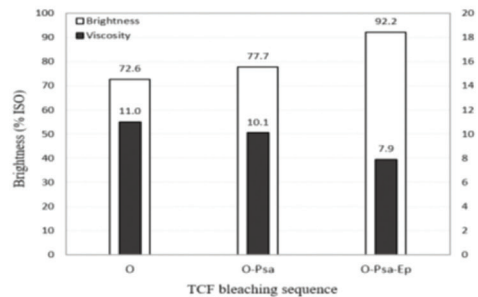


Produksi Dissolving Pulp dari Limbah Pelepah Nipah Menggunakan Prehidrolisis, Soda-Anthraquinone, dan Pemutihan TCF (Totally Chlorine-Free)



0	O-P_{sa}	O-P_{sa}-Ep
72.6% ISO	77.7% ISO	92.2% ISO



Dr. Evelyn, ST, MSc, MEng
Dr. Sunarno, ST, MT
Dr. David Andrio, MSi
Azka Aman, SSI, MSc
Prof. Hiroshi Ohi

**Produksi Dissolving Pulp dari Limbah
Pelepah Nipah Menggunakan Prehidrolisis,
Soda-Anthraquinone, dan Pemutihan TCF
(Totally Chlorine-Free)**

Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002, tentang Hak Cipta

PASAL 2

- (1) Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut perundang-undangan yang berlaku.

PASAL 72

- (1) Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000.00 (Satu Juta Rupiah), atau paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (Lima Miliar Rupiah).
- (2) Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000.00 (lima ratus juta rupiah).

Produksi Dissolving Pulp dari Limbah Pelepah Nipah Menggunakan Prehidrolisis, Soda-Anthraquinone, dan Pemutihan TCF (Totally Chlorine-Free)

Dr. Evelyn, ST, MSc, MEng
Dr. Sunarno, ST, MT
Dr. David Andrio, MSi
Azka Aman, SSi, MSc
Prof. Hiroshi Ohi

Penerbit
UR Press Pekanbaru
2021

**Produksi Dissolving Pulp dari Limbah Pelepah Nipah
Menggunakan Prehidrolisis, Soda-Anthraquinone,
dan Pemutihan TCF (Totally Chlorine-Free)**

Penulis:

Dr. Evelyn, ST, MSc, MEng

Dr. Sunarno, ST, MT

Dr. David Andrio, MSi

Azka Aman, SSi, MSc

Prof. Hiroshi Ohi

© Hak Cipta pada Penulis

Sampul dan Tata Letak : Evelyn

Diterbitkan Oleh UR Press, Oktober 2021

Alamat Penerbit

Jl. Pattimura No. 9, Gobah Pekanbaru 28132, Riau, Indonesia

e-mail: unri_press@yahoo.co.id

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Dilarang mengutip atau memperbanyak

sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

Isi di luar tanggung jawab percetakan

Cetakan Pertama : Oktober 2021

ISBN 978-623-255-129-9

KATA PENGANTAR

Puji beserta syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat-Nya terkhusus nikmat ilmu pengetahuan dan kesehatan sehingga kami dapat menyelesaikan Buku Teknologi Tepat Guna (TTG) Produksi Dissolving Pulp dari Limbah Pelepah Nipah Menggunakan Prehidrolisis, Soda-Anthraquinone, dan Pemutihan TCF (Totally Chlorine-Free). Buku TTG ini disusun sebagai salah satu syarat luaran Penelitian DRPM Kemenristekdikbud melalui LPPM Universitas Riau. Dalam menyelesaikan buku ini, kami mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kemenristekdikbud DIKTI yang telah membantu pendanaan.
2. LPPM UNRI yang telah membantu dalam pelaksanaan program penelitian (1395/UN19.5.1.3/PT.01.03/2021).
3. Mahasiswa bimbingan penelitian S1 Teknik Kimia Fakultas Teknik UNRI (Retno Dwi Astutik dan Donny Tusary) yang telah membantu dalam mengumpulkan data.

Semoga laporan kegiatan ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya. Kami menyadari masih banyak kekurangan dari penulisan buku ini. Oleh karena itu kritik dan saran konstruktif dari pembaca yang diharapkan demi kesempurnaan tulisan ini dimasa yang akan datang.

Pekanbaru, Oktober 2021

Penulis

RINGKASAN

Provinsi Riau merupakan salah satu daerah terluas di Indonesia yang ditumbuhi oleh tanaman nipah. Hutan nipah seluas 41.530,09 ha terdapat di sepanjang pesisir pantai Kabupaten Rokan Hilir serta Kabupaten Indragiri Hilir. Kabupaten Bengkalis merupakan salah satu daerah yang ditumbuhi tanaman nipah selain Kabupaten Rokan Hilir serta Kabupaten Indragiri Hilir yang luasannya ± 100 ha. Tanaman nipah merupakan salah satu bahan non kayu yang memiliki potensi untuk mejadi bahan baku proses dissolving pulp karena memiliki kadar α -selulosa sebanyak 28,9 – 45,6%.

Pembuatan dissolving pulp dari bahan baku non kayu dapat dilakukan dengan tiga tahap yaitu prehidrolisis, pemasakan proses soda atau Kraft dan proses bleaching. Prehidrolisis merupakan satu tahap penting yang berguna dalam menurunkan kadar hemiselulosa dan membantu dalam pemisahan lignin dari bahan baku. Dibandingkan dengan proses Kraft yang banyak digunakan, pemasakan dengan soda-Antrakuinon (soda-SAQ) dinilai lebih ramah lingkungan karena tidak menghasilkan gas-gas toksik seperti hidrogen sulfida dan sulfur dioksida serta sesuai untuk bahan-bahan non kayu. AQ disebutkan bertindak sebagai katalis redoks selama proses soda, menurunkan grup akhir aldehyd dari karbohidrat, membentuk asam karboksilat, menghambat depolimerisasi alkalin, sehingga meningkatkan rendemen pulp. Pemutihan pulp dengan totally chlorine-free (TCF) merupakan metode pemutihan pulp yang lebih ramah lingkungan karena tidak menggunakan klorin dalam prosesnya. Pemutihan TCF menggunakan peroxomonosulfuric acid (Psa) dilaporkan dapat meningkatkan kecerahan dari pulp, melarutkan lignin, serta menghilangkan hexenuronic acid penyebab warna kuning pada pulp yang dihasilkan

Penelitian ini menggunakan pelepah nipah sebagai sumber bahan baku non kayu yang diproses dengan pemasakan soda-SAQ dan pemutihan menggunakan metode TCF untuk menghasilkan dissolving pulp. Prosesnya secara detail terdiri dari: (a) 150°C prehidrolisis selama 1-3 jam dengan air suling; (b) pemasakan soda-SAQ (0,1% SAQ, 160°C selama 1,0-1,5jam, 20% AA), dan; (c) 3 tahap pemutihan TCF dengan peroxomonosulfuric acid (TCF: O–oxygen, Psa–peroxomonosulfuric acid, Ep-ekstraksi dengan peroksida).

Proses prehidrolisis terbaik diperoleh pada waktu 3 jam, sedangkan proses pemasakan terbaik diperoleh pada waktu 1,5 jam. Produk dissolving pulp yang dihasilkan dari bahan baku dan metode ini memiliki tingkat kecerahan sebesar 92.2% ISO, kadar α -selulosa 94,8%, viskositas 7,9 cP, dan kadar abu 0.2%, dapat digunakan atau memenuhi standar pulp-dissolving grade untuk rayon viskosa dan turunan selulosa lainnya.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan masalah	3
1.3 Target	3
BAB II TANAMAN NIPAH DAN PROSES PRODUKSI DISSOLVING PULP ..	4
2.1 Tanaman nipah	4
2.2 Klasifikasi dan deskripsi tanaman nipah (<i>Nypa fruticans wurmb</i>)...	4
2.3 Selulosa tanaman nipah (<i>Nypa fruticans wurmb</i>)	6
2.4 Soda Antrakuinon (Soda-SAQ)	7
2.5 Dissolving pulp	10
2.6 Proses produksi dissolving pulp	12
2.7 Uji karakteristik dissolving pulp	14
BAB III METODOLOGI	17
3.1 Bahan dan peralatan penelitian	17
3.2 Variabel penelitian.....	17
3.3 Prosedur Penelitian	18
BAB IV PRODUKSI DISSOLVING PULP.....	25
4.1 Karakteristik bahan baku	25
4.2 Pengaruh prehidrolisis dan metode pemasakan	25
4.2.1 Waktu prehidrolisis dan pemasakan	25
4.2.2 Metode pemasakan dan penambahan SAQ 0,1%	26
4.3 Hasil Pemutihan pulp dengan metode TCF.....	28
4.5 Hasil uji kualitas dissolving pulp	29
BAB V PENUTUP.....	31
LAMPIRAN (DOKUMENTASI).....	32
DAFTAR PUSTAKA	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin pada tanaman nipah	7
Tabel 3.1	Tahap dan kondisi pemutihan TCF pulp pelepah nipah	22
Tabel 4.1	Komposisi kimia pelepah nipah	25
Tabel 4.2	Rendemen, derajat cerah, dan viskositas pulp pada kondisi proses prehidrolisis-pemasakan soda SAQ terbaik dan aktif alkali 13-25%.	28
Tabel 4.3	Perubahan komposisi pelepah dan pulp nipah setelah prehidrolisis, pemasakan soda-SAQ, dan pemutihan TCF...	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman nipah.....	5
Gambar 2.2	Struktur selulosa.....	6
Gambar 2.3	Oksidasi Antrakuinon. Dari kiri ke kanan: Antrakuinon (AQ), antrahidrokuinon radikal anion (AQ), and antrahidrokuinon (AHQ2-).....	8
Gambar 2.4	Mekanisme adduct untuk AQ-aided delignification	9
Gambar 2.5	SET mechanism for AQ-aided delignification	10
Gambar 3.1	Prehidrolisis bahan baku	20
Gambar 3.2	Pemasakan soda-SAQ	21
Gambar 4.1	Pengaruh waktu prehidrolisis-pemasakan pada bilangan kappa proses soda-SAQ. Prehidrolisis (P) dan pemasakan/ cooking (C) pada suhu: 150 °C dan 160 °C, aktif alkali 13-25%	26
Gambar 4.2	Perbandingan bilangan kappa (atas) dan yield pulp (bawah) antara proses kraft (sulfiditas 30%), soda-SAQ dan soda saja	27
Gambar 4.3	Nilai derajat cerah dan viskositas pada tiap tahap pemutihan TCF (O-Psa-Ep) pulp pelepah nipah	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kawasan mangrove memiliki peranan penting bagi kehidupan masyarakat salah satunya di Provinsi Riau yaitu kawasan mangrove nipah (*Nypa fruticans* Wurmb). Provinsi Riau merupakan salah satu daerah terluas di Indonesia yang ditumbuhi oleh tanaman nipah. Hutan nipah seluas 41.530,09 ha terdapat di sepanjang pesisir pantai Kabupaten Rokan Hilir serta Kabupaten Indragiri Hilir (Tim BPDAS, 2006). Kabupaten Bengkalis merupakan salah satu daerah yang ditumbuhi tanaman nipah selain Kabupaten Rokan Hilir serta Kabupaten Indragiri Hilir yang luasannya ± 100 ha (Hadiet et al., 2013). Tanaman nipah merupakan salah satu bahan non kayu yang memiliki potensi untuk mejadi bahan baku proses dissolving pulp karena memiliki kadar α -selulosa sebanyak 28,9 – 45,6% (Tamunaidu dan saka, 2011).

Pembuatan dissolving pulp dari bahan baku non kayu dapat dilakukan dengan tiga tahap yaitu prehidrolisis, pemasakan proses soda atau Kraft dan proses bleaching (Maryana et al., 2017). Prehidrolisis merupakan satu tahap penting yang berguna dalam menurunkan kadar hemiselulosa dan membantu dalam pemisahan lignin dari bahan baku. Dibandingkan dengan proses Kraft yang banyak digunakan, pemasakan dengan soda-Antrakuinon (soda-

SAQ) dinilai lebih ramah lingkungan karena tidak menghasilkan gas-gas toksik seperti hidrogen sulfida dan sulfur dioksida serta sesuai untuk bahan-bahan non kayu. AQ disebutkan bertindak sebagai katalis redoks selama proses soda, menurunkan grup akhir aldehyd dari karbohidrat, membentuk asam karboksilat, menghambat depolimerisasi alkalin, sehingga meningkatkan rendemen pulp (Omer et al., 2019).

Selain proses proses soda-AQ untuk menghasilkan serat rayon, terdapat satu proses penting lainnya yakni proses bleaching (pemutihan). Dalam dissolving pulp terdapat 2 proses bleaching yakni baik secara elementary chlorine free (ECF) atau totally chlorine free (TCF). Untuk pencegahan polusi pada tahap bleaching, industri pulp dan kertas mulai menggunakan pemutihan ECF daripada pemutihan klorin. Namun, senyawa organoklorin diproduksi pada tahap pemutihan dan dengan pengolahan air limbah masih habis selama pemutihan ECF (Nakamata, 2004). Oleh karena itu, pemutihan TCF, di mana tahap hidrogen peroksida (Ep, P), oksigen (O), ozon (Z), dan asam peroksimonosulfurat (P) digunakan sebagai pengganti tahap ClO₂ (D), telah diusulkan sebagai solusi (Rizaluddin, 2016). Pemutihan TCF akan mengurangi emisi halogen organik (AOX) yang dapat diserap, serta jumlah zat organoklorin yang dibuang.

Buku ini menjelaskan tentang penggunaan pelepah nipah sebagai sumber non kayu untuk dissolving pulp melalui pemasakan soda-SAQ dan pemutihan menggunakan metode TCF pada kondisi tertentu. Sasaran dari penelitian ini adalah

didapatkannya suatu kondisi terbaik untuk memproduksi dissolving pulp yang memenuhi standar.

1.2 Perumusan Masalah

Buku ini dibuat dalam rangka menjawab pertanyaan-pertanyaan dibawah ini:

1. Bagaimana karakteristik atau komposisi kimia dari pelepah yang digunakan untuk pembuatan dissolving pulp?
2. Bagaimana kondisi pemasakan soda-SAQ terbaik?
3. Bagaimana kondisi pemutihan TCF terbaik?
4. Apakah dissolving pulp yang dihasilkan memenuhi standar

1.3 Target

Target utama dari buku ini bertujuan untuk mengembangkan suatu metode yang bisa digunakan untuk membuat dissolving pulp dari pelepah nipah.

BAB II

TANAMAN NIPAH DAN PROSES PRODUKSI DISSOLVING PULP

2.1 Tanaman Nipah

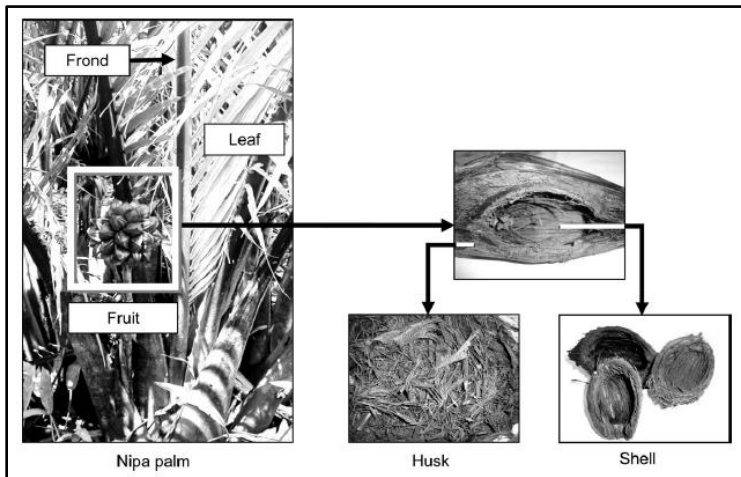
Tanaman nipah adalah sejenis palem (palma) yang tumbuh dilingkungan hutan mangrove atau daerah pasang surut dekat tepi laut. Di beberapa negara lain, tumbuhan ini dikenal dengan nama Attap palm (Singapura), Nipa palm (Filipina), atau umumnya disebut Nipah palm. Nama ilmiahnya adalah *Nypa fruticans* Wurmb, dan diketahui sebagai satu-satunya anggota genus Nipah. Nipah juga merupakan satu-satunya jenis palma dari wilayah mangrove. Fosil serbuk sari palma ini diketahui dari sekitar 70 juta tahun yang silam (Ditjenbun, 2006). Sebaran jenis ini utamanya di daerah equator, melebar dari Sri Lanka ke Asia Tenggara hingga Australia Utara. Luas pertanaman nipah di Indonesia diperkirakan 700.000 ha, merupakan nipah yang terluas dibandingkan dengan Papua Nugini (500.000 ha) dan Filipina (8.000 ha) (Heriyanto, 2011).

2.2 Klasifikasi dan Deskripsi Tanaman Nipah (*Nypa Fruticans Wurmb*)

Klasifikasi dan deskripsi tanaman nipah (*Nypa Fruticans Wurmb*) menurut Ditjenbun (2006) :

Regnum	: Plantae
Division	: Magnoliophyta
Classis	: Liliopsida
Ordo	: Arecales

Familia : Arecaceae
Genus : *Nypa*
Spesies : *Nypa fruticans*



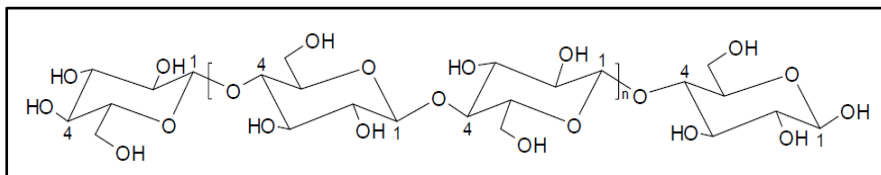
Gambar 2.1 Tanaman Nipah (Tamunaidu dan Shiro, 2011)

Batang pohon nipah membentuk rimpang yang terendam oleh lumpur. Akar serabutnya dapat mencapai panjang 13 m. Panjang anak daun dapat mencapai 100 cm dan lebar daun 4-7 cm. Daun nipah yang sudah tua berwarna kuning, sedangkan daunnya yang masih muda berwarna hijau. Banyaknya anak daun dalam tiap tandan mencapai 25-100 helai (Vernandos dan Huda., 2008). Buah tipe buah batu dengan mesokarp bersabut, bulat telur terbalik dan gepeng dengan 2-3 rusuk, coklat kemerahan, 11 x 13 cm, terkumpul dalam kelompok rapat menyerupai bola berdiameter sekitar 30 cm (Steenis, 1981) Struktur buah berbentuk bulat, warna coklat, kaku dan berserat. Pada setiap buah terdapat satu biji berbentuk telur. Ukuran: diameter kepala buah: sampai 45 cm diameter biji 4 -5 cm (Rusila et al, 1999).

2.3 Selulosa Tanaman Nipah (*Nypa Fruticans Wurm*)

Selulosa adalah senyawa paling melimpah di dinding sel dan tumbuhan hutan. Payen adalah ilmuwan yang pertama menentukan komposisi unsur selulosa, melaporkan pada tahun 1838 bahwa ia memiliki rumus empiris $C_6H_{10}O_5$ (Payen, 1842). Itu juga menemukan bahwa selama hidrolisis itu menghasilkan cello- biose dan akhirnya glukosa. Sifat ikatan antara atom-atom di dalam unit glukosa dan antara unit glukosa diakui oleh Haworth, tetapi Staudinger yang melaporkan bukti sifat polimerik dari molekul selulosa (Staudinger 1932). Seperti Chain-like, linear, struktur makromolekul yang dikemukakan oleh Haworth pada 1920-an sekarang diterima secara umum.

Unit glukosa dihubungkan bersama oleh β -1, ikatan 4-glukosidik antara karbon C (1) dan C (4) dari unit glukosa yang berdekatan. Selulosa sebenarnya adalah β -1, 4-poliasetal selobiosa. Terminal gugus hidroksil pada setiap ujung rantai polimer berbeda dalam sifat kimianya. Hidroksil C(1) adalah gugus hidrat aldehida dengan aktivitas pereduksi dan berasal dari pembentukan cincin pyranose melalui heam intramolekul reaksi miacetal. Hidroksil pada karbon C(4) adalah hidroksil alkoholik dan karena itu tidak mengurangi. Ikatan β -glukosidik sensitif terhadap ikatan hidrolitik. Pada tingkat supermolekul, rantai selulosa disatukan oleh ikatan hidrogen. Agregat selulosa yang dihasilkan dapat dipesan sebagai crys-selulosa Talline atau tidak teratur, selulosa amorf. Beberapa polimorf dari selulosa kristal diketahui; selulosa I, II, III, dan IV (Kristina, 2005).



Gambar 2.2 Struktur Selulosa (Kristina, 2005)

Menurut Tamunaidu dan Shiro (2011), tanaman nipah memiliki kandungan selulosa 28-30%, hemiselosa 23-26% dan lignin 17-32%. Menurut Tamainu dan Shiro (2010) serat pelepah nipah mengandung selulosa yang lebih besar daripada selulosa serat kulit buah nipah yaitu kandungan selulosa serat pelepah sebesar 42,22% dan serat kulit buah nipah sebesar 36,5%.

Tabel 2.1 Kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin pada tanaman nipah

Parts	Cellulose (%)	Hemicellulose (%)	Lignin (%)	
			Klason	Acid-soluble
Fronde	35.1	26.4	17.8	1.9
Shell	45.6	23.5	17.3	2.1
Hush	36.5	21.8	27.3	1.5
Leaf	28.9	23.6	32.0	2.8

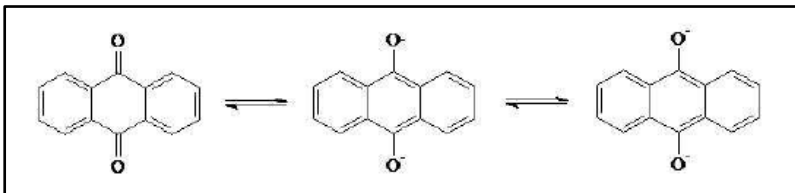
(Sumber : Tamunaidu dan Shiro, 2011)

2.4 Soda Antrakuinon (Soda-SAQ)

Antrakuinon (AQ) adalah aditif yang banyak digunakan dalam pembuatan alkali (Falk et al., 1984; Parthasarathy et al., 1995), tetapi jarang digunakan dalam pemutihan. Dalam memasak pulp, AQ awalnya direduksi menjadi anthrahydroquinone (AHQ), dan kemudian bereaksi dengan intermediet quinonemethide (QM) dari lignin, yang akhirnya mengarah pada pemisahan reduktif hubungan B-O-4. Hal ini dikarenakan gugus akhir polisakarida teroksidasi tidak rentan terhadap reaksi

pengelupasan basa, AQ dengan demikian mempercepat delignifikasi dan melindungi polisakarida.

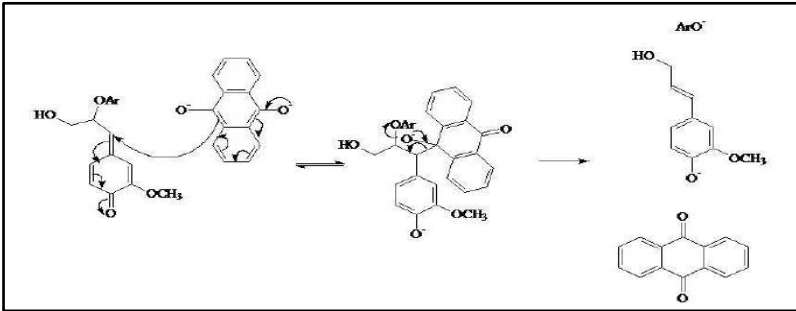
Sejak Holton (1977) pertama kali menunjukkan manfaat dari pembuatan pulp dengan AQ, para peneliti telah mencoba memahami zat kimia yang memberikan AQ memiliki kemampuan yang sangat baik untuk mengkatalisasi pembuatan pulp alkali (Blain, 1993). AQ secara umum terbukti beroperasi dalam siklus redoks dalam waktu pemasakan secara kimia. Karbohidrat dilarutkan dalam pulping liquor dan gugus akhir dari karbohidrat (yang dioksidasi untuk membentuk kelompok asam aldonat) mengurangi AQ menjadi anthrahydroquinone (AHQ = atau AHQ⁻). Keadaanoksidasi AQ ditunjukkan pada Gambar 2.3. Kemudian mengurangi lignin quinone methides untuk memecah ikatan B-aryl eter di lignin. Siklus ini dikonfirmasi oleh percobaan yang dilakukan oleh Fullerton (1979).



Gambar 2.3 Oksidasi Antrakuinon. Dari kiri ke kanan: Antrakuinon (AQ), antrahidrokuinon radikal anion (AQ^{•-}), and antrahidrokuinon (AHQ²⁻).

Awalnya, mekanisme AQ dalam pembuatan pulping alkali dianggap mirip dengan ion hidrosulfida dalam pembuatan pulp dengan metode kraft. Pikirannya adalah bahwa molekul AHQ akan berikatan dengan lignin quinone methide. Penambahan ini kemudian akan mengalami reaksi eliminasi yang meregenerasi AQ dan menyebabkan ikatan B-aryl eter dalam molekul menyatu. Meskipun ini mungkin merupakan mekanisme

yang layak, penelitian telah menunjukkan bahwa ini mungkin bukan mekanisme yang tepat (Blain, 1993).

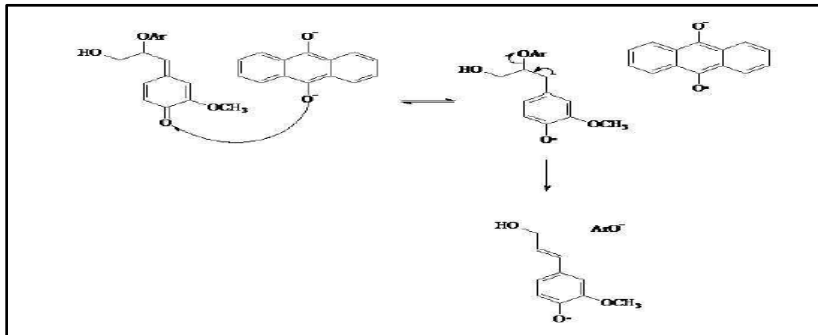


Gambar 2.4 Mekanime adduct untuk AQ-aided delignification

Jika AQ membutuhkan pembentukan adduct selama pembuatan pulp, efektivitas turunan AQ akan dipengaruhi oleh ukuran molekul. Senyawa yang lebih besar akan lebih sulit membentuk adduct dengan quinone methide. Untuk menguji ini, turunan AQ yang terhambat secara sterat diuji dalam pulp, dan ditemukan hampir sama efektifnya dengan AQ (Dimmel, 1996). Eksperimen selanjutnya menunjukkan bahwa "bulkiness" dari turunan AQ tidak memiliki efek pada keefektifan aditif dalam pembuatan pulp (Dimmel, 1996).

Ada data lain yang mendukung mekanisme non-adduct. Para peneliti telah menunjukkan mekanisme yang berbeda untuk aksi AQ dalam pembuatan pulp melalui studi elektrokimia dan studi dengan ikatan radikal. Studi-studi ini menunjukkan bahwa mekanisme yang mungkin untuk AQ dalam pembuatan pulp adalah transfer elektron tunggal (SET) (Dimmel, 1996). Mekanisme SET melibatkan transfer elektron tunggal dari AHQ ke α -karbon dari lignin quinone methide. Untuk mengurangi muatan tambahan, karbon- α membentuk ikatan kedua dengan β -karbon, menyebabkan ikatan B-aryl eter memecah. Anion radikal AHQ yang terbentuk dapat memperoleh elektron dari molekul karbohidrat seperti end

group pereduksi rantai selulosa untuk meregenerasi AHQ2- dianion (Dimmel, 1996).



Gambar 2.5 SET mechanism for AQ-aided delignification

Anion radikal juga dapat mentransfer elektron kedua untuk membentuk AQ padat. Ini bisa menjadi langkah penting dalam difusi gugus AQ ke dalam chip. Baik AHQ- dan AHQ2- benar-benar larut dalam pulp liquor, sedangkan AQ tidak. Pembentukan AQ dapat menghambat kemajuan spesies AQ lebih dalam ke dalam chip, dan mengubah hasil bubur kertas.

2.5 Dissolving Pulp

Produksi global serat tekstil diprediksi meningkat dari 72,5 juta ton pada 2010 menjadi 133,5 juta pada 2030 dengan peningkatan konsumsi per kapita (masing-masing 10,5-15,5 kg per kapita dan tahun) dan populasi (6,9-8,3 miliar; Haemmerle, 2011). Sifat fisiologis yang melekat dari serat selulosa memastikan distribusi kelembaban yang memadai yang tidak dapat dicapai oleh serat sintetis. Karena sifat-sifat ini diminta dalam banyak produk serat, pangsa konstan minimum dari serat selulosa, termasuk serat alami dan buatan, sebesar 33-37% pada konsumsi serat global telah diproyeksikan (Haemmerle, 2011). Dengan asumsi ini,

konsumsi tahunan serat selulosa per kapita tahunan akan meningkat dari 3,7-5,4 kg saat ini pada tahun 2030.

Pada saat yang sama, produksi kapas akan menurun pada tingkat sekitar 26-28 juta ton per tahun (3,1 kg per kapita pada tahun 2030) karena perkiraan penyusutan area penanaman kapas dan peningkatan hasil spesifik tahunan dari 800 menjadi 925 kg per hektar pada tahun 2030. Satu-satunya cara untuk mengkompensasi celah serat selulosa yang dihasilkan sebesar 1,7 kg per kapita adalah untuk berinvestasi dalam kapasitas tambahan dari produksi serat selulosa buatan manusia (viscose, lyocell, cellulose acetate, cupro, dll.) yang secara absolut, diterjemahkan ke dalam produksi global tambahan tahunan sebesar 14,8 juta ton (dari sekarang 4,2 hingga 19,0 juta ton pada tahun 2030; Shen dan Patel 2010). Namun, meningkatnya permintaan untuk pulp selulosa yang sangat murni tidak hanya terbatas pada aplikasi tekstil, tetapi juga menyangkut pembuatan selulosa asetat untuk film bernilai tambah tinggi, plastik, dan pelapis serta eter campuran selulosa untuk lacquers dan pencetakan, eter selulosa, dan bubuk selulosa, yang telah menemukan aplikasi penting dalam industri makanan dan farmasi. Selain itu, pulp larut tampaknya menjadi substrat yang disukai untuk pembuatan nanofibrillated cellulose (NFC), sebuah prekursor bahan canggih di masa depan.

Dissolving Pulp adalah pulp selulosa bermutu tinggi, dengan kandungan rendah hemiselulosa, lignin dan resin. Pulp yang sangat bersih ini sangat cocok sebagai bahan baku untuk berbagai jenis produk selulosa, seperti serat stapel, film dan turunannya (misalnya karboksimetil selulosa, selulosa asetat, dan beragam jenis selulosa yang diregenerasi seperti viscose dan mikrokristalin) (Kristina, 2005).

Produksi dissolving pulp saat ini terutama dilakukan oleh proses asam sulfit dan proses kraft prehidrolisis. Proses asam sulfit adalah yang paling umum dan manfaat teknik ini termasuk tingkat pemulihan tinggi anorganik memasak bahan kimia dan pemutihan yang benar-benar bebas klorin (TCF). Satu keuntungannya adalah bahwa ia menghasilkan pulp dengan distribusi berat molekul yang luas tion selulosa (Sixta et al., 2004). Proses pengorganisasian telah dilakukan dicerna sebagai metode pembuatan pulp alternatif. Yang asli hanya menggunakan campuran-masa depan air dan etanol (Kleinert dan Salze, 1977). Proses pembuatan pulp metode asam terbaru seperti Acetosolve, Formacell dan Milox juga menunjukkan harapan hasil (Vila et al., 2004). Perbandingan dari pulp yang dihasilkan oleh metode yang berbeda ini baru-baru ini telah dikirim (Sixta et al., 2004). Dalam dikutip studi tentang kemampuan proses pulp tentang serat stapel viskosa persiapan dan perawatan NMMO diuji. Pulp dikarakterisasi dalam hal sifat dan struktur kimianya oleh mikroskop, NMR spektroskopi dan hamburan sinar-X. Bidang lain yang sangat menarik adalah tentang pembuatan pulp biosulfit dalam melarutkan produksi pulp (Viikari, 2003).

2.6 Proses Produksi Dissolving Pulp

Metode Proses DP secara kimia dapat dilakukan dengan beberapa cara, sebagai berikut :

a) Proses Kraft

Proses pertama adalah pemotongan kayu menggunakan mesin pemotongan dilanjutkan pengayakan. Kemudian kayu yang telah halus dimasukkan pada tempat penampungan lalu pemasakan yang dipanaskan dengan cara penguapan dan pengadukan dengan alat

khusus untuk pengadukan pada digester pada tekanan tertentu. Hasil kemudian dikeluarkan lalu pencucian dengan air pencuci untuk memisahkan liquor nya. Hasil dimasukkan di tanki yang telah dicuci akan disaring dengan filter drum yang di putihkan dengan Calsium hipoklorite. Dilanjutkan prosex penetralan dengan Natrium hidroksida, proses pencucian dan pengeringan (Fatima et al., 2018).

b) Soda Process

Proses ini hanya memakai Natrium hidroksida sehingga ini merupakan proses yang sederhana. Berbagai jenis dari kayu dapat dibuat. Pemasakan dengan penguapan dilakukan dalam waktu 2-3 jam pada suhu dan tekanan tertentu dan hasilnya dimasukkan dalam digester dilanjtkan ke tanki dengan memasukkan hasil yang digester. Bubur kertas yang telah siap dibersihkan dengan mencucinya kemudian di filtrasi menggunakan penyaringan rotarydrum filter. Setelah itu bubur kertas yang sudah bersih tersebut diputihkan menggunakan kalsium hipoklorit sehingga bubur kertas tersebut sedikit putih dibandingkan sebelumnya. Kemudian bubur kertas tersebut. Dinetralkan kembali menggunakan NaOH. Terbentuklah pulp kering (Fatima et al., 2018).

c) Proses Sulfit

Disini, sulfur akan diuapkan melalui pemanasan dalam kamar pembakaran dengan aliran udara yang harus dikontrol agar hasil berupa Sulfur dioksida bukan Sulfur trioksida sehingga harus didinginkan dengan cepat pada pipa melingkar oleh air. Kemudian proses penyerapan dengan Kalsium karbonat. Dengan reaksi (Liza et al., 2018):

Sulfur + Oksigen → Sulfur dioksida

Sulfur dioksida + air + Kalsium karbonat \rightarrow Ca(HSO₃)₂ + Karbon dioksida

Sulfur dioksida + air + Magnesium karbonat \rightarrow Mg(HSO₃)₂ + Karbon dioksida

Kemudian melakukan pemanasan dan setelahnya, mengeluarkan pulp kemudian memasukkan ke pengayakan menggunakan air bersih. Kemudian proses pengayakan dilanjutkan penyaringan. Setelahnya, dilanjutkan proses pemutihan kertas, penyaringan dan pengeringan (Liza et al., 2018).

2.7 Uji Karakteristik Dissolving Pulp

Macam - macam uji karakteristik pada dissolving pulp dapat dilakukan dengan mengikuti standar TAPPI maupun Standar Nasional Indonesia.

2.7.1. Kappa Number

Kappa number adalah volume (dalam mililiter) dari larutan kalium permanganat 0,1 N yang dikonsumsi oleh satu gram bubuk kertas yang bebas kelembaban dalam kondisi yang ditentukan. Hasilnya diperbaiki dengan konsumsi 50% dari permanganat yang ditambahkan (TAPPI, 2006).

2.7.2. Viskositas

Penentuan viskositas larutan selulosa 0,5% dapat menggunakan 0,5M cupriethylenediamine sebagai pelarut dan viskometer kapiler. Pengukuran dapat dilakukan pada kapas yang diputihkan dan pulp kayu. Pulp kraft konvensional dengan lignin hingga 4%, seperti yang didefinisikan oleh TAPPI T 222 "Lignin yang Tidak Larut Asam dalam Kayu dan Pulp" juga dapat dianalisis (TAPPI, 2004).

2.7.3. Kecerahan (Brightness)

Pengukuran reflektansi cahaya biru pada awalnya dirancang untuk memberikan indikasi jumlah pemutihan yang terjadi dalam pembuatan pulp. Semakin tinggi pantulan cahaya biru, umumnya produk yang lebih putih akan muncul. Metode ini memberikan indeks angka tunggal sederhana yang berguna untuk membandingkan bahan putih serupa; Namun, bahan berwarna lebih baik diidentifikasi dengan menggunakan ruang warna tiga dimensi standar, lihat TAPPI T 524 "Warna Kertas dan Kertas Karton (geometri 45 ° / 0 °)." Karena geometri instrumen metode ini berbeda dari TAPPI T 525 "Diffuse 3.2 Brightness of Pulp (d / 0)" dan ISO 2470 "Pengukuran Factor Reflectance Blue Diffuse (ISO Brightness)," tidak ada hubungan sederhana antara keduanya (TAPPI, 2008).

2.7.4. Acid-Insoluble Lignin dan Acid-Soluble Lignin

Acid-insoluble lignin (lignin tidak larut asam) (Klason lignin) dianalisis sesuai dengan metode Yoshihara *et al.* (1984) dengan modifikasi oleh Ohi *et al.* (1997) sebagai berikut : 0,5 g pulp digiling kering dan dioven kemudian dihidrolisis dengan asam sulfat 72% pada 20 ± 2 C selama 2,5 jam dan kemudian dihidrolisis lebih lanjut dengan asam sulfat 4% pada 121 °C selama 1 jam. Campuran kemudian dipisahkan menggunakan filter gelas (1 GP 16) untuk mendapatkan residu dan filtrat. Berat residu diambil sebagai jumlah lignin yang tidak larut asam.

Jumlah Acid-Soluble Lignin (lignin yang larut dalam asam) ditentukan dari absorbansi UV dari filtrat pada 205 nm menggunakan spektrofotometer (TAPPI, 1996). Menggunakan ion Dionex ICS 3000 (Dionex, Sunnyvale, CA, USA; Thermo Fisher Scientific, Jepang), monosakarida dalam filtrat ditentukan setelah 1000 kali pengenceran jon (K. Tanifuji, *et al.*, 2011). Sistem kromatografi terdiri dari detektor

elektrokimia (ED), pompa tunggal (SP-1), kolom CarboPac PA 1 (\emptyset 4 mm x 250 mm), kolom penjaga CarboPac PA 1 (\emptyset 4 mm x 50 mm) dan autosampler (AS).

BAB III

METODOLOGI

3.1 Bahan dan Peralatan Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pelepah nipah yang diambil dari Desa Muntai Kecamatan Bantan Kabupaten Bengkalis, akuades untuk prehidrolisis dan antrakuinon (SAQ) (berupa 1,4-dihydro-9,10-dihydroxyanthracene sodium salt), alkali aktif (berupa NaOH) untuk *cooking*. Sedangkan proses *bleaching* digunakan proses elemental chlorine free (ECF) yang memiliki komposisi ODE_oD_nD dan totally chlorine free (TCF) yang memiliki komposisi O-P_{sa}-E_p-P_{sa}-E_p yang terdiri dari kombinasi *bleaching* oksigen (O), peroxymonosulfuric acid (H₂SO₄) yang sudah diteratment (P_{sa}), dan ekstraksi alkali dengan hidrogen peroksida (E_p).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu neraca analitik, pemanas, oven, disintegrator, saringan 500 mesh, pompa vakum, desikator, termometer, corong buchner dan rangkaian sokletasi untuk menguji kadar ekstraksi, dan UV-VIS untuk analisa lignin tidak terlarut asam.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel tetap pada penelitian ini adalah dosis AQ yaitu 0,1 %, suhu prehidrolisis 150 °C, suhu pemasakan dengan soda-AQ 160 °C dan rasio antara liquor : padatan yang digunakan adalah 1 : 7, sedangkan yang menjadi variabel berubah adalah waktu prehidrolisis yaitu 1, 2 dan 3 jam,

waktu cooking yaitu 1 dan 1,5 jam serta konsentrasi alkali aktif (AA) yaitu 13%, 17%, 19%, 20%, dan 25%.

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu penentuan karakteristik bahan baku, persiapan bahan baku, analisa bahan, prehidrolisis, pemasakan (cooking) dan bleaching kemudian produk yang diperoleh dilakukan analisa.

3.3.1. Persiapan dan Analisa Bahan Baku

Pada tahap ini bahan baku yaitu pelepah nipah dikeringkan menggunakan panas matahari hingga 90%, hal ini dikarenakan kandungan air pada pelepah nipah tinggi. Kemudian setelah kering bahan dipotong dengan ukuran 0,5-1 cm. Kemudian analisa bahan baku dilakukan dengan metode berikut:

- a. Kadar air merujuk pada SNI-14-1031-1989
- b. Kadar abu merujuk pada TAPPI : T 211 om-07
- c. Kadar ekstraktif merujuk pada SNI 8401: 2017
- d. Acid lignin insoluble merujuk pada TAPPI T222 om-06
- e. Acid soluble lignin merujuk pada TAPPI T222 om-011 (UV spectrophotometry pada panjang gelombang 205 nm)
- f. Kadar α -selulosa merujuk pada TAPPI T203 cm-99
- g. Kadar holoselulosa merujuk pada TAPPI T204 om-88

3.3.2. Prehidrolisis

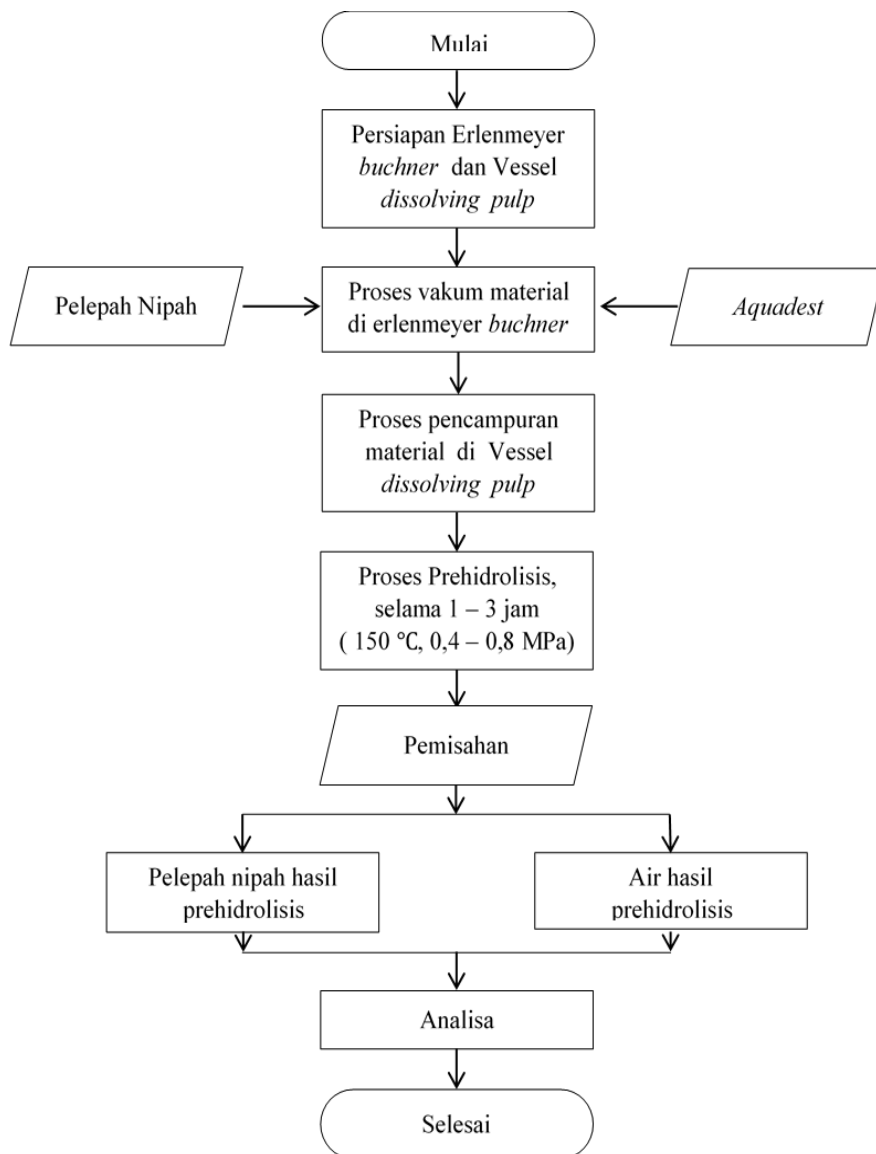
Proses prehidrolisis dilakukan dengan mencampurkan bahan baku (pelepah nipah) dengan aquadest didalam erlenmeyer buchner, campuran

dimasukkan tersebut ke dalam vessel dissolving pulp, kemudian di masak selama 2 – 3 jam. Proses pemasakan dilakukan dengan media oil batch, prinsip kerja oil batch sama seperti water batch namun media pemanasnya diganti menjadi minyak (oil). Proses prehidrolisis dilakukan pada suhu 150 °C dengan batas tekanan operasi antara 0,4 – 0,8 MPa. Selama proses prehidrolisis dilakukan pengadukan pada media pemanas untuk membuat suhu pemanasan merata selama proses berlangsung. Setelah waktu proses mencapai 2 – 3 jam dilakukan pendinginan vessel dissolving pulp untuk menurunkan suhu menjadi 50°C dan tekanan operasi menjadi 0,1 MPa. Setelah suhu dan tekanan operasi turun, campuran bahan baku (pelepah nipah) dan aquadest dipisahkan untuk dilakukan proses cooking untuk raw material yang telah melewati tahap prehidrolisis. Untuk proses penelitian ditunjukkan pada block diagram gambar 3.1.

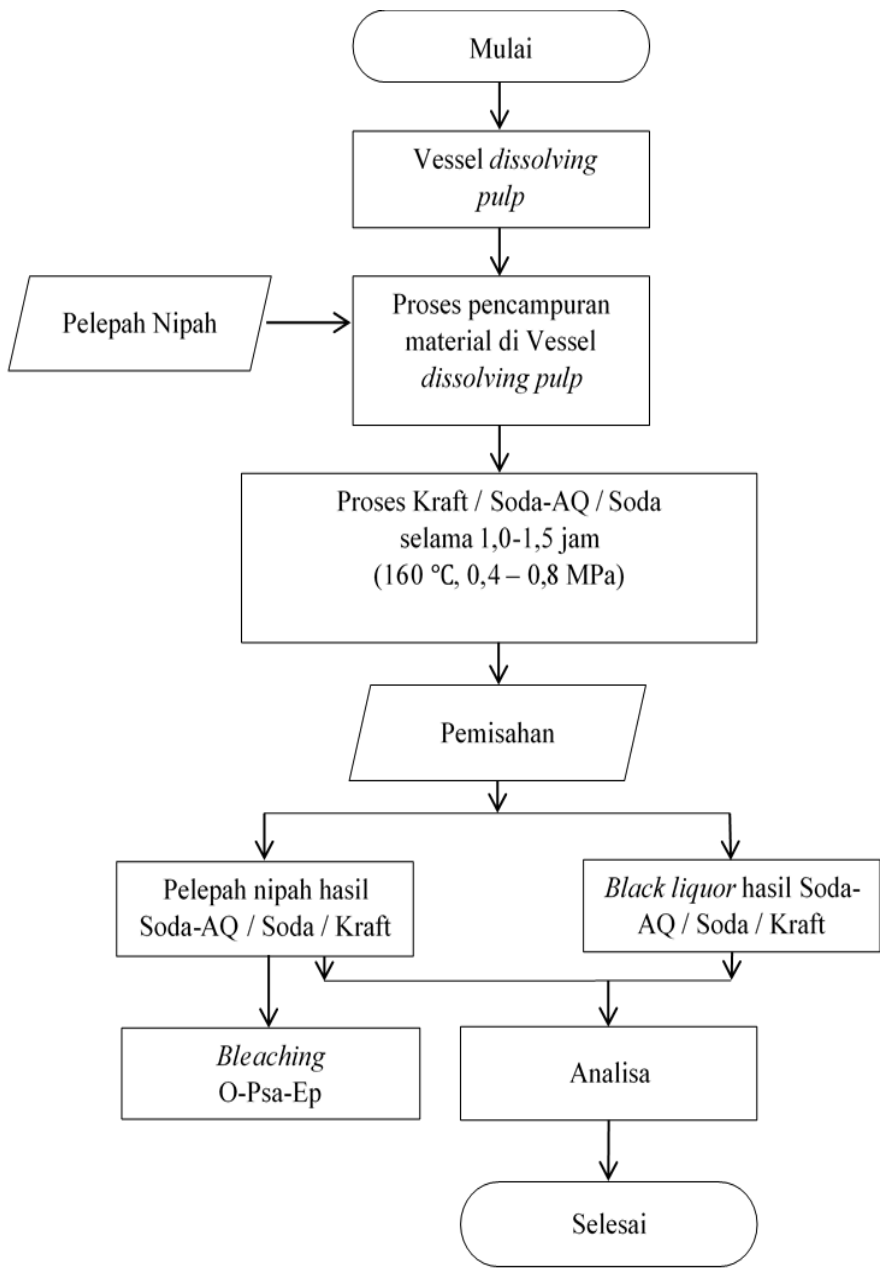
3.3.3. Pemasakan Soda-SAQ dan Pemutihan TCF

Proses cooking dilakukan dengan mencampurkan bahan baku (pelepah nipah) hasil proses prehidrolisis dengan NaOH (Alkali Aktif 19% - 21%, antrakuinon 0,1%), proses campuran tersebut terjadi dalam vessel dissolving pulp, kemudian di masak selama 3 jam. Proses pemasakan dilakukan dengan media oil batch, prinsip kerja oil batch sama seperti water batch namun media pemanasnya diganti menjadi minyak (oil). Proses cooking dilakukan pada suhu 160 °C dengan batas tekanan operasi antara 0,4 – 0.8 MPa. Selama proses cooking dilakukan pengadukan pada media pemanas untuk membuat suhu pemanasan merata selama proses berlangsung. Setelah waktu proses mencapai 3 jam dilakukan pendinginan vessel dissolving pulp untuk menurunkan suhu menjadi 50°C dan tekanan operasi menjadi 0,1 MPa. Setelah suhu dan tekanan operasi turun, campuran bahan baku (pelepah nipah) dan black liquor dipisahkan untuk

dilakukan analisa. Untuk proses penelitian ditunjukkan pada block diagram gambar 3.2.



Gambar 3.1 Prehidrolisis bahan baku



Gambar 3.2 Proses pemasakan Soda-SAQ

3.3.4. Pemutihan dengan TCF

Tabel 3.1 dibawah ini menunjukkan tahapan dan kondisi pemutihan TCF yang dilakukan.

Tabel 3.1. Tahap dan kondisi pemutihan TCF pulp pelepah nipah.

Tahap pemutihan TCF		Kondisi
O	Oksigen	Tekanan O ₂ : 0,5 MPa, dosis NaOH: 2,0%,60 menit, 115°C, Konsistensi pulp (KP): 30%.
Psa	Peroxymonosulfuric acid	Dosis Psa: 0,2%, 70 menit, 70°C, pH 3,0, KP: 10%.
Ep	Alkalin hidrogen peroksida	Dosis H ₂ O ₂ : 2,0%; Dosis NaOH: 1,4%, 60 menit, 70°C, KP: 10%.

3.3.5. Uji Kualitas Dissolving Pulp

Macam - macam uji karakteristik pada dissolving pulp dapat dilakukan dengan mengikuti standar TAPPI maupun Standar Nasional Indonesia.

3.3.5.1 Kappa Number

Kappa number adalah volume (dalam mililiter) dari larutan kalium permanganat 0,2 N yang dikonsumsi oleh satu gram bubuk kertas yang bebas kelembaban dalam kondisi yang ditentukan. Hasilnya diperbaiki dengan konsumsi 50% dari permanganat yang ditambahkan (TAPPI, 2006).

3.3.5.2 Viskositas

Penentuan viskositas larutan selulosa 0,5% dapat menggunakan 0,5M cupriethylenediamine sebagai pelarut dan viskometer kapiler. Pengukuran dapat dilakukan pada kapas yang diputihkan dan pulp kayu. Pulp kraft konvensional dengan lignin hingga 4%, seperti yang didefinisikan oleh TAPPI T 222 "Lignin yang Tidak Larut Asam dalam Kayu dan Pulp" juga dapat dianalisis (TAPPI, 2004).

3.3.5.3 Kecerahan (Brightness)

Pengukuran reflektansi cahaya biru pada awalnya dirancang untuk memberikan indikasi jumlah pemutihan yang terjadi dalam pembuatan pulp. Semakin tinggi pantulan cahaya biru, umumnya produk yang lebih putih akan muncul. Metode ini memberikan indeks angka tunggal sederhana yang berguna untuk membandingkan bahan putih serupa, Namun, bahan berwarna lebih baik diidentifikasi dengan menggunakan ruang warna tiga dimensi standar, lihat TAPPI T 452 "Warna Kertas dan Kertas Karton (geometri 45°/0°)." Karena geometri instrumen metode ini berbeda dari TAPPI T 525 "Diffuse 3.2 Brightness of Pulp (d/0)" dan ISO 2470 "Pengukuran Factor Reflectance Blue Diffuse (ISO Brightness)," tidak ada hubungan sederhana antara keduanya (TAPPI, 2008).

3.3.5.4 Acid-Insoluble Lignin dan Acid-Soluble Lignin

Acid-insoluble lignin (lignin tidak larut asam) (Klason lignin) dianalisis sesuai dengan metode Yoshihara *et al.* (1984) dengan modifikasi

oleh Ohi *et al.* (1997) sebagai berikut : 0,5 g pulp digiling kering dan dioven kemudian dihidrolisis dengan asam sulfat 72% pada 20 ± 2 C selama 2,5 jam dan kemudian dihidrolisis lebih lanjut dengan asam sulfat 4% pada 121 °C selama 1 jam. Campuran kemudian dipisahkan menggunakan filter gelas (1 GP 16) untuk mendapatkan residu dan filtrat. Berat residu diambil sebagai jumlah lignin yang tidak larut asam.

Jumlah Acid-Soluble Lignin (lignin yang larut dalam asam) ditentukan dari absorbansi UV dari filtrat pada 205 nm menggunakan spektrofotometer (TAPPI, 1996). Menggunakan ion Dionex ICS 3000 (Dionex, Sunnyvale, CA, USA; Thermo Fisher Scientific, Jepang), monosakarida dalam filtrat ditentukan setelah 1000 kali pengenceran jon (K. Tanifuji, *et al.*, 2011). Sistem kromatografi terdiri dari detektor elektrokimia (ED), pompa tunggal (SP-1), kolom CarboPac PA 1 (\varnothing 4 mm x 250 mm), kolom penjaga CarboPac PA 1 (\varnothing 4 mm x 50 mm) dan autosampler (AS).

BAB IV

PRODUKSI DISSOLVING PULP

4.1 Karakteristik Bahan Baku

Hasil karakterisasi bahan baku pelepah nipah pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pelepah nipah mengandung jumlah holoselulosa (61,3%), α -selulosa (37,3%), hemiselulosa (24,0%), dan lignin (18,3%), sesuai dan cukup baik untuk dijadikan sebagai bahan baku untuk pembuatan pulp-dissolving grade.

Tabel 4.1 Komposisi kimia pelepah nipah.

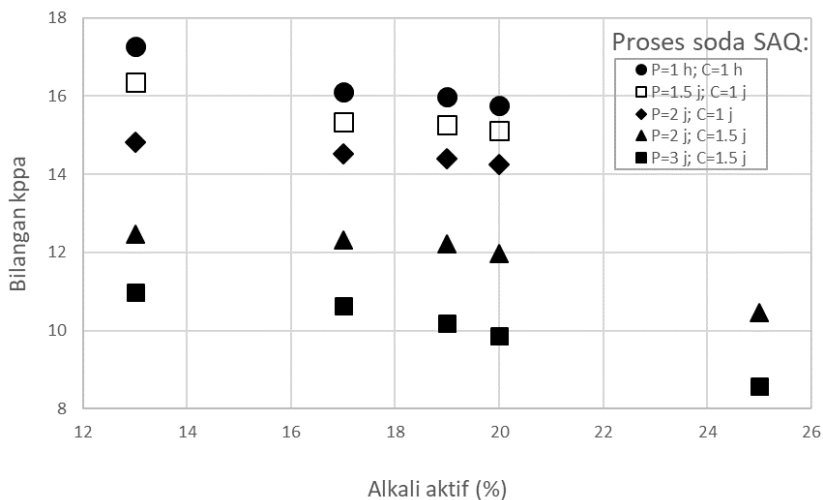
Komponen	Pelepah nipah (%)
Holoselulosa	61,3
α -selulosa	37,3
Pentosan	24,0
Acid-insoluble lignin	17,5
Acid-soluble lignin	0,8
Abu	16,5
Ekstraktif (DCM)	1,5

4.2 Pengaruh Prehidrolisis dan Metode Pemasakan

4.2.1 Waktu prehidrolisis dan pemasakan

Gambar 4.1 memperlihatkan hasil analisa bilangan kappa setelah berbagai proses prehidrolisis dan pemasakan soda-SAQ serta AA (150°C prehidrolisis selama 1-3jam dan 160°C pemasakan selama 1-1,5jam

dengan 13-25% AA). Terlihat bahwa peningkatan waktu prehidrolisis dari 1 jam menjadi 2 jam pada waktu pemasakan yang sama (1 jam) dapat menurunkan nilai bilangan kappa yang diperoleh. Fenomena ini juga terlihat pada peningkatan prehidrolisis 2 jam menjadi 3 jam pada waktu pemasakan 1.5 jam. Proses terbaik diperoleh pada prehidrolisis 3 jam dan waktu pemasakan 1,5 jam dengan bilangan kappa antara 8,6-11,0 dengan AA 13-25%.

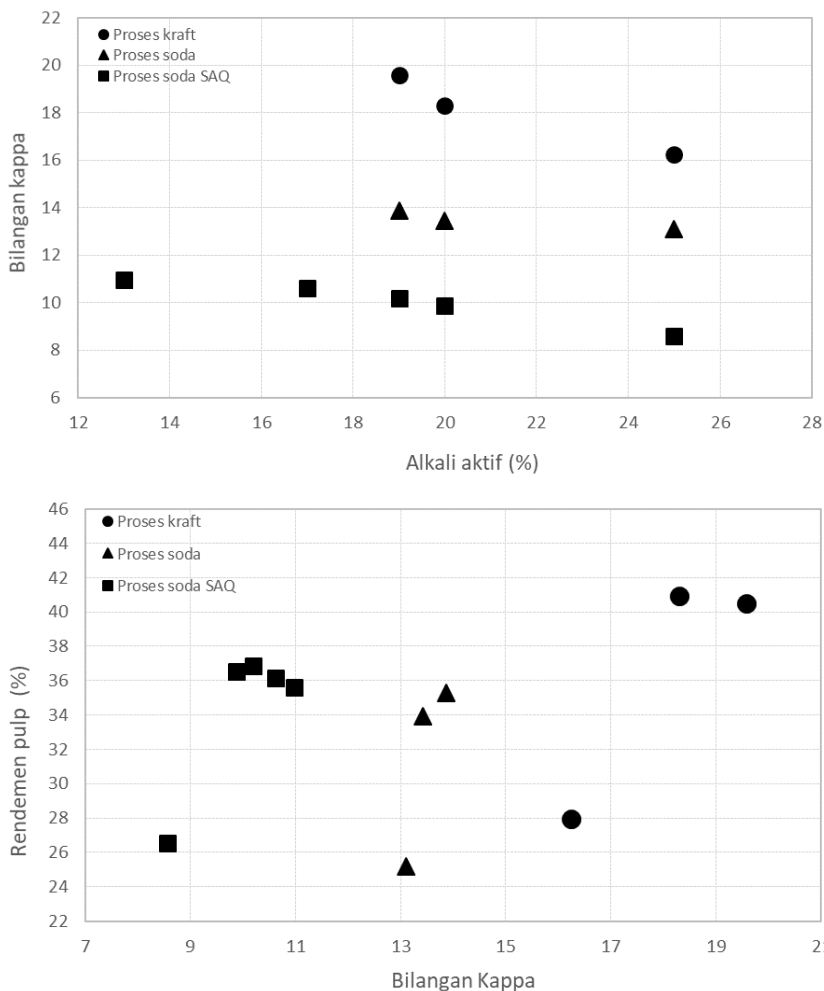


Gambar 4.1 Pengaruh waktu prehidrolisis-pemasakan pada bilangan kappa proses soda-SAQ. Prehidrolisis (P) dan pemasakan/cooking (C) pada suhu: 150 °C dan 160 °C, aktif alkali 13-25%.

4.2.2 Metode Pemasakan dan Penambahan SAQ 0,1%

Gambar 4.2 menunjukkan perbandingan bilangan kappa dan rendemen pulp setelah proses pemasakan dengan metode soda-SAQ, kraft, dan soda tanpa penambahan SAQ. Hasil memperlihatkan bahwa bilangan kappa pada proses soda-SAQ 8,4-9,4 poin lebih rendah pada AA 19-20% dibandingkan bilangan kappa pada proses kraft (Gambar 2a).

Selain itu, proses soda-SAQ dapat menghasilkan rendemen pulp 4,3-7,7% lebih besar daripada proses soda tanpa penambahan SAQ pada AA antara 19 dan 25% (Gambar 2b). Proses ini juga menunjukkan bilangan kappa sebesar 27-35% lebih rendah daripada proses soda tanpa penambahan SAQ pada AA yang sama.



Gambar 4.2 Perbandingan bilangan kappa (atas) dan yield pulp (bawah) antara proses Kraft (sulfiditas 30%), soda-SAQ dan soda saja.

Tabel 3 memperlihatkan perubahan nilai bilangan kappa, rendemen pulp, derajat cerah, dan viskositas pulp pada AA antara 13 dan 25% setelah aplikasi kondisi pulping terbaik (150°C-3jam prehidrolisis dan 160°C-1,5jam pemasakan soda-SAQ). Pulp yang diperoleh dari hasil 3 jam prehidrolisis dan 1.5 jam pemasakan soda-SAQ pada AA 20% dilanjutkan ke tahap pemutihan TCF karena proses ini dapat menghasilkan pulp dengan sifat-sifat pulp yang dapat diterima yaitu dengan bilangan kappa dibawah 10 (9,9), rendemen pulp 36,5%, derajat cerah 34,6% dan viskositas 22,1 cP.

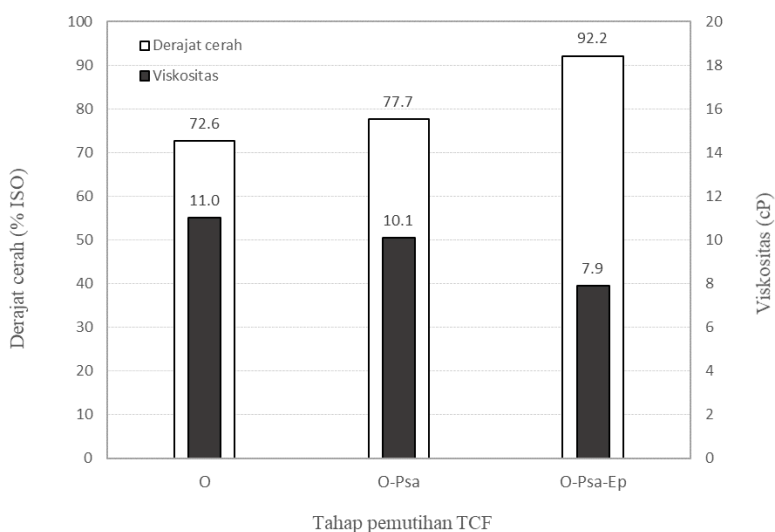
Tabel 4.2. Rendemen, derajat cerah, dan viskositas pulp pada kondisi proses prehidrolisis-pemasakan soda SAQ terbaik dan aktif alkali 13-25%.

Alkali aktif (%)	Rendemen (%)	Derajat cerah (%)	Viskositas (cP)
13	35.6	29.6	21.8
17	36.2	32.1	22.7
19	36.9	34.2	23.0
20	36.5	34.8	22.1
25	26.5	35.1	20.6

4.3 Hasil Pemutihan Pulp dengan Metode TCF

Gambar 4.3 menunjukkan hasil perolehan derajat cerah dan viskositas pulp setelah tiap tahap pemutihan TCF (O-Psa-Ep). Dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kecerahan pulp pada tiap tahap

yaitu dari 72,6% pada tahap O menjadi 77,7% pada tahap Psa, dan mencapai 92.2% (ISO) setelah tahap Ep. Sebaliknya, nilai viskositas turun pada setiap tahap akibat proses pemutihan dari 11,0 cP pada tahap O menjadi 7,9 cP pada tahap Ep. Nilai akhir α -selulosa pulp yang diperoleh adalah 94,8%, sehingga ketiga nilai (derajat cerah, viskositas, dan α -selulosa) sudah memenuhi standar untuk dapat digunakan sebagai bahan baku pulp-dissolving grade.



Gambar 4.3 Nilai derajat cerah dan viskositas pada tiap tahap pemutihan TCF (O-Psa-Ep) pulp pelepas nipah.

4.5 Hasil Uji Kualitas Dissolving Pulp

Tabel 4.3 adalah hasil analisa perubahan komposisi kimia pelepas dan pulp pada proses terbaik (150°C-3jam prehidrolisis dan 160°C-1,5jam pemasakan soda-SAQ dengan 20% AA). Kandungan pentosan yang sedikit (3,3%) setelah prehidrolisis menunjukkan banyak hemiselulosa yang dapat dipisahkan pada prehidrolisat sehingga berpotensi untuk dijadikan sebagai

bahan baku pembuatan bahan kimia lain seperti furfural. Lignin yang terdapat dalam lindi hitam hasil pemasakan juga dapat diisolasi misalnya dengan metode presipitasi dengan CO₂ (proses lignoboost) (Tomani, 2010). Kadar abu yang terdapat pada setelah pemutihan TCF sebesar 0,2%, menunjukkan potensi pulp ini untuk digunakan sebagai bahan baku pulp-dissolving grade dan turunan selulosa lainnya seperti karboksimetil selulosa (Batalha dkk., 2012; Barba dkk., 2002).

Tabel 4.3 Perubahan komposisi pelepah dan pulp nipah setelah prehidrolisis, pemasakan soda-SAQ, dan pemutihan TCF .

Komponen	Rendemen (%)	α -selulosa (%)	Pentos an (%)	Acid-insol. lignin (%)	Abu (%)
Pelepah	-	37,3	24,0	17,5	16,5
Pulp sebelum pemutihan	36,5	84,1	3,3	1,5	1,0
Pulp setelah pemutihan TCF	28,0	94,8	1,0	-	0,2

BAB V PENUTUP

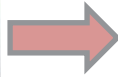
Pembuatan dissolving pulp dari peepah nipah telah dilakukan. Hasil menunjukkan bahwa proses prehidrolisis, pemasakan soda-SAQ, dan pemutihan dengan 3-tahap TCF (O-oksigen, Psa-peroxymonosulfuric acid, dan Ep-alkaline hidrogen peroksida) dapat menghasilkan dissolving pulp dari pelepah nipah. Proses soda-SAQ terpilih menunjukkan kelebihan dibandingkan dengan proses kraft dilihat dari penurunan bilangan kappa pada konsentrasi aktif alkali yang sama dan konsentrasi aktif alkali yang lebih rendah untuk menghasilkan rendemen (yield) yang sama. Proses Soda-SAQ meningkatkan yield dan menurunkan bilangan kappa pulp yang dihasilkan oleh proses soda saja. Hasil uji kualitas pulp akhir menunjukkan derajat cerah 92.2% (ISO), 94.8% α -selulosa, viskositas 7.9 cP, dan kadar abu 0.2% sehingga bisa dipakai untuk produk pulp-dissolving grade seperti rayon viskosa dan turunan selulosa lainnya.

LAMPIRAN (DOKUMENTASI)

PERSIAPAN BAHAN BAKU PELEPAH NIPAH



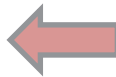
Pelepah nipah



Pelepah nipah yang sudah dikelupas kulitnya



Chips Pelepah nipah

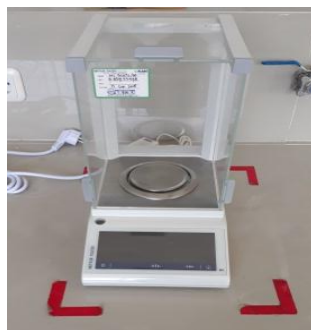


Pelepah nipah yang sudah dikelupas kulitnya

PERSIAPAN PERALATAN



Oven



Neraca analitik



Furnace



Hotplate



Autoclave



pH meter



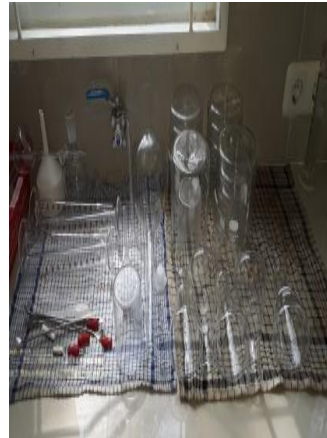
Disintegrator



Water bath



Alat prehidrolisis dan pemasakan



Peralatan gelas

HASIL PREHIDROLISIS DAN PEMASAKAN



Pulp hasil prehidrolisis



Prehidrolisat



Pulp hasil pemasakan



Black liquor

HASIL PEMUTIHAN TCF



Pulp setelah tahap O



Pulp setelah tahap Psa



Pulp setelah tahap Ep



Brightness meter

DAFTAR PUSTAKA

- Andrade, M.F., Colodette, J.L., 2014. Dissolving pulp production from sugar cane bagasse. *Ind. Crops Prod.* 52, 7664–7668. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.09.041>.
- Akgül, M., Tozluolu, A., 2009. A comparison of soda and soda-AQ pulps from cotton stalks. *African J. Biotechnol.* 8 (22), 6127–6133.
- Akpakpan, A.E., Akpabio, U.D., Obot, I.B., 2012. Evaluation of physicochemical properties and soda pulping of *Nypa fruticans* frond and petiole. *Elixir Appl. Chem.* 45, 7664–7668. <https://doi.org/10.5897/AJB09.301>.
- Barba, C., Montané, D., Rinaudo, M., Farriol, X., 2002. Synthesis and characterization of carboxymethylcelluloses (CMC) from non-wood fibers I. Accessibility of cellulose fibers and CMC synthesis. *Cellulose* 9, 319–326. <https://doi.org/10.1023/A:1021184509189>.
- Batalha, R., Colodette, L.A., Gomide, J.L., Barbosa, J.L., Maltha, L.C.A., Borges, C.R.A., Gomes, F.J., 2012. Dissolving pulp production from bamboo. *BioRes.* 7 (1), 640–651. doi:10.15376/BIORES.7.1.0640-0651.
- Chen, C., Duan, C., Li, J., Liu, Y., Ma, X., Zheng, L., Stavik, J., Ni, Y., 2016. Cellulose (dissolving pulp) manufacturing processes and properties: A mini-review. *Bioresour.* 11, 5553–5564. doi: 10.15376/biores.11.2.Chen.

- Dewi, I.A., Ihwah, A., Wijana, S., 2019. Optimization on pulp delignification from nypa palm (*Nypa fruticans*) petioles fibre of chemical and microbiological methods. IOP Conf. Ser: Earth Environ. Sci. 187, 012019. doi :10.1088/1755-1315/187/1/012019.
- Hakimien, A.K., Alshareef, I., Ho, W.K., Soh, A.C., 2016. Potential of nypa palm as a complementary biomass crop to oil palm in Malaysia. Acta Hortic. 1128, 285–290. doi: 10.17660/ActaHortic.2016.1128.43.
- Hammett, A.L, Youngs, R.L., Sun, X., Chandra, M., 2001. Non wood fiber as an alternative in China's pulp and paper industry. Holzforschung 55 (2), 219–224. doi: 10.1515/HF.2001.036.
- Harsono, H., Putra, A.S., Maryana, R., Rizaluddin, A.T., H'ng, Y.Y., Nakagawa-izumi, A., 2015. Preparation of dissolving pulp from oil palm empty fruit bunch by prehydrolysis soda-anthraquinone cooking method. J. Wood Sci. 62, 65–73. <https://doi.org/10.1007/s10086-015-1526-3>.
- Jahan, M.S., Mun, S.P., 2004. Effect of tree age on the soda anthraquinone pulping of Nalita wood (*Trema orientalis*). Korean J. Ind. Eng. Chem. 10 (5), 766–771. <https://doi.org/10.1007/s00226-005-0291-7>.
- Jahan, M.S., Nasima, D.A., Chowdhury, M., Islam, K., 2006. Characterization and evaluation of golpata fronds as pulping raw materials. Bioresour. Technol. 97 (3), 401–406. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.04.003>.

- Jahan, M.S., Gunter, B.G., Rahman, A.F.M.A., 2009. Substituting wood with non-wood fibers in papermaking: A win-win solution for Bangladesh. BDRWPS No. 4. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1322292>.
- Jahan, M.S., Rahman, M., Rahman, M.M., 2012. Characterization and evaluation of okra fibre (*Abelmoschus esculentus*) as a pulping material. J. Sci. Technol. Forest Prod. Proc. 2 (5), 12–17.
- Jahan, M.S., Haris, F., Rahman, M.M., Samaddar, P.R., Sutradhar, S., 2016. Potassium hydroxide pulping of rice straw in biorefinery initiatives. Bioresour. Technol. 219, 445–450. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.08.008>.
- Jahan, M.S., Haque, M., Arafat, K.M.Y., Jin, Y., Chen, H., 2020. Effect of prehydrolysis on pulping and bleaching of *Acacia auriculiformis* A. Cunn. ex Benth. Biomass Conv. Bioref. <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00709-x>.
- Kruse, K., Frühwald, A., 2001. Properties of nipa and coconut fibers and production and properties of particle and MDF-boards made from nipa and coconut, in: Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Nr 04, Hamburg. Marchione, Victor, 2011.
- Kumar Das, A., Nakagawa-izumi, A., Ohi, H., 2016. Quality evaluation of dissolving pulp fabricated from banana plant stem and its potential for biorefinery. Carbohydr. Polym. 147, 133–138. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.03.103>.

- Kumar, H., Christopher, L.P., 2017. Recent trends and developments in dissolving pulp production and application. *Cellulose* 24, 2347–2365. <https://doi.org/10.1007/s10570-017-1285-y>.
- Kuwabara, E., Koshitsuka, T., Kajiyama, M., Ohi, H., 2011. Impact of filtrate from bleached pulp treated with peroxy-monosulfuric acid for effective removal of hexenuronic acid. *Japan TAPPI J.* 65 (10), 97–101. doi: 10.2524/jtappij.65.1071.
- Liu, Z., Wang, H., Hui, L., 2018. Pulping and papermaking of non-wood fibers, pulp and paper processing. Salim Newaz Kazi, IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/62223> (accessed 14 September 2021). doi: 10.5772/intechopen.79017.
- Mansouri, S., Khiari, R., Bendouissa, N., Saadallah, S., Mhenni, F., Mauret, E., 2012. Chemical composition and pulp characterization of Tunisian vine stems. *Ind. Crops Prod.* 36 (1), 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.07.036>.
- Maryana, R., Nakagawa-izumi, A., Kajiyama, M., Ohi, H., 2017. Environment-friendly non-sulfur cooking and totally chlorine free bleaching for preparation of sugarcane bagasse cellulose. *J. Fiber Sci. Technol.* 73 (8), 182–191. <https://doi.org/10.2115/fiberst.2017-0025>.
- Ping, L., Brosse, N., Sannigrahi, P., Ragauskas, A., 2017. Evaluation of grape stalks as a bioresource. *Ind. Crops Prod.* 33, 200–204. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.10.009>.
- Putra, A.S., Nakagawa-izumi, A., Ohi, H., 2018. Biorefinery of oil palm empty fruit bunch by nitric acid prehydrolysis soda cooking.

- Production of furfural and dissolving pulp. 72 (6), 641–649. <https://doi.org/10.2524/jtappij.1701>.
- Rahman, M.M., Islam, T., Nayeem, J., Jahan, M., 2014. Variation of chemical and morphological properties of different parts of banana plant (*Musa paradisiaca*) and their effects on pulping. *Intl. J. Lignocell. Prod.* 1 (2), 93–103. doi: 10.22069/IJLP.2014.2065.
- Rizaluddin, A.T., Liu, Q., Panggabean, P.R., Ohi, H., Nakamata, K., 2015. Application of peroxymonosulfuric acid as a modification of the totally chlorine-free bleaching of acacia wood prehydrolysis-kraft pulp. *J. Wood Sci.* 61, 292–298. <https://doi.org/10.1007/s10086-015-1465-z>.
- Shakhes, J., Zeinaly, F., Marandi, M., Saghaf, T., 2011. The effect of processing variables on the soda and soda-AQ pulping of kenaf basf fiber. *Bioresour.* 6 (4), 4626–4639.
- Salaghi, A., Putra, A.S., Rizaluddin, A.T., Kajiyama, M., Ohi, H., 2019. Totally chlorine-free bleaching of prehydrolysis soda pulp from plantation hardwoods consisting of various lignin structures. *J. Wood Sci.* 65, 10. <https://doi.org/10.1186/s10086-019-1785-5>.
- Salehi, K., Kordsachia, O., Patt, R., 2014. Comparison of MEA/AQ, soda and soda/AQ pulping of wheat and rye Straw. *Ind. Crops Prod.* 52, 603–610. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.11.014>.
- Sarkar, M., Sutradhar, S., Sarwar, A.G., Uddin, M.N., Chanda, S.C., Jahan, M.S., 2017. Variation of chemical characteristics and pulpability of

- dhaincha (*Sesbania bispinosa*) on location. *J. Bioresour. Bioprod.* 2 (1), 24–29. doi: 10.21967/jbb.v2i1.128.
- Sarkar, A.M., Farzana, M., Rahman, M.M., Jin, Y., Jahan, S., 2021. Future cellulose based industries in Bangladesh – A mini review. *Cellulose Chem. Technol.* 55 (5–6), 443–459. doi: 10.35812/CelluloseChemTechnol.2021.55.41.
- Sixta, H., 2006. Pre-hydrolysis, in: Sixta, H. (Ed.), *Handbook of Pulp*. Wiley-VchVerlag Gmbh and Co. Kгаа, Weinheim, pp 325–345.
- Sharma, A.K., Dutt, D., Upadhyaya, J.S., Roy, T.K., 2014. Anatomical, morphological, and chemical characterization of bambusa tulda, dendrocalamus hamiltoni, bambusa balcoa, malocana baccifera, bambusa arundinacea and eucalyptus tereticornis. *Bioresour.* 6 (4), 5062–5073. doi: 10.15376/biores.6.4.5062-5073.
- Sugesty, S., Kardiansyah, T., Hardiani, H., 2015. Bamboo as raw materials for dissolving pulp with environmental friendly technology for rayon fiber. *Proc. Chem.* 17, 194–199. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.12.122>.
- Tamunaidu, P., Matsui, N., Okimori, Y., Saka, S., 2013. Nipa (*Nypa fruticans*) sap as a potential feedstock for ethanol production. *Biomass Energ.* 52, 96–102. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.03.005>.
- Tamunaidu, P., Saka, S., 2011. Chemical characterization of various parts of nipa palm (*Nypa fruticans*). *Ind. Crops Prod.* 34 (3), 1423–1428. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.04.020>.

- Tomani, P., 2010. The lignoboost process. *Cellulose Chem. Technol.* 44 (1–3), 53–58.
- Tutus, Eroğlu, 2003. A practical solution to the silica problem in straw pulping. *Appita J.* 56 (2), 111–115.
- Uhl, N.W., Dransfield, J., 1987. *General Palmarum. A classification of palms based on the work of Harold E. Moore, Jr.* Allen Press, Lawrence, Kansas, USA.
- Utami, S.P., Tanifuji, K., Putra, A.S., Nakagawa-Izumi, A., Ohi, H., Evelyn, E., 2021. Effects of soluble anthraquinone application on prehydrolysis soda cooking of *Acacia crassicarpa* wood. *Japan TAPPI J.* 75 (4), 373–379. doi: 10.2524/jtappij.75.373.
- Wankasi, D., Horsfall, M.J., Spiff, A.I., 2005. Desorption of Pb²⁺ and Cu²⁺ from nipa palm (*Nypa fruticans* wurmb) biomass. *Afr. J. Biotechnol.* 4 (9), 923–927. DOI: 10.4314/ajb.v4i9.71230.
- Wanrosli, W.D., Zainuddin, Z., Law, K.N., Asro, R., 2007. Pulp from oil palm fronds by chemical processes. *Ind. Crops Prod.* 25 (1), 89–94. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2006.07.005>.

BIOGRAFI PENULIS



Dr. Evelyn, ST, MSc, MEng, PhD lulus S3 dari Department of Chemical and Materials, University of Auckland, New Zealand, pada Tahun 2016. Doctor of Philosophy ini diperolehnya pada bidang keahlian Teknik Kimia. Saat ini merupakan dosen Teknik Kimia di Universitas Riau dengan alamat email evelyn@eng.unri.ac.id. Research interest meliputi Pulp and Paper, Food Processing Engineering, Microbial Fuel Cells, dan Environmental Biotechnology.

ISBN 978-623-255-129-9



9 786232 551299