

# PENGARUH PENCAMPURAN BAHAN BAKU *ACACIA CRASSICARPA*, *ACACIA MANGIUM* DAN *EUCALYPTUS* TERHADAP KUALITAS PULP

Putra Novianto

Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Paper, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi dan Sains Bandung

e-mail : [putranovianto17@gmail.com](mailto:putranovianto17@gmail.com)

## ABSTRAK

Penelitian dengan judul “Pengaruh Pencampuran Bahan Baku *Acacia Crassicarpa* (AC), *Acacia Mangium* (AM) dan *Eucalyptus* (ECA) Terhadap Kualitas Pulp” bertujuan untuk mengetahui kualitas pulp yang dihasilkan dengan mencampurkan beberapa bahan baku dengan menggunakan metode *kraft pulping*. Parameter yang digunakan yaitu *kappa number*, viskositas, *total solid*, *yield*, *brightness*, *Residual Effective Alkali* (REA) dan *reject*. Rasio pencampuran bahan baku yang digunakan yaitu dengan pencampuran 2 bahan baku dan 3 bahan baku. Untuk pencampuran 2 bahan baku dilakukan dengan rasio ( 50:50; 60:40; 70:30; 80:20)%. Sedangkan untuk pencampuran 3 bahan baku menggunakan variasi (70:20:10)%. Dengan adanya rasio pencampuran bahan baku dalam pembuatan pulp dapat mengetahui rasio campuran optimal yang dapat dilakukan antara ketiga bahan baku tersebut maupun kedua bahan baku yang digunakan. Dari semua variasi yang dilakukan didapatkan hasil optimal yaitu pada rasio AC 70%:AM 20%: ECA 10% yang telah memenuhi standar parameter yang ditentukan, dengan nilai *kappa number* 20,65, viskositas 1139,19 cm<sup>3</sup>/g, *yield* 53,34%, *total solid* 16,59%, REA 9,95 g/l as Na<sub>2</sub>O, *reject* 0,297 %, dan *brightness* 33,53 % ISO.

Kata Kunci : pulp, parameter, bahan baku, *acacia mangium*, *acacia crasicarpa*, *eucalyptus*

## ABSTRACT

The study entitled "The Effect of Mixing of Raw Materials *Acacia Crassicarpa* (AC), *Acacia Mangium* (AM) and *Eucalyptus* (ECA) On Pulp Quality" aims to determine the quality of the pulp produced by mixing several raw materials using the *kraft pulping* method. The parameters used are *kappa number*, viscosity, *total solid*, *yield*, *brightness*, *Residual Effective Alkali* (REA) and *reject*. The mixing ratio of raw materials used is by mixing 2 raw materials and 3 raw materials. For mixing 2 raw materials, the ratio is (50:50; 60:40; 70:30; 80:20)%. As for mixing 3 raw materials using variations (70:20:10)%. With the mixing ratio of raw materials in the manufacture of pulp can find out the optimal mixture ratio that can be done between the three raw materials and both raw materials used. From all variations, optimal results were obtained, namely the AC ratio of 70%: AM 20%: ECA 10% which had met the specified parameters, with a *kappa number* 20.65, viscosity 1139.19 cm<sup>3</sup> / g, *yield* 53.34 %, *total solid* 16.59%, REA 9,95 g/l as Na<sub>2</sub>O, *reject* 0.297%, and *brightness* 33.53% ISO.

Keyword : pulp, parameters, raw materials, *acacia mangium*, *acacia crasicarpa*, *eucalyptus*

## PENDAHULUAN

Perkembangan industri pulp dan kertas di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun, namun belum dapat memenuhi semua kebutuhan dalam negeri dan permintaan ekspor yang terus mengalami peningkatan. Industri pulp dan kertas dalam negeri diperkirakan akan terus tumbuh pada tahun ini. Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia (APKI) memproyeksikan industri ini tumbuh 5% pada 2019. Apalagi, peluang pasar masih terbuka dan kapasitas produksi pulp dan kertas meningkat karena ada perluasan. (Annisa Sulisty Rini, 2019)

Untuk itu perlu adanya peningkatan yang diperlukan seperti teknologi dan bahan baku yang cukup dan memadai untuk kebutuhan ekspor dan impor. Kebutuhan bahan baku yang digunakan di Indonesia umumnya menggunakan jenis kayu *hardwood* yang telah dipersiapkan di area Hutan Tanaman Industri.

Tanaman kayu yang sering digunakan untuk pembuatan pulp berasal dari hutan tanaman industri (HTI) yang merupakan tanaman khusus sebagai bahan

baku pulp dan kertas. Tanaman yang dikembangkan HTI di Indonesia berjenis daun lebar (*hardwood*). Beberapa kayu yang di budidayakan diantaranya *Acacia crassicarpa*, *Acacia Mangium* dan *Eucalyptus*. Ketiga kayu inilah yang menjadi prioritas sebagai bahan baku utama pulp dan kertas yang ada di Indonesia. Tanaman ini tumbuh baik pada tanah yang subur, tanah yang mengalami erosi dan tanah bekas perladangan, dan juga tanaman ini sangat baik untuk memberantas alang-alang karena cepat menutupi tanah. Penentuan jenis kayu yang akan dibudidayakan merupakan langkah awal yang penting karena akan berpengaruh besar terhadap segi teknis dan ekonomis dalam pengelolaan unit HTI untuk jangka waktu panjang.

Pada tempat yang baik, *Acacia mangium* dapat mencapai tinggi 30 m dengan diameter sampai 90 cm serta batang bebas cabang 10 – 15 m. Rotasi tebang pohon ini mencapai 10 – 20 tahun dengan riap 45 m<sup>3</sup>/ha/tahun. Sedangkan pada lahan yang terganggu, bekas perladangan, bekas terbakar, lereng yang terjal, tanaman ini tumbuh baik dan mampu memproduksi kayu 20 m<sup>3</sup>/ha/tahun. (Sindusuwarno dan Utomo,

1981). Sedangkan untuk *Acacia crassicarpa* produksi rata-rata pertahunnya mencapai 27 m<sup>3</sup>/ha/tahun. Untuk spesies *Eucalyptus* yang ada di Indonesia diantaranya adalah *Eucalyptus deglupta* dengan riap 25-40 m<sup>3</sup>/ha/tahun, *Acacia crassicarpa* dengan riap 20-30 m<sup>3</sup>/ha/tahun dan *Eucalyptus grandis* dengan riap 25 m<sup>3</sup>/ha/tahun. Pulp *Acacia mangium* memiliki kualitas yang cukup baik. Potensi yang dimiliki oleh *Acacia mangium* memang cukup besar, tetapi terdapat masalah pada proses pembuatan pulpanya karena tingginya kandungan ekstraktif. Kandungan ekstraktif yang tinggi akan membuat kualitas pulp putih menjadi rendah, karena timbulnya noda (*dirt*), sehingga dapat mempengaruhi derajat cerah pulp. (Susi Sugesty dkk, 2015).

Pada salah satu penelitian pencampuran bahan baku *Pinus pinaster* dan *Populus tremula* oleh Gulsoy dan Tufek tahun 2013, di dapatkan hasil yaitu dengan nilai *kappa number*, viskositas, dan *reject* yang tinggi apabila rasio *chip* dari pinus lebih besar. Sehingga menyebabkan nilai *screen yield* menjadi rendah. Jika rasio dari populus lebih besar menjadikan pulp akan lebih mudah di lakukan penguraian atau *beating*. Sementara itu, rasio pinus yang lebih besar juga meningkatkan *strength properties* namun menurunkan *brightness* dan *smoothness*. Faktor yang mempengaruhi kualitas pulp yaitu jenis serat. Oleh karena itu, sifat-sifat pulp yang diproduksi tergantung daripada jenis tumbuhan itu sendiri.

Di PT OKI Pulp and Paper kayu yang digunakan sebagai bahan baku pulp yaitu *Acacia crassicarpa*, *Acacia Mangium* dan *Eucalyptus*. Dari ketiga bahan baku ini terkadang *supply* dari HTI tidak tentu, terkadang stok kayu *Acacia crassicarpa* banyak, *Acacia mangium* cukup sedikit dan juga *Eucalyptus*, dari ketiga bahan baku ini tentunya harus digunakan sebagai bahan baku untuk pemasakan, sehingga perlu adanya pencampuran dari ketiga bahan tersebut supaya persediaan *chip* ketiga bahan baku dapat digunakan dengan maksimal. Dari ketiga jenis kayu tersebut tentu memiliki perbedaan dan karakteristik masing-masing sehingga perlu adanya penelitian dengan judul "Pengaruh Pencampuran Bahan Baku *Acacia Crassicarpa*, *Acacia Mangium* Dan *Eucalyptus* Terhadap Kualitas Pulp" yang dapat menjadikan ketiga bahan baku tersebut dapat dilakukan pencampuran atau *mixing* yang optimal dalam proses pemasakan pulp.

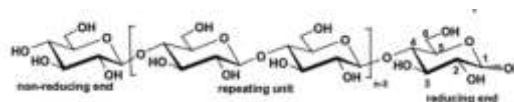
## TINJAUAN PUSTAKA

### a. Selulosa

Selulosa merupakan konstituen utama kayu kira-kira 50-70% bahan kering dalam kebanyakan spesies kayu adalah selulosa, terutama terdapat dalam dinding sel sekunder. Selulosa merupakan homopolisakarida yang tersusun atas unit-unit β-D Glukopiranososa yang terikat satu sama lain dengan ikatan-ikatan glikosida.

Molekul-molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan mempunyai kecenderungan kuat membentuk ikatan-ikatan hidrogen intra dan intermolekul. Jadi, berkas-berkas molekul selulosa membentuk agregat bersama-sama dalam bentuk mikrofibril, pada tempat-tempat yang sangat teratur

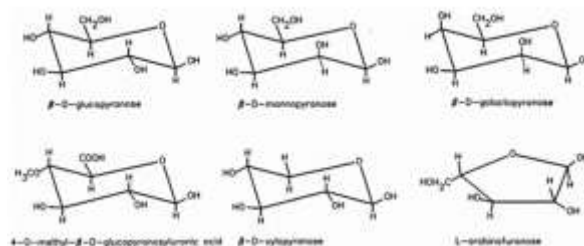
(kristalin) diselingi dengan tempat-tempat yang kurang teratur (amorf). Mikrofibril membentuk fibril-fibril dan akhirnya serat-serat selulosa. Sebagai akibat dari struktur yang berserat dan ikatan-ikatan hidrogen yang kuat, selulosa mempunyai kekuatan tarik yang tinggi dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut.



Gambar 1 Struktur Selulosa  
Sumber: Herbet Sixta (2006)

### b. Hemiselulosa

Hemiselulosa termasuk dalam kelompok polisakarida heterogen yang dibentuk melalui jalan biosintesis yang berbeda dari selulosa. Hemiselulosa merupakan heteropolisakarida, hemiselulosa berfungsi sebagai bahan pendukung dalam dinding-dinding sel. Berbeda dengan selulosa yang mana polimernya dibentuk hanya dengan glukosa, hemiselulosa dibentuk dari berbagai gula seperti glukosa, mannosa, galaktosa, xylose dan arabinosa. Tergantung pada spesies tanaman, gula ini bersama asam uronat membentuk berbagai struktur polimer, beberapa ada yang berasosiasi dengan bagian selulosa, sementara yang lain lebih erat berasosiasi dengan lignin.



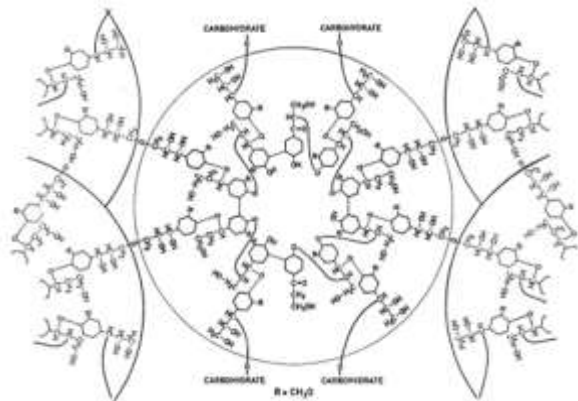
Gambar 2 Struktur Hemiselulosa  
Sumber: Pratima Bajpai (2018)

Ada berbagai jenis hemiselulosa spesies kayu yang berbeda memiliki hemiselulosa dengan komposisi yang berbeda. *Hard wood* lebih banyak memiliki xylan, *soft wood* lebih banyak memiliki glukosa. Tipe selulosa juga bervariasi tergantung letak hemiselulosa dan struktur kayu. Rantai hemiselulosa lebih pendek dari rantai selulosa. Hemiselulosa memiliki derajat polimerisasi lebih kecil yaitu 300. Hemiselulosa adalah polimer bercabang, atau tidak linear. Selama pembuatan pulp, hemiselulosa bereaksi lebih cepat dibandingkan selulosa.

### c. Lignin

Dalam kebanyakan penggunaan kayu, lignin digunakan sebagai bagian penting kayu. Hanya dalam pembuatan pulp dan pengelantangan lignin dilepaskan dari kayu dalam bentuk terdegradasi dalam *black liquor*. Istilah holoselulosa digunakan untuk menggambarkan kandungan karbohidrat total serat. Selain bahan-bahan tanaman kayu, holoselulosa mengandung substansi amorf yang sangat terpolimerisasi yang disebut lignin. Peran utamanya adalah untuk membentuk lamella tengah, bahan antar sel yang menyatukan serat. Sebagian lignin juga terkandung dalam potongan

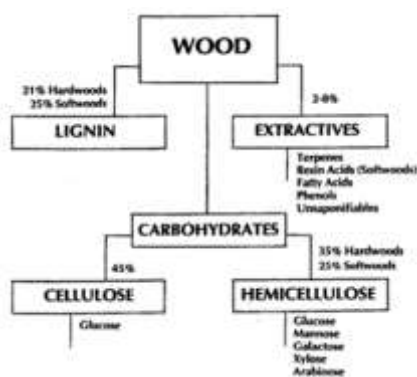
melintang serat yang tersisa. Kimia lignin sangat kompleks. Struktur terutama terdiri dari unit-unit fenil propana yang dihubungkan bersama dalam tiga dimensi. Tiga hubungan antara rantai samping propana dan cincin benzena terputus selama pembuatan pulp kimia untuk memisahkan serat selulosa.



Gambar 3 Gambaran Lignin yang Mengikat Selulosa  
Sumber: Gary A Smook (2002)

**d. Zat Ekstraktif**

Selain holoselulosa dan lignin, sejumlah zat yang beragam terdapat dalam serat asli, tergantung pada sumber tanaman, misalnya resin, asam lemak, terpenin dan alkohol. Sebagian besar zat ini larut dalam air atau pelarut organik netral, dan secara kolektif disebut ekstraktif. Komposisi kimia kayu diilustrasikan dalam gambar di bawah ini. Tujuan pemasakan secara kraft adalah pemisahan serat dari serpih kayu secara kimia dan melarutkan lignin semaksimal mungkin yang terdapat pada dinding serat. Jika hanya sedikit ekstraktif yang dapat diekstraksi, maka hal ini akan dapat menyebabkan masalah pitch dalam pembuatan pulp dan kertas. Pitch ini dapat menyebabkan endapan yang dapat lengket pada peralatan, seperti pada penyaring dan lembaran pembuatan kertas.



Gambar 4 Komponen Kimia  
Sumber: Gary A Smook (2002)

**e. Acacia Sp**

Jenis tanaman *acacia* yaitu *A. mangium Willd* dan *A. crassicarpa A. Cunn.* Jenis ini dikembangkan sebagai tanaman pokok pada HTI, karena memenuhi persyaratan sebagai bahan baku kayu untuk industri pulp dan kertas, karena telah dikuasainya Teknik budidayanya. Pulau Sumatera sebagian wilayahnya terdiri atas lahan gambut, sehingga konsesi

pengembangan HTI meliputi area lahan gambut. *A. Crassicarpa* dapat beradaptasi pada lahan gambut, sehingga terpilih sebagai tanaman HTI untuk lahan gambut, sedangkan *A. Mangium* hanya dapat dikembangkan pada lahan mineral. (Suhartati, dkk. 2014)

Tabel 1 Komponen Kimia Kayu Kayu *Acacia crassicarpa* dan *Acacia Mangium*

Sifat Kimia Kayu	<i>Acacia crassicarpa</i>	<i>Acacia mangium</i>
Lignin (%)	26,00	27,07
Selulosa Alfa (%)	48,52	51,81
Kelarutan Air Dingin (%)	0,85	3,31
Kelarutan Air Panas (%)	2,61	5,19
Kelarutan NaOH 1% (%)	15,68	14,46
Kadar Abu (%)	0,55	0,84
Ekstraktif (%)	1,96	-

Sumber: Haroen, dkk (1997)

Tabel 2 Morfologi Serat Kayu *Acacia crassicarpa* dan *Acacia Mangium*

Sifat Fisik dan Morfologi	<i>Acacia crassicarpa</i>	<i>Acacia mangium</i>
Panjang Serat (mm)	1,34	1,40
Diameter Serat (μ)	35,68	18,36
<i>Rungkle Ratio</i>	0,14	0,38
<i>Felting Ratio</i>	38,01	50,51
<i>Fleksibility Ratio</i>	0,88	0,72
<i>Coef. Rigidity</i>	0,06	0,14

Sumber: Suhartati, dkk (2014)

Massa jenis pada tanaman atau kayu dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti umur tanaman , sifat genetik selnya (a) tebal dinding serat, (b) ukuran serat dan (c) jumlah serta tipe sel dari (a) dan (b). Tebal dinding dan sel pembuluh (*vessels*), merupakan factor paling dominan yang dapat mempengaruhi massa jenis kayu, terutama pada kelompok *Angiospermae* jenis kayu daun lebar (*hardwood*). Massa jenis *hardwood* sangat berpengaruh terhadap kualitas serpih yang dihasilkan dan kebutuhan energi pada saat penyerpihan. Semakin tinggi massa jenisnya maka kualitas keseragaman serpih akan berkurang dan energi yang digunakan lebih tinggi. (Kellomaki, 1998)

Perbedaan massa jenis pada kayu atau serpih menyebabkan bahan kimia pemasak yang diperlukan lebih tinggi, kemudian memperlambat penetrasi zat kimia ke dalam serpih dan menambah waktu pemasakan. Sehingga ada beberapa cara dan strategi para industriawan dan praktisi untuk menanggulangi masalah masa jenis tersebut, yaitu dilakukan proses perlakuan awal (pre-treatment) secara mekanis terhadap serpih sebelum dilakukan pemasakan. (Wawan K, 2006). Kerapatan kayu (*densitas*) pada kayu *Acacia* berkisar 0,55 gr/cm<sup>3</sup>-0,70 gr/cm<sup>3</sup> tergantung umur kayu dan komposisi kimia dr kayu tersebut. Komponen kimia seperti ekstraktif dan lignin di dalam kayu diperkirakan akan menambah kenaikan massa jenis kayu. (Cassey, 1980)

**f. Eucalyptus Sp**

Tanaman *Eucalyptus spp.* merupakan family dari *Myrtaceae*, marga *Eucalyptus* dengan jenis

*Eucalyptus* spp. Keluarga *Myrtaceae* terdiri dari 500 jeni, 138 varietas dan merupakan tumbuhan endemic di Australia dan kepulauan sebelah utara, Irian dan Philipina. Nama *Eucalyptus Urophylla* diberi oleh Dr. Blake. Nama *Urophylla* berasal dari bahasa Yunani yaitu *auro* yang berarti ekor dan *phylla* berarti daun. (Purba, 1999). Hampir semua jenis *Eucalyptus sp* dapat beradaptasi pada berbagai iklim. Bahkan tumbuhan ini pun dapat bertahan di lingkungan yang kering dan dapat beradaptasi pada habitat hutan dataran rendah. *Eucalyptus* ini juga dapat tumbuh pada lingkungan tanah yang dangkal, rawa-rawa, lahan gambut. Yang secara periodik digenangi air dengan variasi kesuburan tanah mulai dari tanah gersang sampai tanah yang baik dan subur. (Osloria Sihite, 2008)

Tabel 3 Komponen Kimia Kayu *Eucalyptus*

Sifat Kimia Kayu	<i>Eucalyptus Hybrid</i>
Lignin (%)	24,03
Selulosa Alfa (%)	50,84
Kelarutan Air Dingin (%)	-
Kelarutan Air Panas (%)	1,45
Kelarutan NaOH 1% (%)	2,19
Kadar Abu (%)	21,33
Ekstraktif (%)	0,39

Sumber: Han Roliadi, dkk (2010)

Tabel 4 Morfologi Serat Kayu *Eucalyptus*

Sifat Fisik dan Morfologi	<i>Eucalyptus Hybrid</i>
Panjang Serat (mm)	1,26
Diameter Serat ( $\mu$ )	25,69
<i>Rungkle Ratio</i>	0,17
<i>Felting Ratio</i>	46,40
<i>Fleksibility Ratio</i>	0,82
<i>Coef. Rigidity</i>	0,0872

Sumber: Han Roliadi, dkk (2010)

*Bulk density* adalah parameter sederhana dan langsung, karena banyak digunakan oleh industri pulp, hal tersebut berkaitan dengan massa jenis tumpukan serpihan dan massa jenis dasar kayu. Nilai-nilai dasar dan *bulk density* yang diperoleh untuk *eucalyptus* dan pinus konsisten dengan yang ditemukan dalam literatur. Berbagai klon komersial *eucalyptus* yang berbeda ditemukan *basic density* dalam kisaran  $0,46 \text{ gr/cm}^3 - 0,51 \text{ gr/cm}^3$ . (Gomide, et.al, 2005)

Dalam penelitian Ignatius K.A menyatakan rata-rata *basic density* yang serupa untuk *E. grandis* dan *E. urophylla* dilaporkan juga oleh Couto et al. (2013) yakni berturut-turut sebesar  $0.48 \text{ gr/cm}^3$  dan  $0.52 \text{ gr/cm}^3$  yang merupakan rata-rata dari tegakan klon berumur 42 dan 54 bulan yang ditanam di hutan tanaman di Minas Gerasi Brazil. Sedangkan rata-rata *basic density* yang relatif lebih besar dilaporkan oleh da Silva Poubel et al. (2011) sebesar  $0.57 \text{ gr/cm}^3$  pada *E. pellita* berumur 15 tahun yang ditanam di Rio de Janiero, Brazil.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan percobaan menggunakan digester mini skala laboratorium dengan

jenis *rotary digester* berjumlah 4 vessel, masing-masing vessel mempunyai kapasitas maksimal 150 gr OD. Pemasakan ini dilakukan dengan metode kraft pulping. *Alkali Aktive charge* yang ditambahkan yaitu 18%, rasio larutan pemasak 4/1 dengan perlakuan pemasakan selama 90 menit + 180 menit.

Bahan baku chip berasal dari *woodhandling plant* di PT OKI Pulp and Paper. Penelitian ini menggunakan 3 bahan baku yang berbeda, ketiga jenis bahan baku tersebut yaitu *Acacia crasscarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus*. Dari ketiga bahan baku tersebut akan dilakukan pencampuran agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan parameter target yang telah ditentukan. Parameter-parameter yang diukur untuk pulp coklat yaitu *kappa number*, viskositas, *yield*, *total solid black liquor*, *residual alkali*, *brightness* dan *reject*. Standar pabrik yang ditentukan untuk *kappa number* yaitu 20-23, viskositas  $>1100 \text{ cm}^3/\text{gr}$ , *yield* 50-60%, *TS* 15-17, *REA* 6-10 g/l as  $\text{Na}_2\text{O}$ , *reject*  $<1\%$  dan *brightness*  $>28\%$  ISO.

Alat dan bahan yang digunakan antara lain : *mini digester*, *screen*, gelas beker, gelas ukur, *dehydrator*, *oven*, timbangan, cawan, pipet, labu ukur, *mess* ukuran 35&80, viskometer oswald, *agitator*, *white liquor* dan air demin.

## Variasi Penelitian

Tabel 5 Variasi Pertama/Blank

Bahan Baku	Rasio			
	1	2	3	4
<i>Acacia crasscarpa</i>	100%	0%	0%	0%
<i>Acacia mangium</i>	0%	100%	0%	0%
<i>Eucalyptus</i>	0%	0%	100%	0%

Tabel 6 Variasi Kedua

Bahan Baku	Rasio			
	1	2	3	4
<i>Acacia crasscarpa</i>	50%	60%	70%	80%
<i>Acacia mangium</i>	50%	40%	30%	20%
<i>Eucalyptus</i>	0%	0%	0%	0%

Tabel 3 Variasi Ketiga

Bahan Baku	Rasio			
	1	2	3	4
<i>Acacia mangium</i>	50%	60%	70%	80%
<i>Eucalyptus</i>	50%	40%	30%	20%
<i>Acacia crasscarpa</i>	0%	0%	0%	0%

Tabel 4 Variasi Keempat

Bahan Baku	Rasio			
	1	2	3	4
<i>Acacia crasscarpa</i>	50%	60%	70%	80%
<i>Eucalyptus</i>	50%	40%	30%	20%
<i>Acacia mangium</i>	0%	0%	0%	0%

Tabel 5 Variasi Kelima

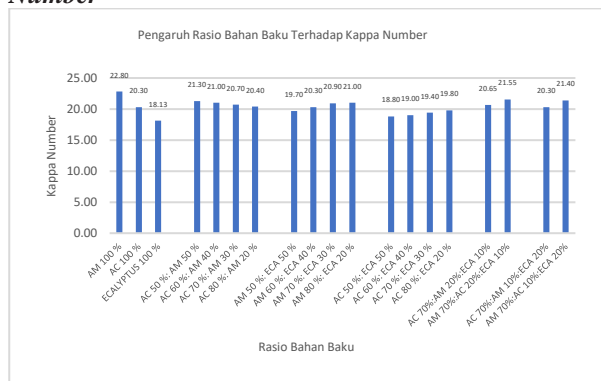
Bahan Baku	Rasio			
	1	2	3	4
<i>Acacia mangium</i>	70%	20%	0%	0%
<i>Acacia crasscarpa</i>	20%	70%	0%	0%
<i>Eucalyptus</i>	10%	10%	0%	0%

Tabel 6 Variasi Keenam

Bahan Baku	Rasio			
	1	2	3	4
<i>Acacia mangium</i>	70%	10%	0%	0%
<i>Acacia crasscarpa</i>	10%	70%	0%	0%
<i>Eucalyptus</i>	20%	20%	0%	0%

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Rasio Bahan Baku Terhadap *Kappa* Number



Gambar 5 Grafik Pengaruh Rasio Bahan Baku Terhadap *Kappa* Number

*Kappa number* merupakan pengujian kimia yang diperlakukan terhadap pulp untuk menentukan tingkat delignifikasi, kekuatan relatif dari pulp dan kesanggupan untuk diputihkan. *Kappa number* didefinisikan sebagai jumlah konsumsi permanganat dalam sampel pulp yang mengandung lignin yang belum bereaksi. Setelah beberapa waktu, permanganat bereaksi dengan pulp yang ditentukan dengan metode titrasi. *Kappa number* kemudian ditentukan dengan jumlah 0,1 N larutan  $\text{KMnO}_4$  yang dikonsumsi oleh 1 gr pulp dalam waktu 10 menit dengan suhu 25 °C. *Kappa number* ini sangat berguna untuk menentukan kadar lignin dalam pulp.

Untuk variasi 100% *Acacia mangium*, *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus* digunakan sebagai variasi pertama acuan blank untuk perbandingan nilai dengan variasi lainnya, didapatkan nilai *kappa number* yang paling tinggi yaitu *Acacia mangium* dan nilai terendah *Eucalyptus*. Pada variasi kedua yaitu *Acacia crassicaarpa* dan *Acacia mangium* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan hasil *kappa number* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 50:50 dengan nilai *kappa* 21,30. Pada variasi ketiga yaitu *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan hasil *kappa number* yang paling tinggi yaitu variasi 80:20 dengan nilai *kappa* 21,00. Pada variasi keempat yaitu *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan hasil *kappa number* yang paling tinggi yaitu variasi 80:20 dengan nilai *kappa* 19,80. Pada variasi kelima terdapat 3 bahan baku yang dilakukan pencampuran yaitu *Acacia crassicaarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 70:20:10 dan 20:70:10. Didapatkan hasil *kappa number* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 20:70:10 dengan nilai *kappa number* 21,55. Pada variasi keenam terdapat 3 bahan baku yang dilakukan pencampuran yaitu *Acacia crassicaarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 70:10:20 dan 10:70:20. Didapatkan hasil *kappa number* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 10:70:20 dengan nilai *kappa* 21,40.

### Pengaruh Rasio Bahan Baku Terhadap Viskositas



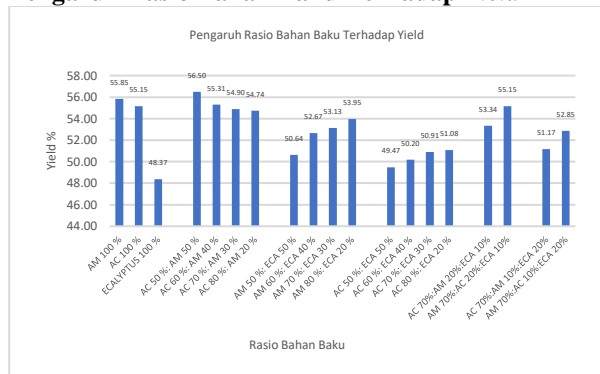
Gambar 6 Grafik Pengaruh Rasio Bahan Baku Terhadap Viskositas

Viskositas secara umum memiliki nilai yang berbeda-beda tergantung pada jenis cairan dan suhu. Cairan mempunyai viskositas lebih besar daripada gas, karena mempunyai gaya gesek untuk mengalir lebih besar. Pada kebanyakan cairan viskositasnya turun dengan naiknya suhu. Sebaliknya viskositas akan naik dengan turunnya suhu. Viskositas naik dengan bertambahnya tekanan. Sebaliknya viskositas cairan turun dengan berkurangnya tekanan. Untuk larutan viskositasnya bergantung pada konsentrasi atau kepekatan larutan. Umumnya larutan yang konsentrasinya tinggi, viskositasnya juga tinggi. Sebaliknya, larutan yang konsentrasinya rendah viskositasnya juga akan rendah (Yazid,E. 2005). Sedangkan pada penelitian ini viskositas menunjukkan nilai derajat polimerisasi selulosa pulp hasil dari proses delignifikasi. Derajat polimerisasi menyatakan panjang rantai unit kimia yang berulang, jadi semakin panjang derajat polimerisasi maka rantai gugus selulosa semakin panjang.

Untuk variasi 100% *Acacia mangium*, *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus* digunakan sebagai variasi pertama acuan blank untuk perbandingan nilai dengan variasi lainnya, didapatkan nilai viskositas yang paling tinggi yaitu mangium dan nilai terendah *Eucalyptus*. Pada variasi kedua yaitu *Acacia crassicaarpa* dan *Acacia mangium* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan nilai viskositas yang paling tinggi yaitu variasi rasio 50:50 dengan nilai viskositas 1215,05  $\text{cm}^3/\text{gr}$ . Pada variasi ketiga yaitu *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan nilai viskositas yang paling tinggi yaitu variasi 80:20 dengan nilai viskositas 1176,65  $\text{cm}^3/\text{gr}$ . Pada variasi keempat yaitu *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan nilai viskositas yang paling tinggi yaitu variasi 80:20 dengan nilai viskositas 1189,80  $\text{cm}^3/\text{gr}$ . Pada variasi kelima terdapat 3 bahan baku yang dilakukan pencampuran yaitu *Acacia crassicaarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 70:20:10 dan 20:70:10. Didapatkan nilai viskositas yang paling tinggi yaitu variasi rasio 20:70:10 dengan nilai 1181,10  $\text{cm}^3/\text{gr}$ . Pada variasi keenam terdapat 3 bahan baku yang dilakukan pencampuran yaitu *Acacia crassicaarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 70:10:20 dan 10:70:20. Didapatkan nilai viskositas

yang paling tinggi yaitu variasi rasio 10:70:20 dengan nilai viskositas 1202,25 cm<sup>3</sup>/gr.

### Pengaruh Rasio Bahan Baku Terhadap Yield



Gambar 7 Grafik Pengaruh Rasio Bahan Baku Terhadap Yield

*Yield* adalah jumlah massa *chip* kayu yang menjadi serat yang terpisah satu sama lain di karnakan adanya proses pemasakan dengan bantuan temperatur dan bahan kimia alkali NaOH dan Na<sub>2</sub>S. Dalam kandungan kayu terdapat beberapa komponen penyusun kayu seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Tujuan dari proses pemasakan yaitu untuk mendegradasi lignin yang berfungsi mengikat gugus selulosa yang terdapat pada struktur kayu.

Untuk variasi 100% *Acacia mangium*, *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus* di gunakan sebagai variasi pertama acuan *blank* untuk perbandingan nilai dengan variasi lainnya, didapatkan nilai *yield* yang paling tinggi yaitu *Acacia mangium* dan nilai terendah *Eucalyptus*. Pada variasi kedua yaitu *Acacia crassicaarpa* dan *Acacia mangium* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan hasil *yield* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 50:50 dengan nilai *yield* 56,50 %. Pada variasi ketiga yaitu *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan hasil *yield* yang paling tinggi yaitu variasi 80:20 dengan nilai *yield* 53,95 %. Pada variasi keempat yaitu *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan hasil *yield* yang paling tinggi yaitu variasi 80:20 dengan nilai *yield* 51,08 %. Pada variasi kelima terdapat 3 bahan baku yang dilakukan pencampuran yaitu *Acacia crassicaarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 70:20:10 dan 20:70:10. Didapatkan hasil *yield* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 20:70:10 dengan nilai *yield* 55,15%. Pada variasi keenam terdapat 3 bahan baku yang dilakukan pencampuran yaitu *Acacia crassicaarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 70:10:20 dan 10:70:20. Didapatkan hasil *yield* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 10:70:20 dengan nilai *yield* 52,85%.

### Pengaruh Rasio Bahan Baku Terhadap Total Solid

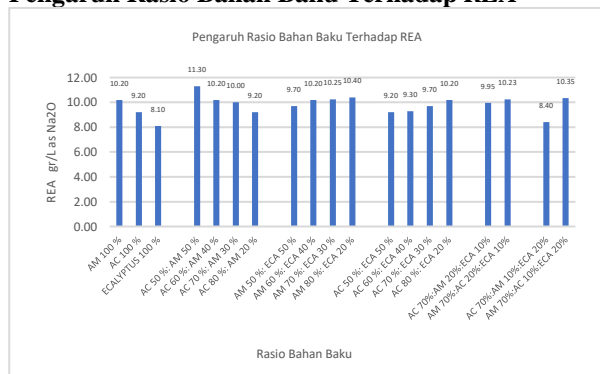


Gambar 8 Grafik Pengaruh Rasio Bahan Baku Terhadap Total Solid

*Black liquor* adalah cairan sisa hasil pemasakan pada proses *kraft pulping*. Lignin merupakan komponen terbesar yang terdapat dalam larutan sisa pemasakan pulp atau lindi hitam. Lignin yang terkandung dalam lindi hitam *kraft* kayu lunak sekitar 46% dari padatan kering (Sjostrom, 1995). Senyawa organik dalam lindi hitam biasanya digunakan sebagai bahan bakar dan senyawa anorganiknya diambil kembali. Dengan pertimbangan kandungan *Total Solid (TS)* yang merupakan zat padat total/residu total setelah sampel dikeringkan pada suhu 105° C. Menurut Sjostrom (1995), lindi hitam merupakan campuran yang sangat kompleks yang mengandung sejumlah besar komponen dengan struktur dan susunan yang berbeda. Bahan organik dalam lindi hitam yang dihasilkan setelah pembuatan pulp pada dasarnya terdiri dari lignin dan produk-produk degradasi karbohidrat di samping bagian-bagian kecil ekstraktif dan produk-produk reaksinya.

Pada grafik di atas untuk variasi 100% *Acacia mangium*, *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus* di gunakan sebagai variasi pertama acuan *blank* untuk perbandingan nilai dengan variasi lainnya, didapatkan nilai *TS* yang paling tinggi yaitu *Eucalyptus* dan nilai terendah *Acacia mangium*. Pada variasi kedua yaitu *Acacia crassicaarpa* dan *Acacia mangium* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan nilai *TS* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 80:20 dengan nilai *TS* 16,59 %. Pada variasi ketiga yaitu *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan nilai *TS* yang paling tinggi yaitu variasi 50:50 dengan nilai *TS* 16,88 %. Pada variasi keempat yaitu *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan nilai *TS* yang paling tinggi yaitu variasi 50:50 dengan nilai *TS* 16,95 % Pada variasi kelima terdapat 3 bahan baku yang dilakukan pencampuran yaitu *Acacia crassicaarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 70:20:10 dan 20:70:10. Didapatkan nilai *TS* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 70:20:10 dengan nilai *TS* 16,59%. Pada variasi keenam terdapat 3 bahan baku yang dilakukan pencampuran yaitu *Acacia crassicaarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 70:10:20 dan 10:70:20. Didapatkan nilai *TS* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 70:10:20 dengan nilai *Yield* 16,59%.

## Pengaruh Rasio Bahan Baku Terhadap REA



Gambar 9 Grafik Pengaruh Rasio Bahan Baku Terhadap REA

REA atau *residual effective alkali* digunakan untuk menyatakan kandungan alkali sisa yang masih terdapat dalam *black liquor* setelah proses pemasakan di *digester* maupun setelah proses impregnasi di *impregnation bin*. REA penting diketahui untuk memastikan bahwa konsentrasi alkali pada tahap akhir pemasakan masih cukup untuk mencegah terjadinya kondensasi lignin selama proses pemasakan berlangsung. Kondisi akhir reaksi harus dijaga tetap alkali (basa) karena lignin hanya larut dalam alkali kuat ( $\text{pH} > 12$ ) dan jika kondisi akhir tidak cukup alkali ( $\text{pH} < 11$ ) maka lignin akan membentuk aglomerat dari molekul-molekul yang sudah terpotong menjadi molekul baru yaitu lignin presipitat (kondensasi lignin). Hal ini menyebabkan lignin sulit untuk didegradasi kembali sehingga alkali aktif akan beralih menyerang gugus-gugus karbohidrat sehingga viskositas pulp menjadi rendah namun *kappa number* tetap tinggi. (Hendro, dan Tampubolon, D.P., 2011). Menurut Biermann (1996) alkali efektif yang tersisa didalam larutan pemasak saat pemasakan selesai disebut *residual alkali*. Level *residual alkali* menentukan pH akhir cairan. Pada pH sekitar 12, beberapa hemiselulosa dalam cairan bisa terdeposit di dalam serat dengan sedikit peningkatan rendemen. Jika pH turun terlalu di bawah 12, lignin bisa terdeposit pada pulp sehingga meningkatkan *kappa number*, bahan kimia pemutihan, penurunan ikatan pada pulp tanpa pemutihan, serta timbul kerak.

Untuk variasi 100% *Acacia mangium*, *Acacia crassicarpa* dan *Eucalyptus* di gunakan sebagai variasi pertama acuan *blank* untuk perbandingan nilai dengan variasi lainnya, didapatkan nilai REA yang paling tinggi yaitu *Acacia mangium* dan nilai terendah *Eucalyptus*. Pada variasi kedua yaitu *Acacia crassicarpa* dan *Acacia mangium* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan nilai REA yang paling tinggi yaitu variasi rasio 50:50 dengan nilai REA 11,30 g/l as Na<sub>2</sub>O. Pada variasi ketiga yaitu *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan nilai REA yang paling tinggi yaitu variasi 80:20 dengan nilai REA 10,4 g/l as Na<sub>2</sub>O. Pada variasi keempat yaitu *Acacia crassicarpa* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan nilai REA yang paling tinggi yaitu variasi 80:20 dengan nilai REA 10,2 g/l as Na<sub>2</sub>O. Pada variasi kelima terdapat 3 bahan baku yang dilakukan pencampuran yaitu *Acacia crassicarpa*,

*Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 70:20:10 dan 20:70:10. Didapatkan nilai REA yang paling tinggi yaitu variasi rasio 20:70:10 dengan nilai REA 10,23 g/l as Na<sub>2</sub>O. Pada variasi keenam terdapat 3 bahan baku yang dilakukan pencampuran yaitu *Acacia crassicarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 70:10:20 dan 10:70:20. Didapatkan nilai REA yang paling tinggi yaitu variasi rasio 10:70:20 dengan REA 10,35 g/l as Na<sub>2</sub>O.

## Pengaruh Rasio Bahan Baku Terhadap Brightness



Gambar 10 Grafik Pengaruh Rasio Bahan Baku Terhadap Brightness

*Brightness* adalah sifat lembaran pulp untuk memantulkan cahaya yang diukur pada suatu kondisi yang baku, digunakan sebagai indikasi tingkat keputihan. Keputihan pulp diukur dengan kemampuannya memantulkan cahaya monokromatik dan diperbandingkan dengan standar yang telah diketahui yang dinyatakan dalam %ISO atau %GE (Sirait, 2003). Tingkat kecerahan (*brightness*) pulp tergantung pada jenis dan jumlah bahan kimia pemutih yang digunakan pada tahap *bleaching*. Bilangan *kappa* yang kecil akan diikuti dengan tingkat kecerahan yang meningkat. Pada penelitian ini tidak dilakukan proses pemutihan, sehingga *brightness* yang dihasilkan murni dari pigmen dan karakteristik dari masing-masing kayu yang digunakan.

Untuk variasi 100% *Acacia mangium*, *Acacia crassicarpa* dan *Eucalyptus* di gunakan sebagai variasi pertama acuan *blank* untuk perbandingan nilai dengan variasi lainnya, didapatkan nilai *brightness* yang paling tinggi yaitu *Eucalyptus* dan nilai *brightness* terendah yaitu *Acacia crassicarpa*. Pada variasi kedua yaitu *Acacia crassicarpa* dan *Acacia mangium* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan hasil *brightness* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 50:50 dengan nilai 31,70 % ISO. Pada variasi ketiga yaitu *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan hasil *brightness* yang paling tinggi yaitu variasi 50:50 dengan nilai 36,73 % ISO. Pada variasi keempat yaitu *Acacia crassicarpa* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan hasil *brightness* yang paling tinggi yaitu variasi 50:50 dengan nilai 36,30 % ISO. Pada variasi kelima terdapat 3 bahan baku yang dilakukan pencampuran yaitu *Acacia crassicarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 70:20:10 dan 20:70:10. Didapatkan hasil *brightness* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 20:70:10 dengan nilai 35,67 % ISO. Pada variasi

keenam terdapat 3 bahan baku yang dilakukan pencampuran yaitu *Acacia crassicarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 70:10:20 dan 10:70:20. Didapatkan hasil *brightness* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 10:70:20 dengan nilai 36,47 % ISO.

### Pengaruh Rasio Bahan Baku Terhadap Reject



Gambar 11 Grafik Pengaruh Rasio Bahan Baku Terhadap Reject

*Reject* adalah *chip* kayu yang tidak menjadi individual fiber setelah proses pemasakan sehingga masih banyak ada sebagian dari *chip* yang masih menggumpal satu sama lainnya. Hal ini terjadi karena proses pemasakan yang tidak berjalan dengan optimal sehingga ketika sudah menjadi pulp masih banyak komponen kayu atau knot yang tidak hancur dalam proses pemasakan.

Untuk variasi 100% *Acacia mangium*, *Acacia crassicarpa* dan *Eucalyptus* di gunakan sebagai variasi pertama acuan blank untuk perbandingan nilai dengan variasi lainnya, didapatkan nilai *reject* yang paling tinggi yaitu *Acacia mangium* dan nilai *reject* terendah yaitu *Eucalyptus*. Pada variasi kedua yaitu *Acacia crassicarpa* dan *Acacia mangium* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan hasil *reject* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 50:50 dengan nilai 0,675%. Pada variasi ketiga yaitu *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan hasil *reject* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 80:20 dengan nilai 0,683%. Pada variasi keempat yaitu *Acacia crassicarpa* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 50:50;60:40;70:30;80:20. Didapatkan hasil *reject* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 50:50 dengan nilai 0,411 %. Pada variasi kelima terdapat 3 bahan baku yang dilakukan pencampuran yaitu *Acacia crassicarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 70:20:10 dan 20:70:10. Didapatkan hasil *reject* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 20:70:10 dengan nilai 0,658%. Pada variasi keenam terdapat 3 bahan baku yang dilakukan pencampuran yaitu *Acacia crassicarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* berturut-turut dengan rasio 70:10:20 dan 10:70:20. Didapatkan hasil *reject* yang paling tinggi yaitu variasi rasio 10:70:20 dengan nilai 0,455%.

### Pembahasan Keseluruhan

Pada proses *cooking pulp*, indikator utama yang menjadi acuan berhasil tidaknya pemasakan yaitu *kappa number* serta di dukung dengan parameter-

parameter lain yang juga berpengaruh terhadap kualitas pulp dan proses di lapangan. Sehingga *kappa number* menjadi sangat penting untuk selalu di kontrol pada proses pemasakan.

Pada gambar 5, 6, 7, 9, 11 ditunjukkan parameter *kappa number*, viskositas, *yield*, *REA* dan *reject*. Parameter-parameter tersebut berbanding lurus dengan nilai *kappa number*, jika nilai *kappa number* mengalami kenaikan maka parameter-parameter tersebut mengalami kenaikan. Dan sebaliknya, jika *kappa number* turun maka parameter-parameter tersebut akan mengalami penurunan. Dari grafik tersebut dapat dilihat ada kenaikan dan penurunan *kappa number*, *yield*, *REA*, *reject* dan viskositas pulp. *Kappa number* mengindikasikan banyaknya kandungan lignin yang tersisa di dalam pulp. *Yield* mengindikasikan seberapa banyak *chip* yang dapat terkonversi menjadi buburan pulp dalam persen. Jika nilai *kappa number* mengalami kenaikan maka *yield* juga mengalami kenaikan yang disebabkan masih adanya *chip* yang belum matang sempurna sehingga berat daripada pulp akan meningkat. *REA* menunjukkan nilai sisa efektif alkali yang masih tersisa di dalam *black liquor*. Jika *kappa number* mengalami kenaikan *REA* akan mengalami kenaikan yang berarti sisa efektif alkali tidak ter-penetrasi dengan sempurna ke dalam *chip* sehingga menyebabkan kenaikan pada *kappa number*. *Reject* mengindikasikan banyaknya *chip* yang tidak menjadi buburan pulp. Jika nilai *kappa number* mengalami kenaikan maka *reject* pun mengalami kenaikan, yang berarti ada sebagian dari *chip* pada proses pemasakan tidak matang dengan sempurna. Sedangkan viskositas merupakan indikasi banyaknya rantai polimer selulosa yang masih utuh atau tersambung satu dengan lainnya. Dikarenakan proses awal pemasakan masih menyisakan lignin maka rantai selulosa masih ada yang berikatan dengan lignin sehingga viskositas juga akan naik.

Pada gambar 5, 8, 10 ditunjukkan parameter *kappa number*, total *solid* dan *brightness*. Parameter-parameter tersebut berbanding terbalik dengan nilai *kappa number*, jika nilai *kappa number* mengalami kenaikan maka parameter-parameter tersebut mengalami penurunan. Dan sebaliknya, jika *kappa number* turun maka parameter-parameter tersebut akan mengalami kenaikan. Terkecuali pada nilai *brightness* karena dipengaruhi suatu faktor. *Total solid* mengindikasikan banyaknya *solid* atau padatan yang terkandung pada *black liquor*. Jika *kappa number* mengalami penurunan artinya proses peluruhan lignin berjalan dengan optimal sehingga menyebabkan zat yang terkandung didalam kayu seperti zat ekstraktif dan zat-zat lain juga mengalami peluruhan. Di karenakan hal ini maka *solid* akan mengalami peningkatan. *Kappa number* juga berpengaruh terhadap nilai *brightness*, jika *kappa number* tinggi maka nilai *brightness* akan rendah. Namun pada penelitian ini ada sebagian rasio tidak mengalami hal demikian. Dari karakteristik awal bahan baku masing-masing dapat dilihat pigmen warna *chip* kayu yang paling terang yaitu *Eucalyptus* kemudian *Acacia mangium* dan *Acacia crassicarpa*. Dan setelah dilakukan pemasakan ternyata karakteristik awal dari bahan baku dapat mempengaruhi *brightness* pulp coklat.



Di karenakan setiap kayu memiliki karakteristik masing-masing maka dapat mempengaruhi parameter uji yang ditentukan. Menurut Henriksson et al. (2009), sifat-sifat kayu yang berpengaruh dalam produksi pulp dan kertas adalah sifat fisika (berat jenis), sifat anatomi dan dimensi serat (panjang serat, tebal dinding sel, persentase serabut, jari-jari dan parenkim), serta sifat kimia kayu (kandungan selulosa, kandungan ekstraktif dan kandungan lignin). Massa jenis pada tanaman atau kayu dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti umur tanaman, sifat genetis selnya (a) tebal dinding serat, (b) ukuran serat dan (c) jumlah serta tipe sel dari (a) dan (b). Tebal dinding dan sel pembuluh (*vessels*), merupakan faktor paling dominan yang dapat mempengaruhi massa jenis kayu, terutama pada kelompok *Angiospermae* jenis kayu daun lebar (*hardwood*). Massa jenis *hardwood* sangat berpengaruh terhadap kualitas serpih yang dihasilkan dan kebutuhan energi pada saat penyerpihan. Semakin tinggi massa jenisnya maka kualitas keseragaman serpih akan berkurang dan energi yang digunakan lebih tinggi. (Kellomaki, 1998).

Yang mempengaruhi hasil dari parameter-parameter tersebut yaitu kerapatan jenis kayu yang membuat penetrasi cairan pemasak dapat terhambat oleh kerapatan pada masing-masing jenis kayu. Kerapatan kayu mempengaruhi kekasaran dan distribusi serat pulp yang merupakan parameter sangat penting untuk menentukan penggunaan akhir pulp (Magaton et al., 2009). Selain itu, kerapatan juga memiliki pengaruh terhadap hasil pemasakan pulp dan konsumsi kayu. Sejauh ini, kerapatan merupakan karakteristik kayu yang paling signifikan sebagai pertimbangan bahan baku pulp dan kertas (Segura, Zanao, Santos, & Silva Jr., 2012). Meskipun kadar kimia kayu mempengaruhi kualitas pulp dan kertas yang dihasilkan, namun nilai tersebut kadang diabaikan pada kayu yang memiliki nilai produktivitas tinggi. Rendeman pulp dan kerapatan kayu yang tinggi lebih disukai sebagai bahan baku pulp meskipun memiliki kadar ekstraktif dan lignin yang tinggi (Magaton et al., 2009). Kayu yang memiliki produktivitas pulp yang tinggi dan konsumsi kayu rendah, menjadi pertimbangan utama dalam pemilihan suatu jenis pohon untuk dijadikan bahan baku pulp dan kertas, mengingat peningkatan rendemen pulp dan kerapatan membutuhkan waktu yang lama dalam proses pemuliaan pohon dan peningkatan sifat-sifatnya. Menemukan jenis baru yang memiliki nilai produktivitas pulp yang tinggi lebih sulit daripada peningkatan kualitas pulp dan kertas yang memiliki kadar ekstraktif dan lignin yang tinggi bisa dilakukan perlakuan bahan kimia. Hal tersebut dapat dilihat dari sedikitnya jenis pilihan yang dijadikan bahan baku pulp dan kertas. (Nambiar & Harwood, 2014b)

Berat jenis tinggi untuk pengolahan proses kimia mengakibatkan kualitas untuk kertas lebih rendah. Berat jenis merupakan salah satu sifat fisik kayu yang dipersyaratkan untuk tujuan bahan baku pulp dan kertas. Kayu yang memiliki BJ > 0,7 gr/cm<sup>3</sup> membutuhkan kondisi pemasakan yang lebih lama dibandingkan BJ 0,49-0,7 gr/cm<sup>3</sup>. (Pasaribu dan Tampubolon, 2007). Kayu yang memiliki BJ dan kadar lignin yang tinggi serta selulosa yang rendah, akan menghasilkan kualitas

yang rendah dan waktu pengolahan menjadi lebih lama (Siagian, dkk., 1995)

Kerapatan/densitas kayu jenis Akasia berkisar 0,55 gr/cm<sup>3</sup>-0,70 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan jenis *Eucalyptus* yaitu berkisar 0,46 gr/cm<sup>3</sup> -0,51 gr/cm<sup>3</sup>. Jadi semakin besar nilai density artinya semakin kuat dan semakin tinggi kerapatan dari kayu tersebut. Berat jenis kayu ditentukan oleh dinding sel dan kecilnya rongga sel yang membentuk pori-pori. Umur juga berpengaruh terhadap nilai kerapatan masing-masing jenis kayu. *Acacia mangium* memiliki densitas yang lebih tinggi daripada *Eucalyptus* sehingga penetrasi cairan pemasak dapat terhambat jika perlakuan temperatur, waktu dan cairan pemasak disamakan pada proses pemasakan. Rasio *Acacia mangium* menyebabkan kenaikan *kappa number* sedangkan rasio *Eucalyptus* menyebabkan penurunan *kappa number*. Begitu pula parameter-parameter lainnya searah dengan *kappa number* dan berkebalikan dengan *kappa number*.

## KESIMPULAN

Setiap bahan baku memiliki karakteristik yang berbeda-beda sehingga menghasilkan kualitas yang berbeda-beda pula. Pada penelitian ini pengaruh densitas atau kerapatan dari *Acacia mangium*, *Acacia crassicaarpa* dan *Eucalyptus* memiliki faktor penting yang membuat hasil pulp menjadi tidak sama. Kerapatan/densitas kayu jenis Acacia berkisar 0,55 gr/cm<sup>3</sup>-0,70 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan jenis *Eucalyptus* yaitu berkisar 0,46 gr/cm<sup>3</sup> -0,51 gr/cm<sup>3</sup>.

Rasio pencampuran bahan baku yang optimal pada penelitian ini yaitu dengan melihat parameter-parameter yang telah dibahas sebelumnya dengan melihat standar yang telah ditentukan pabrik. Standar untuk *kappa* yaitu 20-23, viskositas >1100 cm<sup>3</sup>/gr, *yield* 50-60%, *TS* 15-17, *REA* 6-10 g/l as Na<sub>2</sub>O, *reject* <1 % dan *brightness* > 28% ISO. Dari semua variasi yang dilakukan percobaan, di dapatkan yang paling optimal yaitu pada rasio AC 70%:AM 20%: ECA 10% yang memenuhi semua parameter yang ditentukan. Nilai parameter yang didapat yaitu *kappa* 20,65, viskositas 1139,19 cm<sup>3</sup>/g, *yield* 53,34%, *total solid* 16,59%, *REA* 9,95 g/l as as Na<sub>2</sub>O, *reject* 0,297 %, *brightness* 33,53 % ISO.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT OKI Pulp and Paper selaku pemberi fasilitas dalam penelitian ini. Terima kasih juga kepada departemen R&D pulp PT OKI Pulp and paper, kepada pembimbing lapangan Bapak Ivan Widarko, kepada pembimbing tugas akhir Ibu Rachawati Apriani, S.T.M.T, kepada HRD bapak Indra Gunawan dan kepada teman-teman semua yang telah membantu penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bajpai, Pratima. 2018. Biermann's Handbook Of Pulp And Paper: Raw Material And Pulp Making(Third Edition). United States: Elsevier Inc
- Cassey, J.P. 1980. Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology. Vol. 1, 3rd ed. Jhon Willey and son. New York

- Direktorat Bina Produksi Kehutanan. 2010. Statistik Direktorat Jenderal Bina Kehutanan Tahun 2009. Dirjen Bina Kehutanan. Kementerian Kehutanan. Jakarta.
- Dumanauw, J.F. 2001. Mengenal Kayu. Yogyakarta: Kanisius
- Gomide, J.L.; Colodette, J.L.; Oliveira, R.C.; Silva, C.M. Caracterizaco tecnologica, para producao de celulose, da nova geracao de clones de eucalyptus do brasil. *Revista Arvore* 2005, 29(1), 129–137
- Haroen, W.K., Uzair, Bahar, N. 1997. Kualitas Pulp Kertas Acacia Mangium Berbagai Umur Tanaman. *Berita Selulosa*. 4/Xxxiii.104-109.
- Harsini, Tutuk Dan Susilowati. Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Dari Limbah Perkebunan Kakao Sebagai Bahan Baku Pulp Dengan Proses Organosolv. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* Vol.2 No. 2
- Hendro, Tampubolon, D.P. 2011. Laporan Praktek Kerja Pabrik PT. Lontar Papyrus, Jambi. Akademi Teknologi Pulp Dan Kertas Bandung.
- Henriksson G, Brannvall E & Lennholm H. 2009. The Trees. Dalam : Pulp and Paper Chemistry and Technology Volume 1 Wood Chemistry and Wood Biotechnology. Ek M, Gellerstedt G, & Henriksson. (Ed) Hlm. 13 - 44. Walter de Gryuter, Berlin.
- Kartika, Wawan Haroen. 2006. Variabilitas Massa Jenis Kayu Daun Lebar Tropis terhadap Karakter Serat, Kimia dan Pulp Sulfat. Balai Besar Pulp dan Kertas BPPK. Bandung.
- Kellomaki, S. 1998. Forest Resources and Sustainable Management. Paper Making and Technology. TAPPI.
- Koray Gulsoy, Sergin Dan Saduman Tufek. 2013. Effect Of Chip Mixing Ratio Of Pinus Pinaster And Populus Tremula On Kraft Pulp And Paper Properties. *Industrial And Engineering And Chemistry Research*. Ind. Eng. Chem. Res. 2013, 52, 2304–2308
- Kristia, Ignatius A. 2006. Karakteristik Anatomi Tiga Jenis Kayu Eucalyptus Dari Sumatera Utara. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
- Lutfi, Handoko. 2018. Potensi Kenaf Indonesia Sebagai Bahan Baku Kertas. Bekasi: Fakultas Program Diploma. Institut Teknologi Dan Sains Bandung
- Magaton, A. Da S., Colodette, J. L., Gouvêa, A. De F. G., Gomide, J. L., Muguet, M. C. D. S., & Pedrazzi, C. (2009). Eucalyptus Wood Quality And Its Impact On Kraft Pulp Production And Use. *Tappi Journal*, 8(35), 32–39
- Mindawati, N. Dan Pratiwi. 2008. Kajian Penetapan Daur Optimal Hutan Tanaman Acacia Mangium Ditinjau Dari Kesuburan Tanah. *Penelitian Hutan Tanaman* Vo. 5 No.2. Juli 2008. Puslit Hutan Tanaman. Bogor.
- Nambiar, E. K. S., & Harwood, C. E. (2014b). Productivity Of Acacia And Eucalypt Plantations In South-East Asia. 2. Trends And Variations. *International Forestry Review*, 16(2), 225–248.
- Pasaribu R. A. dan Tampubolon 1997. Persyaratan Teknis Bahan Baku, Air, dan Bahan Penolong untuk Industri, Kertas dan Rayon. Diktat Pelatihan Verivfikasi Eksporir Produk Industri Kehutanan. Puslitbang Teknologi Hasil Hutan, Bogor.
- Pasaribu, R.A., Dan H. Roliadi. 1990. Pengolahan Pulp Secara Kimia. Bogor. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan Dan Sosek Kehutanan. 19 Hal.
- Purba, R, 1999. Pengaruh Efektif Mikroorganisme EM-4 terhadap Dekomposisi Serasah Eucalyptus. Fakultas Universitas Simalungun Pematang Siantar.
- Roliadi, Han, Dulsalam dan Dian Anggraini. 2010. Penentuan Daur Teknis Optimal Dan Faktor Eksploitasi Kayu Hutan Tanaman Jenis Eucalyptus Hybrid Sebagai Bahan Baku Pulp Kertas. Pusat Litbang Keteknikan Dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Segura, T. T., Zanao, M., Santos, J. R., & Silva Jr, F. (2012). Kraft Pulping Of The Main Hardwoods Used Around The World For Pulp And Paper Production. *Tappi Peers*. (Pp. 1592 1623).
- Siagian, T. Y. 1994. Percobaan Provenansi Eucalyptus Urophylla S.T. Blake (The Eucalyptus Urophylla S.T. Blake Provenance Trial).
- Sihite, Osloria. 2008. Siagian, T. Y. 1994, Percobaan Provenansi Eucalyptus Urophylla S.T. Blake (The Eucalyptus Urophylla S.T. Blake Provenance Trial). Tesis. Medan : Universitas Sumatera Utara
- Sindusuwarno, D.R, D.I., Utomo. 1981. Acacia Mangium Jenis Pohon Yang Belum Banyak Dikenal. *Kehutanan Indonesia* Vi (Ii) : 38-41.
- Sixta, Herbet. 2006. Handbook Of Pulp. Weinheim:Wiley-Vch Verlag Gmbh &Co. Kгаа
- Sjostrom, E. 1995. Kimia Kayu, Dasar-Dasar Dan Penggunaan Edisi Kedua.
- Smook, Garry A. 2002. Handbook For Pulp And Paper Technologists. Bellingham: Angus Publication Inc
- Sugesty Susi, Teddy Kardiansyah, Dan Wieke Pratiwi. 2015. Potensi Acacia Crassicarpa Sebagai Bahan Baku Pulp Kertas Untuk Hutan Tanaman Industry. *Jurnal Selulosa*, Vol. 5, No. 1, Juni 2015 : 21 - 3
- Suhartati, Yanto Rahmayanto Dan Y. Daeng. 2014. Dampak Penurunan Daur Tanaman Hti Acacia Terhadap Kelestarian Produksi, Ekologis Dan Sosial. *Info Teknis Eboni*. Vol. 11 No. 2, Desember 2014 : 103 – 116
- Sulistyo Rini, Annisa. 2019. Industri Pulp Dan Kertas Indonesia Masuk 10 Besar Dunia. <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190127/257/882862/industri-pulp-dan-kertas-indonesia-masuk-10-besar-dunia> (Diakses 20 Juni 2020)
- Wardany, Hendry Pramudiyo. 2002. Analisis Sifat Kimia Dan Sifat Anatomi Kayu Amngium Dari Berbagai Provenansi. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.