

# Pembuatan Kertas Dari Limbah Padat Produksi Tepung Aren Dengan Proses Organosolv

Nanda Putri Hendriyana Ningsih<sup>1\*</sup> Ahmad M Fuadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Kimia/Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

<sup>2</sup>Teknik Kimia/Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

\*Email: [d500160114@student.ums.ac.id](mailto:d500160114@student.ums.ac.id)

## Abstrak

### Keywords:

Kertas; limbah produksi tepung aren; proses organosolv; bilangan kappa; derajat putih

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil pulp dan kertas terbesar ke-9 di dunia. Kebutuhan kertas yang terus meningkat membuat kebutuhan bahan baku kertas, yaitu kayu, ikut meningkat. Penggunaan bahan baku alternatif pengganti kayu diperlukan agar tidak memicu eksploitasi hutan. Salah satu bahan baku alternatif yang dapat digunakan dalam pembuatan kertas yaitu limbah padat produksi tepung aren, karena limbah aren memiliki kadar selulosa sebesar 97,54%, sedangkan syarat kadar selulosa untuk pembuatan kertas sebesar 50%. Proses pembuatan kertas dilakukan dengan melalui beberapa proses yaitu: proses pulping, chelating dan bleaching. Proses pulping yaitu menggunakan pelarut asam asetat dengan konsentrasi 3%, 5%, dan 8%. Proses pemasakan dilakukan pada suhu 105°C dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, dan 180 menit, kemudian dikeringkan pada suhu 105°C selama 2 jam. Setelah itu, pulp dilakukan proses chelating dengan menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,2% dan EDTA 0,8%, sedangkan proses bleaching menggunakan hidrogen peroksida 8%, kemudian dilakukan pengujian bilangan kappa dan derajat putih. Didapatkan hasil, bahwa semakin tinggi konsentrasi asam asetat dan waktu pemasakan, maka bilangan kappa dan kadar lignin semakin rendah sehingga nilai lightness dan derajat putih semakin tinggi. Hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi 8% pada waktu pemasakan 60 menit dengan nilai lightness 50,4 dan derajat putih sebesar 48.85%.

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia menempati peringkat ke-9 di dunia dalam produksi pulp, yaitu sebesar 4,55 juta ton pulp/tahun, dan peringkat ke-2 di dunia dalam industri kertas dengan kapasitas produksi sekitar 8,2 juta ton kertas/tahun. Dari sisi ekspor, Indonesia mampu mengekspor pulp sebesar 3,75 juta ton dengan nilai 1,85 miliar dollar AS, dan diperkirakan kebutuhan kertas didunia akan meningkat dari 394 juta ton menjadi 490 juta ton padatahun 2020[3].

Kebutuhan kertas yang terus meningkat membuat bahan baku kertas

yaitu kayu, ikut meningkat. Penggunaan bahan baku alternatif diperlukan untuk mengurangi kayu sebagai bahan baku kertas pada umumnya, sehingga tidak memicu eksploitasi hutan. Salah satu bahan baku alternatif yang dapat digunakan dalam pembuatan kertas yaitu limbah padat produksi tepung aren. Berdasarkan penelitian [6], dilaporkan bahwa limbah aren mengandung komponen sebagai berikut: selulosa (60,61%), hemiselulosa (15,74%), lignin (14,21%), gula reduksi (0,5689%), air (4,42%), dan lain-lain (1,00%). Limbah aren yang telah melalui proses delignifikasi melalui dua tahap,

yaitu dengan pelarut asam nitrat dan proses soda, memiliki kadar  $\alpha$ -selulosa sebesar 95,74%, dimana selulosa yang baik dijadikan bahan baku pembuatan kertas sebesar 50%. Oleh karena itu, limbah tersebut dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas [7].

Produksi tepung aren (onggok) merupakan industri unggulan penduduk Desa Daleman, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah, dimana terdapat 137 pengrajin dan hasil produksi sebesar 200 ton/tahun. Pengolahan pati aren menghasilkan komponen pati sebesar 17%, kulit 25%, serat 56%, dan kotoran lain 2%. Pati aren dengan kadar komponen tersebut akan menghasilkan limbah berupa serat sejumlah 659 ton/tahun atau 2,19 ton/hari [8].

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk menggunakan limbah tersebut sebagai bahan baku pembuatan kertas karena dapat meningkatkan nilai guna limbah industri tepung aren serta mengurangi timbunan limbah yang dapat merusak lingkungan jika tidak diolah lebih lanjut. Selain itu, penggunaan limbah ini merupakan salah satu inovasi di bidang lingkungan, karena telah mengubah sampah menjadi sesuatu yang bernilai ekonomis dan inovatif.

Pada pembuatan kertas dari limbah tepung aren ini digunakan proses *organosolv* menggunakan pelarut asam asetat untuk menghilangkan kadar lignin pada limbah aren dan proses *bleaching* menggunakan hidrogen peroksida untuk mempengaruhi tingkat derajat putih pada kertas. Penelitian ini sangat penting dilakukan karena jumlah limbah produksi tepung aren yang berlimpah dan belum dimanfaatkan dengan baik.

#### **Pulping (Proses Organosolv)**

*Organosolv* merupakan proses *pulping* menggunakan pelarut organik. Pada proses ini, limbah aren mengalami penguraian lignin yang disebabkan oleh pemutusan ikatan eter. *Organosolv* memiliki berbagai macam jenis proses, yaitu proses *alcell* (*alcohol cellulose*) proses ini menggunakan pelarut alkohol, proses *acetocell* menggunakan pelarut

asam asetat, dan proses *organocell* menggunakan pelarut metanol [10].

Proses yang digunakan dalam penelitian ini adalah proses *acetocell*. Proses *acetocell* merupakan suatu proses pembuatan *pulp* dengan menggunakan bahan pelarut asam asetat. Proses ini memiliki beberapa keunggulan, yaitu bebas senyawa sulfur sehingga lebih aman terhadap lingkungan, daur ulang limbah lindi hitam dapat dilakukan dengan mudah hanya dengan metode penguapan dengan tingkat kemurnian yang cukup tinggi, dan dapat menghasilkan hasil samping berupa lignin [9]. Penggunaan proses ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan lingkungan yang dihadapi oleh industri *pulp* dan kertas.

#### **Chelating dan Bleaching**

*Chelating* adalah proses sebelum melakukan *bleaching*. *Chelating* penting dilakukan untuk melepaskan ion logam yang ada pada *pulp* sehingga mempercepat proses pemutihan. Proses *chelating* yang baik menggunakan kombinasi larutan yaitu EDTA 0,8% dan  $H_2SO_4$  0,2% [4].

Proses pemutihan (*bleaching*) sering menggunakan pelarut hidrogen peroksida karena bahan tersebut mudah didapatkan, murah, hasil pemutihan baik, rata, stabil, tidak mudah menjadi kuning, relatif tidak beracun, dan ramah lingkungan karena penguraiannya hanya menghasilkan air dan oksigen [5]. Faktor yang mempengaruhi dalam proses adalah suhu, alkalinitas dan konsentrasi. Proses pemutihan menggunakan hidrogen peroksida umumnya dilakukan pada suhu optimum 80-85°C dengan waktu pemasakan sekitar 30 menit sampai 4 jam. Jika suhu proses kurang dari 80°C, maka proses akan berjalan lambat, sedangkan jika lebih dari 85°C hasil proses tidak sempurna [2].

#### **Bilangan Kappa**

Bilangan kappa merupakan jumlah milliliter  $KMnO_4$  0,1N, yang terpakai oleh 1 gram *pulp* kering sesuai dengan kondisi standar. Berikut merupakan rumus perhitungan bilangan *pulp* pada kertas (SNI 0494-2008):

$$p = \frac{(b - a)N}{0,1}$$
$$K = \frac{p \times f}{w}$$

Pengukuran bilangan kappa bertujuan untuk mengetahui derajat delignifikasi yang dicapai selama proses pemasakan dan untuk mengetahui jumlah larutan pemutih yang dibutuhkan dalam proses *bleaching*. Semakin kecil bilangan kappa, maka sisa lignin dalam *pulp* juga semakin kecil, sehingga derajat putih akan semakin tinggi, begitu pula sebaliknya [1].

## 2. METODE

### 2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu: buret, corong kaca, gelas beker, gelas ukur, gunting, *hot plate*, kaca arloji, kain, karet hisap, labu ukur, *magnetic stirrer*, mortir, stamper, oven, pengaduk kaca, pipet ukur, pipet volum, *screen* cetakan kertas, toples kaca.

### 2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian: aquades, asam asetat, hidrogen peroksida,  $H_2SO_4$ , KI,  $KMnO_4$ , limbah padat tepung aren,  $Na_2S_2O_3$ , EDTA, tepung kanji, dan gliserol.

### 2.3. Prosedur Penelitian

#### 2.3.1. Pembuatan *Pulp*

##### a. Persiapan bahan baku

Tahap ini merupakan proses awal yang dilakukan dengan mempersiapkan bahan baku yang dibutuhkan dalam percobaan. Bahan baku yang digunakan adalah limbah padat produksi tepung aren yang telah dipisahkan antara ampas dengan seratnya, kemudian serat dipotong kecil-kecil dan ditumbuk dengan mortir dan stamper. Berikut merupakan gambar limbah padat produksi tepung aren:



**Gambar 1.** Limbah produksi tepung aren

##### b. Uji blanko

Aquades sebanyak 200 mL,  $KMnO_4$  sebanyak 25 mL dan larutan  $H_2SO_4$  sebanyak 25 mL dimasukkan kedalam gelas beker 500 mL. Setelah itu, diatur suhunya sampai 25°C dengan cara gelas beker dimasukkan kedalam penangas air yang berisi es batu kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit diatas *hot plate*, lalu ditambahkan larutan KI sebanyak 6 mL dan dititrasikan dengan  $Na_2S_2O_3$  hingga terjadi perubahan warna dari ungu menjadi bening, kemudian volume titrasi dicatat. Proses ini diulangi sebanyak 3 kali.

##### c. Proses *pulping*

Limbah padat produksi tepung aren ditimbang sebanyak 10 gram dan dimasukkan kedalam toples kaca berukuran 200 mL. Kemudian, ditambahkan larutan asam asetat kedalam toples kaca masing-masing dengan variasi konsentrasi 3, 5, dan 8% sebanyak 100 mL. Setelah itu limbah dimasukkan kedalam oven dengan variasi waktu 30 dan 60 menit pada suhu 105°C. Selanjutnya, *pulp* dikeluarkan untuk dicuci dan disaring, lalu ditambahkan aquades 200 mL dan *distirrer* diatas *hot plate* selama 2 menit. Proses ini diulangi sebanyak 5 kali. Hasil *pulp* yang sudah diperas dimasukkan kedalam oven selama 2 jam. Karena hasil kurang maksimal, maka variasi waktu ditambah menjadi 90, 120, 180 menit, pengerjaan sama seperti

sebelumnya. Berikut merupakan hasil dari proses *pulping* yang telah dilakukan:



Gambar 2. Proses *pulping*



Gambar 3. *Pulp*

d. Uji bilangan kappa sesudah *pulping*

Hasil *pulp* kering ditimbang sebanyak 1 gram dan dimasukkan kedalam gelas beker 500 mL lalu ditambahkan aquades 200 mL, larutan larutan  $\text{KMnO}_4$  sebanyak 25 mL, dan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sebanyak 25 mL. Setelah itu, suhu diatur hingga  $25^\circ\text{C}$  dengan cara gelas beker dimasukkan kedalam penangas air berisi es batu, kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 2 menit diatas *hot plate*, lalu ditambahkan KI sebanyak 6 mL dan dititrasi dengan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  hingga terjadi perubahan warna dari ungu menjadi bening. Proses ini diulangi sebanyak 3 kali, lalu volume dicatat. Perhitungan bilangan kappa menggunakan SNI 0494 – 2008.

e. Proses *chelating*

*Pulp* yang sudah dikeringkan dimasukkan kedalam gelas kaca dan dimasak dengan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sebanyak 0,2% dari berat kering *pulp* dan EDTA sebanyak 0,8% dari berat kering menggunakan

*hotplate* selama 60 menit pada suhu  $70^\circ\text{C}$ .

f. Proses *bleaching*

*Pulp* variasi 3, 5, dan 8% ditambahkan 45 mL larutan hidrogen peroksida. Proses pemasakan dilakukan pada suhu  $80^\circ\text{C}$  dengan waktu selama 90 menit. Setelah selesai pemasakan, *pulp* dicuci dengan air bersih dan dikeringkan dalam oven pada suhu  $105^\circ\text{C}$ . Berikut merupakan gambar *pulp* yang sudah di *bleaching* (tanpa *chelating* vs dengan *chelating*):



Gambar 4. *Pulp* yang sudah di *bleaching* tanpa *chelating*



Gambar 5. *Pulp* yang sudah di *bleaching* dengan *chelating*

g. Uji bilangan Kappa sesudah *bleaching* dengan atau tanpa proses *chelating*

Proses uji sama seperti uji bilangan kappa sesudah *pulping*.

2.3.2. Proses pembuatan kertas

*Pulp* variasi 3, 5, dan 8% yang sudah dibuat dipotong kecil-kecil kemudian diberi larutan kanji yang sudah dipanaskan hingga berbentuk seperti lem cair yang berfungsi sebagai perekat dan diberi 6 tetes gliserol yang berfungsi untuk memperkuat kertas agar tidak mudah rapuh. Setelah itu,

campuran diaduk hingga rata sampai menyelimuti *pulp*. Kemudian, adonan ditaruh diatas cetakan dan diratakan sisinya hingga membentuk lembaran kotak dan dijemur dengan panas matahari dengan suhu lingkungan 36°C. Setelah kering, lembaran kertas yang sudah jadi diangkat. Berikut merupakan gambar *pulp* yang sedang dicetak dan kertas:



Gambar 6. *Pulp* dicetak



Gambar 7. Kertas

### 2.3.3. Uji Derajat Putih

Uji derajat putih dilakukan di Laboratorium Pertanian Universitas Gadjah Mada menggunakan alat yaitu *chroma meter*. Perhitungan derajat putih menggunakan SNI ISO 11475:2014.

### 2.4. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta dan uji derajat putih di Laboratorium Pertanian Universitas Gadjah Mada. Bahan baku diperoleh dari limbah produksi tepung aren di ongkok Klaten, Jawa Tengah.

### 2.5. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan berbagai tipe variabel diantaranya:

- Variabel Bebas: Proses organosolv
- Variabel Kontrol: Konsentrasi asam asetat dan waktu pemasakan

- Variabel Pengganggu: Bilangan kappa dan derajat putih

### 2.6. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam Penelitian Eksperimental.

### 2.7. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada lingkungan homogen karena penelitian ini dilakukan di laboratorium, sehingga penelitian ini termasuk dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL), ciri-ciri lain bahwa penelitian ini termasuk dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) adalah adanya pengaruh konsentrasi larutan dengan waktu pemasakan terhadap *pulp*.

### 2.8. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dari penelitian ini adalah primer yang dilakukan dengan menggunakan uji laboratorium di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta dan Laboratorium Pertanian Universitas Muhammadiyah Surakarta.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Hasil

Dari penelitian yang telah dilakukan padapembuatan kertas dari limbah padat produksi tepung aren dengan proses organosolv didapatkan hasil analisis sebagai berikut:

Tabel 1. Raw material

Bilangan Kappa	Kadar Lignin	Lightness	Derajat Putih
9,55	1,433	38,02	37,16

Tabel 2. Bilangan kappa dan kadar lignin sesudah *pulping*

Waktu (menit)	Bilangan Kappa			Kadar Lignin		
	3%	5%	8%	3%	5%	8%
30	9,2363	9,1563	9,1064	1,3854	1,3734	1,3659
60	9,0764	8,9565	8,7566	1,3614	1,3434	1,3135
90	8,6567	8,4569	8,1571	1,2985	1,2685	1,2235
120	7,8573	7,4576	6,9579	1,1786	1,1186	1,0436
180	6,5581	6,1583	5,6586	0,9837	0,9237	0,8487

**Tabel 3.** Bilangan kappa dan kadar lignin sesudah *bleaching*

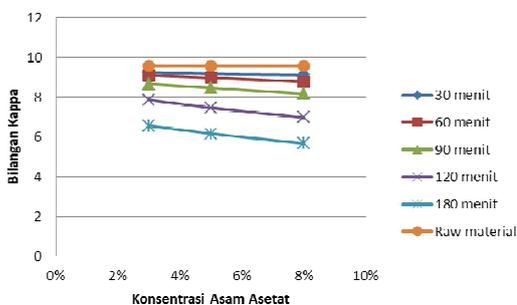
Proses	Waktu (menit)	Bilangan Kappa			Kadar Lignin		
		3%	5%	8%	3%	5%	8%
Tanpa	30	8,8566	8,1571	7,8573	1,3284	1,2235	1,1786
<i>Chelating</i>	60	8,1571	7,4576	6,8579	1,2235	1,1186	1,0287
Dengan	30	7,0578	6,2583	5,5586	1,0586	0,9387	0,8338
<i>Chelating</i>	60	5,3587	4,8589	4,2592	0,8038	0,7288	0,63888

**Tabel 4.** *Lightness* dan derajat putih (%)

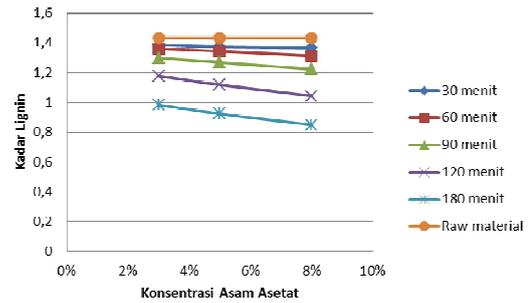
Waktu (menit)	<i>Lightness</i>			Derajat Putih (%)		
	3%	5%	8%	3%	5%	8%
30	42,54	43,54	46,01	41,3	42,36	44,46
60	47,19	48,75	50,4	45,93	46,74	48,85

### 3.2. PEMBAHASAN

Pada penelitian ini digunakan sampel bahan uji berupa limbah padat produksi tepung aren, Bilangan kappa untuk *raw material* yang telah diuji adalah sebesar 9,55 dan kadar lignin sebesar 1,4334 (Tabel 1). Sampel yang telah melalui proses *pulping* menggunakan variasi pelarut asam asetat 3,5, dan 8% dan waktu pemasakan selama 30 dan 60 menit, diperoleh bilangan kappa dan kadar ligninnya mengalami penurunan, dengan nilai terkecil pada konsentrasi 8% dengan lama waktu pemasakan 180 menit diperoleh nilai bilangan kappa 5,658 dan kadar lignin sebesar 0,8487. Hal ini disebabkan karena asam asetat mampu mendegradasi serat dengan memutuskan ikatan eter [10], sehingga semakin tinggi konsentrasi dan waktu pemasakan yang digunakan, maka kandungan lignin pada serat berkurang. Berikut merupakan grafik data yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2:

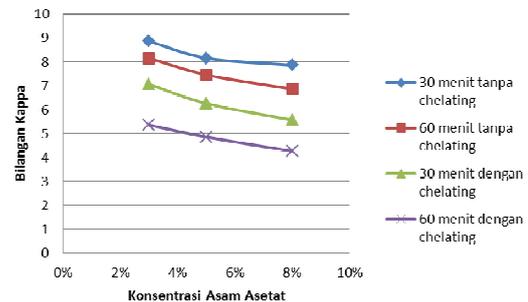


**Gambar 8.** Grafik bilangan kappa *raw material* dan sesudah *pulping*

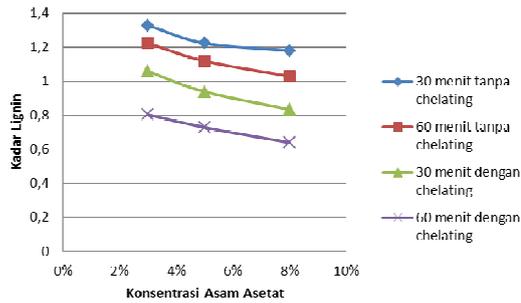


**Gambar 8.** Grafik kadar lignin *raw material* dan sesudah *pulping*

Kemudian dilakukan proses *chelating* dan tanpa *chelating* sebelum melakukan proses *bleaching*. Pada proses *chelating* digunakan 0,8%  $H_2SO_4$  dari berat kering *pulp* dan 0,2% EDTA dari berat kering *pulp*, sedangkan proses *bleaching* menggunakan pelarut hidrogen peroksida sebanyak 8% dengan suhu pemasakan 80°C [2] selama 90 menit dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 105°C dan diperoleh bilangan kappa dan kadar lignin terbaik yaitu dengan menggunakan proses *chelating* yang dapat dilihat pada Tabel 3. Hal tersebut disebabkan karena dengan menggunakan *agent chelating* dapat melepaskan ion logam, sehingga mempermudah proses pemutihan *pulp* [4]. Berikut merupakan grafik bilangan kappa dan kadar lignin sesudah *bleaching* (tanpa *chelating* vs dengan *chelating*):



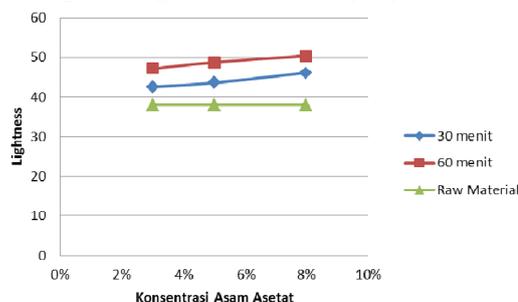
**Gambar 10.** Grafik bilangan kappa sesudah *bleaching* (tanpa *chelating* vs dengan *chelating*)



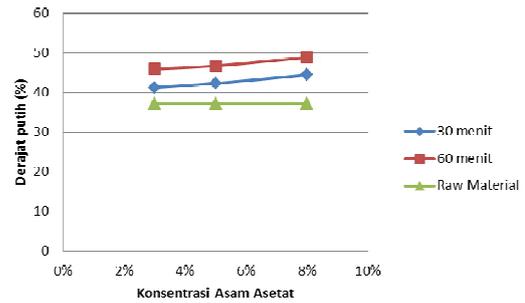
**Gambar 11.** Grafik kadar lignin sesudah *bleaching* (tanpa *chelating* vs dengan *chelating*)

Pada uji derajat putih menggunakan alat yaitu *chroma meter*, diperoleh nilai *lightness* semakin meningkat, kemudian nilai *lightness* digunakan dalam perhitungan SNI ISO 11475:2014, diperoleh nilai derajat putih semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi asam asetat yang dapat dilihat pada Gambar 12 dan 13. Hal tersebut disebabkan karena bahan yang digunakan sebagai pemutih adalah hidrogen peroksida, bahan tersebut termasuk oksidator yang bisa digunakan sebagai pemutih *pulp* yang ramah lingkungan dan ketahanan pemutihan yang tinggi, serta penurunan kekuatan serat sangat kecil [5].

Hasil data *lightness* dan derajat putih pada Tabel 4, didapat nilai terbaik yaitu pada konsentrasi asam asetat 8% 60 menit dengan nilai *lightness* 50,4 dan derajat putih sebesar 48,85%. Nilai terendah diperoleh pada sampel *raw material* dengan nilai *lightness* sebesar 38,02 dan derajat putih sebesar 37,16%. Berikut merupakan gambar grafik *lightness* dan derajat putih kertas:



**Gambar 12.** Grafik *lightness* kertas



**Gambar 13.** Grafik derajat putih kertas (%)

#### 4. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa:

1. Semakin tinggi konsentrasi asam asetat dan lama pemasakan *pulping*, maka bilangan kappa dan kadar lignin semakin rendah.
2. Semakin tinggi konsentrasi asam asetat dan lama pemasakan *pulping*, maka nilai *lightness* dan derajat putih akan semakin tinggi.
3. Proses *chelating* yang dilakukan sebelum proses *bleaching*, didapat hasil yang lebih baik dibandingkan tanpa melakukan proses *chelating*.
4. Hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi 8% pada waktu pemasakan 60 menit dengan nilai *lightness* 50,4 dan derajat putih sebesar 48,85%. Nilai terendah diperoleh pada sampel *raw material* dengan nilai *lightness* sebesar 38,02 dan derajat putih sebesar 37,16%.

#### REFERENSI

- [1] Abdullah, S., Meilina M. D. Pakpahan, dan Nowra Angelina. *Pengaruh Konsentrasi Pelarut, Temperatur dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa Muda*. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Palembang. 2009.
- [2] Coniwanti P, M. Nugra P.A. dan Christoforus S. Pengaruh Konsentrasi Waktu dan Temperatur terhadap Kandungan Lignin pada Proses Pemutihan Bubur Kertas Bekas. *Jurnal Teknik Kimia*. 2015;21(3).
- [3] Ditjen Bina Produksi Kehutanan. *Kebutuhan Kertas Domestik Meningkat*. Koran Sindo. Jakarta. 2009.

- [4] Fuadi A.M., Kusmiyati, dan Deny V. Pengaruh Waktu, Suhu dan Komposisi *Chelating Agent* pada Proses PelepasanMetal Ions di dalam *Pulp*. *Simposium Nasional RAPI VIII*. 2009.
- [5] Muladi, S. Diklat Kuliah Teknologi Kimia Kayu Lanjutan. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda. 2013.
- [6] Purnavita, S dan Herman, Y.S. Produksi Bioetanol dari Limbah Ampas Pati Aren Secara Enzimatik dengan menggunakan Mikrobia Selulolitik Ekstrak Rayap, *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*.2011;8(2):54-60.
- [7] Purnawan. Pemanfaatan Limbah Serat Industri Tepung Sagu Aren Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas (*Pulp*) dengan Proses Delignifikasi. *Jurnal Teknologi Technoscientia*. 2011;4(1):28-36.
- [8] Sudarsono, Saiful H., Murni Y., dan Purnawan. *Pemanfaatan Limbah Serat Pati Aren Sebagai Material Komposit-Poliester*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta. Yogyakarta. 2013.
- [9] Wibisono, I, Hugo L, Antaresti, dan Aylilianawati. Pembuatan *Pulp* Dar Ialang-Alang. *Jurnal Widya Teknik*. Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Surabaya. 2011;10(1):11-20.
- [10] Yandha, D.S. *Pengaruh Rasio Cairan Pemasak AA Charge pada Proses Pembuatan Pulp dari Kayu Sungkai (Peronema Canescens) terhadap Kualitas Pulp yang Belum Diputihkan*. Politeknik Negeri Sriwijaya. Sriwijaya. 2014.