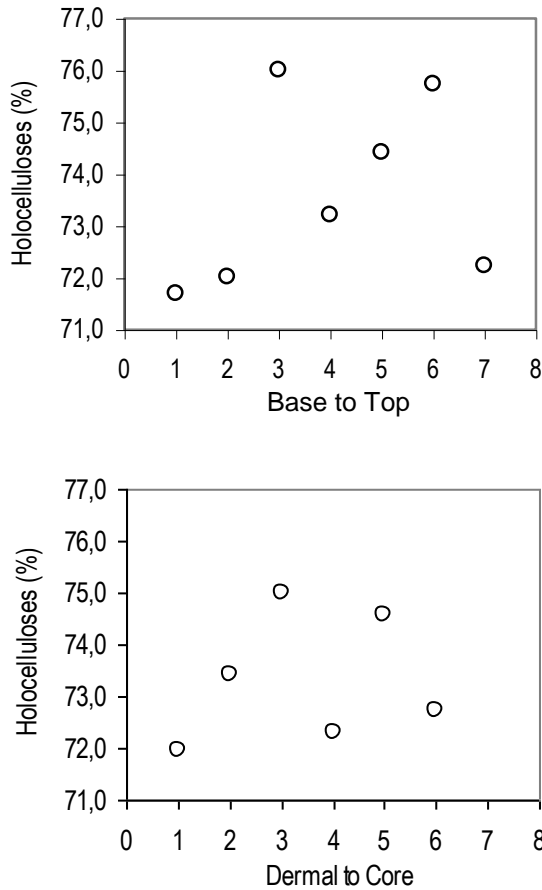


Figure 5. Distribution of holocelluloses on coconut stem.

Kisaran kandungan selulosa pada batang kelapa adalah 28.10 ~ 36.55% dan nilai rataannya sebesar 31.95%. Gambar 6 memperlihatkan distribusi selulosa dalam batang kelapa dari pangkal ke ujung berupa kurva polinomial dengan persamaan $y = -0.3138x^2 + 3.0366x + 26.335$ dengan nilai korelasi 0.850 (signifikan) dan dari tepi ke dalam berbentuk garis linier positif dengan $y = 0.8827x + 28.146$ (nilai korelasi 0.923, sangat signifikan) yang berarti semakin ke dalam maka kandungan selulosanya makin tinggi.

Pada ketinggian 7 m hingga 15 m dalam batang, kandungan selulosa lebih tinggi dibandingkan bagian pangkal dan ujung, serta pada 2/3 bagian ke dalam juga mengandung selulosa yang lebih tinggi dari bagian tepi. Hal ini disebabkan kayu kelapa bagian pangkal dan tepi telah mengalami proses lignifikasi sehingga tidak seluruh selulosa dapat terisolasi.

Holoselulosa yang cukup tinggi dalam batang kelapa, terutama pada ketinggian antara 7 ~ 15 m, memungkinkan bila digunakan sebagai bahan baku pulp dan kertas. Namun Rojo *et. al.* 1988 menyatakan

bahwa proses pulping soda dingin dari batang kelapa menghasilkan pulp sebesar 58.2% lebih rendah hasil proses pulping kayu konvensional. Misalnya kayu *Endospermum peltatum* dengan kerapatan 0.31 g/cm³ (kerapatan bagian dalam dan atas batang kelapa rata-rata 0.30 g/cm³) menghasilkan pulp sebesar 85 ~ 95%.

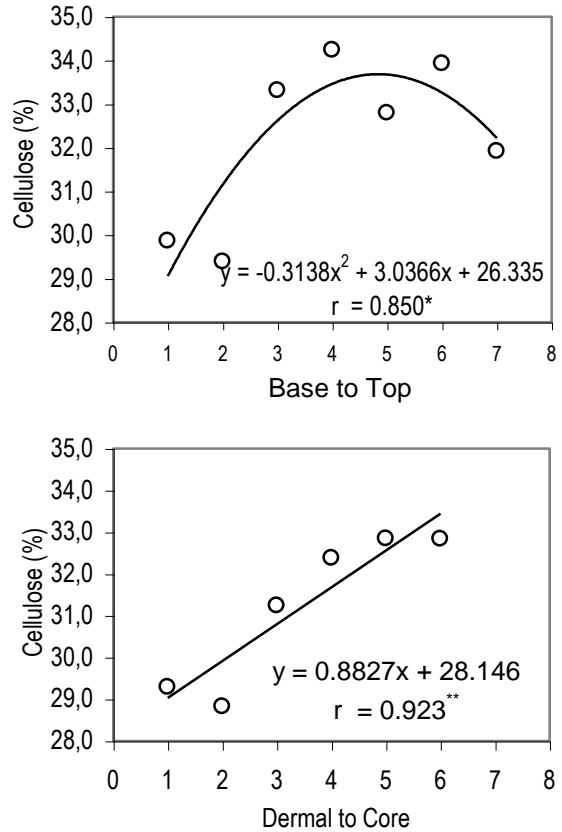


Figure 6. Distribution of celluloses on coconut stem.

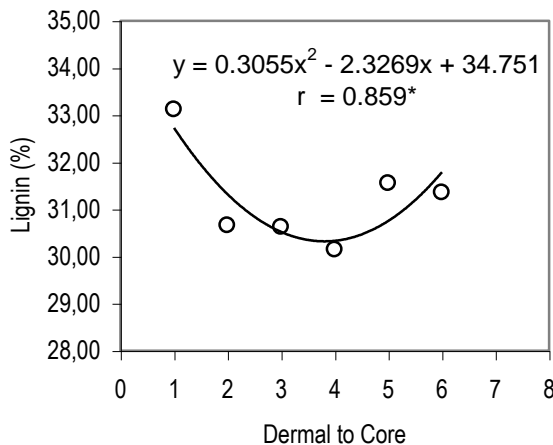
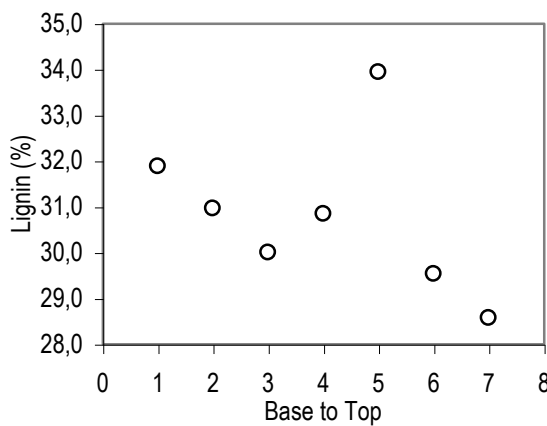
Rendemen pulp yang rendah dari kayu kelapa disebabkan jaringan dasar kayu kelapa adalah jaringan parenkimatis yang mempunyai dinding sel yang tipis dan banyak mengandung gula dan pati. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata selulosa (31.95%) yang lebih rendah dari kebanyakan kayu konvensional, baik kayu lunak maupun kayu keras (Fengel dan Wegener 1995; Sjöström 1998) walaupun kandungan holoselulosanya cukup tinggi. Ini berarti kandungan hemiselulosa dan gula dalam batang kelapa cukup tinggi walaupun belum diketahui bentuk dari hemiselulosa tersebut, apakah seperti hemiselulosa pada kayu daun jarum atau kayu daun lebar.

Lignin

Lignin merupakan komponen kimia kayu yang selalu bergabung dengan selulosa dan bukan merupakan karbohidrat, melainkan didominasi oleh

gugus aromatis berupa fenilpropan. Di dalam kayu, lignin terutama terdapat dalam lamela tengah dan dinding sel primer (Kollmann and Côté 1984; Higuchi 1985; Tsoumis 1991; Fengel dan Wegener 1995; Sjöstrom 1998). Menurut TAPPI (1999), salah satu cara untuk mengisolasi lignin adalah pemberian asam sulfat 72% (metoda Klason) dan didapat bahan yang berwarna hitam.

Kandungan lignin dalam batang kelapa berkisar 26.58 ~ 36.35% dengan nilai rata-rata 30.99%. Distribusi lignin dalam batang kelapa secara lateral (Gambar 7) membentuk kurva polinomial. Persamaan kurva distribusi lignin secara lateral adalah $y = 0.3044x^2 - 2.3269x + 34.751$ (nilai korelasi = 0.859, signifikan).



Kandungan lignin bagian pangkal (31.88%) lebih tinggi dari bagian di atasnya kecuali pada ketinggian 12 m (33.94%) dan pada bagian tepi batang mengandung lignin yang lebih tinggi (33.12%) dibandingkan bagian di dalamnya. Hal ini terjadi karena sel-sel yang terdapat pada bagian pangkal dan tepi telah mengalami lignifikasi sehingga lignin tidak saja terdapat pada lamela tengah tetapi juga pada dinding sel primer dan sekunder.

Secara visual ini dapat dilihat dari warna ikatan pembuluh pada bagian tersebut yang lebih gelap dengan pembuluh yang lebih kecil bila dibandingkan ikatan pembuluh pada bagian atas dan dalam.

Kandungan lignin yang tinggi dapat menjadi kendala dalam proses pulping sehingga bagian tersebut tidak cocok jika akan dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp atau kertas, disamping umumnya kerapatannya juga tinggi. Bagian atas mengandung lignin lebih rendah namun banyak mengandung gula. Secara longitudinal, bila dilihat dari kandungan ligninnya maka bagian yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp adalah bagian tengah batang (tinggi antara 5 ~ 12 m) dan pada kedalaman 5 ~ 12 cm dari tepi batang (bagian sub-dermal).

Secara umum distribusi kandungan kimia kayu kelapa yang diteliti dari bagian pangkal ke ujung cenderung tidak beraturan karena nilai rata-rata yang disajikan merupakan nilai rata-rata dari nilai contoh uji dari tepi ke dalam. Pada batang kelapa terdapat keragaman sifat yang tinggi antara bagian tepi dan dalam sehingga nilai rata-rata yang didapat juga mempunyai keragaman yang tinggi. Selain itu, jumlah sampel yang berbeda pada tiap ketinggian karena perbedaan diameter batang.

Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Suwinarti (1993) serta Anonim (1995), Rojo *et. al.* (1988), Palomar (1990) dan Arancon (1997) karena perbedaan asal dari pohon yang diteliti. Kayu kelapa yang diteliti berasal dari Pandeglang, Banten sedangkan Suwinarti mengambil sampel dari Samboja, Kaltim dan Rojo, Palomar dan Arancon melakukan penelitian terhadap kayu kelapa dari Philipina tanpa penjelasan metoda pengambilan contoh uji. Selain itu, metoda pengambilan contoh uji juga berbeda. Suwinarti hanya mengambil contoh uji dari bagian pangkal, tengah dan ujung, serta secara lateral diambil berdasarkan perbedaan kerapatan sedangkan pada penelitian ini dilakukan secara detail dari pangkal ke ujung dan dari tepi ke dalam tanpa melihat perbedaan kerapatan.

Walaupun secara teknis, kayu batang kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp dan kertas, namun secara ekonomis kurang menguntungkan karena rendemen pulp yang rendah disebabkan adanya jaringan parenkimatis yang mudah larut pada saat proses pulping dan kandungan lignin yang cukup tinggi.

Kesimpulan dan Saran

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Distribusi zat ekstraktif dan abu batang kelapa dari pangkal ke ujung cenderung tidak beraturan kecuali zat ekstraktif larut dalam NaOH 1% yang mempunyai kecenderungan berbentuk linier positif dan nilai korelasi sangat signifikan.

2. Secara lateral, distribusi zat ekstraktif dan abu batang kelapa berupa garis linier positif dengan nilai korelasi sangat signifikan.
3. Distribusi holoselulosa baik secara longitudinal maupun lateral cenderung tidak beraturan, sedangkan selulosa mempunyai distribusi yang teratur (nilai korelasi signifikan) yang berbentuk polynomial (longitudinal) dan garis linier positif (lateral).
4. Distribusi lignin secara longitudinal cenderung tidak teratur dan secara lateral membentuk kurva polinomial yang mempunyai nilai korelasi signifikan. Berdasarkan distribusi kandungan kimia batang kelapa, disarankan bagian atas dan bagian dalam batang kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pada pakan ternak, namun tidak efisien bila akan digunakan sebagai bahan baku arang atau bila akan diisolasi taninnya. Juga tidak cocok bila akan dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp atau kertas karena tidak efisien disebabkan kandungan lignin dan pati yang tinggi. Akan lebih baik bila kandungan patinya diisolasi sehingga dapat dimanfaatkan.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1985. The Philippines Recommends for Coconut Timber Utilization. PCARRD Tech. Bullt. Series No. 80. Philippine.
- Anonim. 1996. Annual Books of ASTM Standards, Volume 14.10 Wood. West Conshohocken.
- APCC. 2000. Annual Report of APCC. Jakarta. p. 93-94.
- Arancon RN Jr. 1997. Asia Pacific Forestry Sector Outlook: Focus on Coconut Wood. Working Paper Series. Asian and Pacific Coconut Community. Bangkok. p 1-36.
- Butterfield BG and BA Meylan. 1980. Three Dimensional Structural of Wood; An Ultrastructural Approach. Second Ed. Chapman and Hall. London New York. 103 p.
- Fengel D dan G Wegener. 1995. Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi. (Terjemahan) Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 730 p.
- Fruhwald A, Peek RD and Schulte M. 1992. Utilization of Coconut Timber from North Sulawesi, Indonesia. Research Report. Hamburg. 352 p.
- Higuchi T. 1985. Biosynthesis and Biodegradation of Wood Component. Academic Press, Inc. Tokyo. p. 1-287
- Killmann W. 1988. How to Process Coconut Palm Wood. Vieweg Verlag. Braunschweig. 76 p.
- Kollmann FFP and WA Côté, Jr. 1984. Principles of Wood Science and Technology, Vol. 1. Solid Wood. Springer-Verlag Berlin Hiedelberg New York. p. 55-75.
- Ninuk MP. 2001. Hastjarjo Sumardjan : Bagai Kelapa, Makin Berumur Makin Berguna. Kompas 25 September 2001:12 (kolom 3-6)
- Palomar RN. 1990. Coconut Wood Utilization. Proceeding of the Workshop for Policy Maker. Zamboanga. Philippines. p 1-45.
- Rojo JP, FO. Tesoro, SKS Lopez and ME Dy. 1988. Coconut Wood Utilization, Research and Development: The Philippine Experience. FPRDI and IDRC. Canada.
- Sjöstrom E. 1998. Kimia Kayu; Dasar-Dasar dan Penggunaan. Ed. 2. (Terjemahan) Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 390 p.
- Suwiranti W. 1993. Analisis Kandungan Abu, Zat Ekstraktif dan Lignin pada Kayu Kelapa (*Cocos nucifera* L) Berdasarkan Kerapatan dan Letak Kayu dalam Batang [Skripsi]. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman (tidak dipublikasikan)
- TAPPI. 1999. Tappi Standards Volume I.
- Tsoumis G. 1991. Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization. Van Nostrand Reinhold. New York. 494 p.
- Walker JCF. 1993. Basic Wood Chemistry and Cell Wall Ultra structure, Primary Wood Processing. Chapman and Hall. London. p. 23 – 64.

Diterima tanggal 2 Desember 2003

Isna Yuniar Wardhani

Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman
(*Department of Forest Products, Faculty of Forestry, Mulawarman University*)

Jl. Ki Hajar Dewantara, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75123 Tel. 0541-749068, Fax. 0541-741003
e-mail : isnaywh@yahoo.com

Surjono Surjokusumo, Yusuf Sudo Hadi dan Naresworo Nugroho

Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor

(*Dept. of Forest Products Technology, Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University*)

Kampus IPB Darmaga, PO BOX 168, Bogor 16001 Tel. 0251-621285; 621677, Fax. 0251-621285; 621256