

STUDI KESESUAIAN SIFAT ANATOMI GANGGANG HIJAU (*Cladophora* spp.) SEBAGAI BAHAN BAKU ALTERNATIF INDUSTRI PULP KERTAS

Oleh
Djambrung S¹

The Cladophora spp. Has never seen as a fiber source of pulp and paper before. Its grown at downstreams alongside the shore of Bantul and Kulonprogo Regency. The research of its species is needed in order to develop the region potential resources.

The research was a factorial (3x3) experiment in CRD. As factors there were The growth stage in 3 levels: early growth, medium and Advanced growth; and the position of the cells in 3 levels: tip, centre and base. Cladophora caught along the bank at the estuary of Opak river in Depok, Kretek, Bantul Regency.

The result show that the position of cells have no affect to the structure-anatomy properties of pulp and paper needs; but it is high significantly affected by the growth stage. A cell length is short (35um to 76 um) with note that there were many cell structure with unlimited length that not include in computation yet for technically reasons. Cell diameter is large (35 um to 52 um), cell wall is thin or medium (3.07 um to 3.23 um), lumen vessel is large (28 um to 46.44 um) exept at the advanced growth stage that has only 1.16 um. Runkell Ratio is 0.13 to 0.22 (I/II grade), Flexibility Ratio is 0.61 to 0.89 (II grade), Felting power is 1 to 1.47, Coefficient of Rigidity is 0.07 (I grade) The average grade of the structure-anatomy properties needed by pulp and paper is II; it could recommended as a raw material of pulp and paper industry but an advanced research still needed to confirm.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan peradaban di dunia hingga saat ini masih sangat tergantung pada penggunaan kertas sebagai media penyampaian dan penyimpanan informasi; walaupun perkembangan teknologi informatika dan digital telah sedemikian maju dan canggih. Secara umum ada beberapa keuntungan media kertas yang masih sulit digantikan oleh media elektromagnetik atau digital; diantaranya kesederhanaan dan kemudahan dalam pemakaian hingga tak diperlukannya peralatan

khusus yang rumit, serta tidak tergantung pada sumber energi listrik dalam penggunaan serta nilai operasional ekonomisnya tergolong murah.

Dalam tahun 1980, konsumsi total kertas dan karton dunia sebesar 170 juta ton. Dari jumlah konsumsi tersebut, 25 % nya dihasilkan dari bahan kertas daur ulang (VDP, 1981 dalam Fengel & Wegener, 1995). Terkait dengan jumlah penggunaannya, dilaporkan dalam tahun 1980 pulp sebagai bahan dasar kertas yang dihasilkan di seluruh dunia mencapai 123 juta ton.

¹ Staf Pengajar pada Fak. Kehutanan Institut Pertanian INTAN Yogyakarta,
Peneliti pada Lembaga Analisis Penelitian MATRA GRAHITA Yogyakarta

Sebagian terbesar kertas yang diproduksi saat ini berasal dari serat kayu. Oleh sebab itu dalam pengolahan kayu secara kimia, produk paling penting adalah pulp sebagai bahan dasar kertas (Fengel & Wegener, 1995). Konsumsi kayu dunia hingga periode tahun 2000 akan meningkat tajam (FAO, 1974). Diperkirakan kebutuhan kayu bulat total dunia pada tahun 2000 berkisar 3.800 dan 6.200 juta m³. Dari perhitungan diperoleh permintaan kayu bulat industri meningkat dua kali lipat, sementara kebutuhan pasokan kayu untuk pulp meningkat tiga kali lipat.

Sementara itu dari perhitungan data diperoleh riap pertumbuhan tahunan kayu di dunia adalah 7.000 hingga 9.000 juta m³ (FAO, 1966, Steinlin, 1979). Pertumbuhan tahunan tersebut sangat bervariasi tergantung kondisi iklim, tanah dan jenis vegetasi. Pada daerah iklim sedang pertumbuhan mencapai 3 hingga 5 m³/ha/tahun, sementara di daerah tropika tanaman ekaliptus dan pinus dapat menghasilkan 15 hingga 20 m³/ha/tahun. Namun demikian secara rerata pertumbuhan kayu di hutan seluruh dunia hanya mencapai 1 hingga 2 m³/ha/tahun (FAO, 1966).

Berangkat dari berbagai data tersebut di muka, maka diperlukan suatu usaha untuk mendapatkan sumber-sumber serat lain sebagai bahan baku industri kertas, agar dapat membantu pemenuhan kebutuhan kertas dunia. Berbagai kemungkinan harus dicoba untuk dikembangkan; dengan tetap mempertimbangkan persyaratan khusus bagi kualitas bahan baku kertas industri yang harus dipenuhi.

Salah satu sumber serat yang belum pernah mendapatkan perhatian adalah jenis tumbuhan ganggang hijau *Cladophora* spp. yang banyak terdapat

di alam terutama pada bagian hulu aliran sungai, di daerah pantai. Di DIY ditemukan diantaranya di muara sungai wilayah Bantul dan Kulonprogo. Sebagai tumbuhan, jenis ini juga memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi sebagai bahan utama penyusun kertas; bahkan beberapa sifatnya, seperti tidak terdapatnya lignin dan ekstraktif dalam sel-selnya akan sangat menguntungkan dari aspek industri kertas. Hal ini perlu diteliti secara seksama untuk mendapatkan Informasi guna pengembangan dalam skala industri, terutama dalam rangka pengembangan potensi daerah yang belum tergali.

Dalam usaha untuk mendapatkan bahan baku pulp kertas, ganggang hijau dapat dijadikan alternatif bila memiliki kualitas yang memenuhi syarat; terutama mengenai diameter sel, tebal dinding dan besar rongga sel. Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap pemenuhan persyaratan-persyaratan tersebut pada ganggang hijau yang tumbuh secara alami.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kondisi struktur anatomis ganggang hijau yang hidup secara alami (panjang sel, tebal dinding sel, besar rongga sel).
2. Mengetahui pemenuhan persyaratan anatomis ganggang sebagai bahan baku pulp dan kertas.
3. Mengetahui pengaruh usia pertumbuhan ganggang terhadap sifat anatomi dan kualitas sebagai bahan baku pulp kertas.

Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi pedoman awal bagi usaha pemanfaatan ganggang hijau sebagai alternatif bahan baku pulp kertas.

II. LANDASAN PUSTAKA

A. Ganggang Hijau *Cladophora* spp.

Ganggang hijau termasuk keluarga ganggang (algae) yang hidup di perairan jernih. Termasuk ke dalam divisi *chlorophyta*, dan golongan terbesar dikenal sebagai *Spirogyra* (Raven *et al.*, ----). Yang juga banyak dijumpai dan berwujud makroskopis adalah *Cladophora*.

Sebagai golongan tumbuhan primitif, sel penyusun ganggang tetap mengandung selulosa; bahkan kemungkinan selulosa merupakan bagian besar penyusun sel ganggang, lebih tinggi dari golongan terdekatnya yakni lumut yang mengandung 25-30% selulosa dari seluruh bagian tumbuhan tersebut. Karakter lain yang menguntungkan dari aspek industri kertas adalah bahwa ganggang tidak memiliki kandungan lignin (Fengel & Wegener, 1995). Pada *Cladophora*, wujud ganggang ini berupa serat-serat memanjang dengan untai klorofil di dalam selnya (anonim, 2004). Ganggang mengandung baik klorofil a maupun klorofil b. (Raven *et al.*, ----).

Shaffrey (1988) mengutip pernyataan Brown (1908) dan Whitton (1970) bahwa *Cladophora* di alam memiliki suatu pola pertumbuhan yang tertentu. Pertumbuhan *Cladophora* mulai meningkat dengan cepat pada akhir bulan April dan pada akhir Mei telah terbetuk kasuran tebal dari ganggang tersebut, dan akan terpecah di saat temperatur air melewati batas 20° C.. Laporan lain menyebutkan di danau Michigan Utara Amerika Serikat perkembangan dan pertumbuhan terbaik *Cladophora* juga berada di antara akhir Mei hingga awal Juli, serta pada bulan September-Oktober (Anonim, 2004).

Kondisi lingkungan tempat tumbuh mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan *Cladophora*. Penurunan perkembangan *Cladophora* dapat disebabkan oleh peningkatan temperatur lingkungan, pengurangan intensitas cahaya dan ketersediaan nutrisi, serta perubahan kadar nutrisinya (Shaffrey, 1988; Shelton *et al.*, 1999). Temperatur yang sesuai untuk perkembangan dan pertumbuhannya antara 50 hingga 70 derajat F. Sepanjang musim dingin, perkembangan *Cladophora* terhambat diduga antara lain karena penurunan temperatur lingkungan dan intensitas penyinaran (Shelton *et al.*, 1999).

B. Persyaratan Dimensi Sel Sebagai Bahan Baku Pulp Kertas

Serat yang akan direkomendasikan sebagai bahan baku pulp harus memenuhi persyaratan tertentu terutama menyangkut sifat kimia dan sifat struktur-anatominya. Soenardi (1974) menyatakan bahwa untuk bahan baku pulp harus benar-benar diketahui persentase sel serabutnya (serat) disamping jumlah sel-sel lainnya. Persentase serat yang besar berarti baik sebagai bahan baku pulp kertas, sedangkan persentase yang kecil berakibat sebaliknya (Dadswell & Wardrop, 1960 dalam Soenardi, 1974).

Sifat anatomi serat yang berupa panjang serat, diameter lumen dan tebal dinding sel secara bersama-sama penting peranannya dalam penentuan kelaikan serat sebagai bahan baku pulp. Hal ini dirangkum dalam sifat turunan dimensi sel berupa bilangan Runkell (*Runkell ratio*), Bilangan Mulsthep (*Mulsthep ratio*), daya tenun (*felting power*), koefisien kekuatan (*coefficient of rigidity*) dan nilai fleksibilitas (*flexibility ratio*) (Anonim, 1976; Kasmudjo, 1994).

Menurut Soenardi (1974), secara umum serat yang panjang baik sebagai bahan baku pulp. Kertas yang dihasilkan akan lebih kuat; kekuatan sobek, kekuatan tarik dan kekuatan jebolnya lebih tinggi, Secara teoritis serat yang panjang akan memberikan titik tangkap yang lebih luas terhadap gaya-gaya yang mengenainya, hingga akan meningkat batas kekuatannya.

Dinding sel serat mempengaruhi kehalusan kertas yang dihasilkan. Serat dengan dinding sel yang tipis akan mudah digiling sehingga menghasilkan kertas berkerapatan tinggi dengan permukaan halus (Tsoumis, 1968). Dinding serat tebal menghasilkan kertas dengan kekuatan jebol dan kekuatan tarik yang rendah, namun ketahanan sobeknya tinggi. Kertas dari serat dengan dinding sel tebal juga cenderung memiliki ketahanan lipat yang rendah (Haygreen & Bowyer, 1989).

Dari uraian di atas peneliti menyimpulkan sementara bahwa sangat memungkinkan menggunakan ganggang sebagai bahan baku alternatif bagi industri pulp kertas. Terutama ditinjau dari segi komponen penyusun selnya yang banyak mengandung selulosa, komponen utama pembuatan kertas. Sementara itu dimensi sel ganggang, yang berpengaruh terhadap kualitas pulp kertas yang dihasilkan; diduga dipengaruhi oleh usia pertumbuhan maupun posisinya dari titik pertumbuhan. Dalam penelitian ini digunakan hipotesis sebagai berikut:

1. Dimensi sel ganggang pada usia pertumbuhan lanjut secara alami paling optimal memenuhi persyaratan bahan baku pulp kertas.
2. Dimensi sel ganggang pada kedudukan pangkal paling optimal memenuhi persyaratan bahan baku pulp kertas

III. PELAKSANAAN PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Agustus 2004 dan diharapkan selesai keseluruhan pada April 2004. Lokasi bahan penelitian di muara sungai Opak di dusun Depok Kecamatan Kretek Kabupaten Bantul, Analisis dilakukan di laboratorium taksonomi tumbuhan UGM, Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Institut pertanian INTAN Yogyakarta serta di lembaga Matra Grahita. . Bahan yang digunakan di antaranya ganggang hijau *Cladophora* spp yang tumbuh di tepian muara, Asam Asetat, Perhidrol dan Air.

Alat yang digunakan berupa Timbangan digital 0,01 g, Gelas preparat, Pisau pemotong, Vibroskop, Fotomikroskop, Pengolah data. Percobaan berupa eksperimen faktorial (3 x 3) dengan rancangan acak lengkap menggunakan 3 ulangan. Terdiri 2 faktor yaitu Faktor 1: Kenampakan okuler tingkat pertumbuhan dimensi ganggang: 1). Pertumbuhan awal ,2). Pertumbuhan tengah 3). Pertumbuhan lanjut. Faktor 2: Kedudukan sel: 1). Ujung serat/batang, 2). Pertengahan serat/batang, 3). Pangkal serat/batang.

Pengukuran panjang sel memodifikasi metode Panshin & De Zeeuw, (1980); juga dilakukan pengukuran diameter sel dan diameter lumen sel dari citra foto penampang sel dengan perbesaran 400 x.

IV. HASIL PENELITIAN

Sampai dengan saat penulisan telah diperoleh hasil-hasil, dan dapat diambil simpulan serta rekomendasi sebagai berikut:

Tabel 1.
Nilai Rerata Hasil Pengukuran Dimensi *Cladophora* spp

Jenis Pengukuran	Ujung	Tengah	Pangkal	Awal Tumbuh	Pertengahan	tumbuh Lanjut
Panjang Sel (um)	61.19	59.66	51.93	76.71	61.02	35.06
Diameter sel (um)	44.54	44.80	47.45	52.13	49.65	35.02**
Diameter rongga (um)	28.09	29.88	28.89	46.45	39.22	1.16 **
Tebal Dinding Sel (um)	3.07	3.32	3.16	3.12	3.20	3.23
Bilangan Runkell	0.22	0.22	0.22	0.13	0.16	5.57
Bilangan Mullsteph	-	-	-	-	-	-
Daya Tenun	1.37	1.33	1.09	1.47	1.23	1.00
Koefisien Kekakuan	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.09
Nilai Fleksibilitas	0.63	0.66	0.61	0.89	0.78	0.03

Keterangan: Tanda * atau ** menyatakan perbedaan yang nyata/sangat nyata

Dari nilai rerata panjang sel dapat diketahui bahwa sel-sel ganggang sangat pendek (35 um hingga 76 um) namun ada suatu catatan bahwa justru sesungguhnya ditemukan banyak sel-sel yang sangat panjang tak terhingga namun tidak dapat dimasukkan ke dalam hitungan analisis karena kesulitan teknis. Hal itu harus mendapat perhatian lebih lanjut, karena kemungkinan dapat memberikan lebih banyak keuntungan. Namun demikian rerata diameter sel *Cladophora* termasuk besar, antara 35 um hingga 52 um dengan dinding sel yang tipis sampai sedang (3,07 um hingga 3,23 um).

Berdasarkan nilai bilangan Runkell yang berada di antara 0,13 hingga 0,22, berarti ganggang *Cladophora* tergolong pada kelas sel berdinding sangat tipis. (Bahan Pulp Kelas I/II). Serat akan memipih dan ikatan antar serat akan baik sekali, menghasilkan nilai kekuatan tinggi, (Runkell, 1952). Serat dengan dinding sel yang tipis akan mudah digiling sehingga menghasilkan kertas berkepadatan tinggi dengan permukaan halus (Tsoumis, 1968). Nilai fleksibilitasnya antara 0.61 hingga 0,89,

dapat dimasukkan dalam bahan pulp kelas II. Nilai fleksibilitas yang tinggi semakin baik karena kertas akan lebih fleksibel terhadap tarikan, produk kertasnya akan berkualitas sangat baik (Kasmudjo, 1983). Koefisien kekakuan dengan nilai yang sangat rendah (0,07) dapat dikelompokkan pada sifat bahan kelas I. (anonim, 1976)

Dari uji lanjut setelah analisis varian diperoleh hasil bahwa pada perkembangan tingkat lanjut, ternyata justru hampir seluruh parameter untuk persyaratan bahan pulp menurun. (Lihat tabel 1). Dengan demikian maka kondisi pertumbuhan optimal yang memenuhi persyaratan bahan baku pulp justru pada pertumbuhan awal hingga menengah. Hal ini sangat menguntungkan karena waktu budidaya dapat diperpendek, walaupun masih perlu pengkajian lebih mendalam.

V. SIMPULAN

Dari hasil-hasil di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Cladophora* dari aspek struktur anatomis memenuhi syarat

digunakan sebagai bahan baku pulp kertas, dengan rerata kelas bahan ternasuk kelas II.

2. Pertumbuhan optimal untuk bahan baku pulp dan kertas didapat pada tingkat pertumbuhan awal dan menengah, sementara pada pertumbuhan lanjut nilai bahan justru menurun tajam.
3. Antara berbagai bagian tubuh ganggang memiliki sifat struktur anatomis yang relatif seragam hingga akan memudahkan dalam penangan.

Dari simpulan di atas disarankan:

1. Perlu penelitian pengkajian pemanfaatan bahan ini sebagai bahan baku pulp kertas, melanjutkan penelitian yang masih sangat awal ini.
2. *Cladophora* dapat direkomendasikan sebagai bahan baku pulp kertas, dengan penanganan tertentu.
3. Perlu dicoba untuk diproduksi dalam skala laboratorium untuk pengembangan industri selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1976. *Vademacum Kehutanan Indonesia*. Departemen Pertanian Ditrektorat Jendral Kehutanan. Jakarta
- FAO. 1966. *Food and Agriculture Organisation Annual Report*. United Nation Organisation. Rome
- FAO. 1974. *Food and Agriculture Organisation Annual Report*. United Nation Organisation. Rome
- Fengel, D & G. Wegener. 1995. *Kayu. Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. Indonesian Edition. Gadjahmada University Press. Yogyakarta
- Haygreen, G, John & Jim L. Bowyer. 1989. *Hasil hutan dan Ilmu Kayu, Suatu Pengantar*. Edisi Indonesia. Gadjahmada University Press. Yogyakarta.
- Kasmudjo. 1994. *Cara Penentuan Proporsi Tipe Sel dan Dimensi Sel Kayu*. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjahmada Yogyakarta.
- Panshin, W. & V. De Zeeuw, 1980. *Wood technology*. . Mc. Graw Hill Book Company. London- Toronto.
- Raven, Peter H; Ray F. Evert & Susan E. Eichorn.. ----. *Biology of Plants. 2nd Edition*. Worth publishers, Inc.
- Shaffrey, Mc., Dave. 1988. *Behavior, Functional Morphology, and Ecology Related to Feeding in Aquatic Insects with Particular Reference to Stenacron Interpunctatum, Rihrogena Pellucida (Ephemerella: Heptageniidae) and Ephemerella Needhami (Ephemeroptera: Ephemerellidae)*. Thesis. Purdue University. United state of America.. <http://www.marietta.edu/~mcshaffd/>, cached August 2004.
- Shelton, D., R.L. Evans & M.C. Miller. 1999. *Cladophora glomerata Abundance along The Little Miami River, Ohio: Competititon With Sestonic Algae for Nutrient and Light Resources*. Communication for the NABS Annual Meeting 1999. <http://www.benthos.org/> cached August 2004
- Soenardi, P. 1974. *Hubungan Antara Sifat Kayu dan Kualitas Kertas*. Berita Selulosa. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjahmada, yogyakarta.
- Tsoumis, G. 1968. *Kayu Sebagai Bahan Baku*. Proyek terjemahan Literatur Kehutanan. Fakultas Keutanan Insitut Pertanian Bogor. Bogor.