

Pembuatan Kertas Dari Limbah Padat Produksi Tepung Aren Dengan Proses Soda

Maulidina Juliano Karesi^{1*} Ahmad M Fuadi²

¹Teknik Kimia/Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

²Teknik Kimia/Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Email: d500160127@student.ums.ac.id

Abstrak

Keywords:

Aren; Brightness;
Pulping;
Chelating;
Bleaching

Indonesia merupakan negara agraris, dengan jumlah limbah pertanian yang cukup banyak salah satunya limbah tepung aren. Industri tepung aren di Kabupaten Klaten, Jawa Tengah menghasilkan limbah tepung aren sejumlah 659 ton/tahun atau 2,19 ton/hari. Umumnya limbah tepung aren dimanfaatkan oleh pabrik jamur, namun setelah industri jamur yang memanfaatkan limbah aren mengalami kebangkrutan, pihak industri mengalami kesulitan membuang limbah, sehingga limbah dibuang di bantaran sungai dan di jalan-jalan, padahal dilihat dari penelitian sebelumnya diketahui bahwa ampas pati aren mengandung komponen-komponen sebagai berikut: selulosa (60,61 %), hemiselulosa (15,74 %), lignin (14,21 %), glukosa reduksi (0,5689 %), air (7,87 %) dan lain-lain (0,1 %) sehingga sangat cocok untuk dijadikan bahan baku alternatif untuk pembuatan kertas yang saat ini 90% masih didominasi oleh kayu. Pada penelitian ini limbah tepung aren dikenakan proses pulping, chelating, dan bleaching sebelum dicetak menjadi kertas. Proses pembuatan kertas menggunakan proses soda dengan variabel konsentrasi NaOH 3% 5% dan 8%,. Pada proses pulping dilakukan pada temperatur 105°C dengan variasi waktu 30, 60, 90,120 dan 180 menit, lalu dikeringkan dalam oven pada temperatur 105°C selama 2 jam. Kemudian setelah pulping dilakukan proses chelating dengan menggunakan H₂SO₄ 0,2% dan EDTA 0,8% dengan suhu 70°C selama 60 menit sedangkan proses bleaching menggunakan H₂O₂ 8% selama 90 menit dengan suhu 80°C. Didapatkan hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu pemasakan maka bilangan kappa dan kadar ligninnya akan semakin turun sedangkan derajat putihnya semakin naik. Hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi 8% pada waktu 60 menit dengan brightness yang didapat sebesar 59,31.

1. PENDAHULUAN

Indonesia menempati peringkat 9 di dunia sebagai produsen pulp yaitu sebesar 5,5 juta ton pulp per tahun dan peringkat 11 di dunia dalam industri kertas dengan kapasitas produksi sekitar 8,2 juta ton kertas per tahun. Jumlah industri pulp dan kertas di Indonesia sebanyak 13 unit. 6 unit berada di Pulau Sumatera dan merupakan perusahaan besar dengan kapasitas terpasang

seluruhnya sekitar 6,5 juta ton pulp per tahun, kebutuhan bahan baku untuk industri pulp dengan kapasitas di atas memerlukan kayu sekitar 26 juta m³ per tahun. Dari sisi ekspor, Indonesia mampu mengekspor *pulp* sebesar 3,75 juta ton dengan nilai 1,85 miliar dollar AS, dan diperkirakan kebutuhan kertas di dunia akan meningkat dari 394 juta ton menjadi 490 juta ton padatahun 2020 [3].

Peningkatan permintaan kertas semakin tinggi, maka perlu dilakukan pencarian bahan baku alternatif dalam pembuatan kertas supaya dominasi kayu dalam pembuatan kertas bisa dikurangi. Dari penelitian sebelumnya diketahui bahwa ampas pati aren mengandung komponen-komponen sebagai berikut: selulosa (60,61 %), hemiselulosa (15,74 %), lignin (14,21 %), glukosa reduksi (0,5689 %), air (7,87 %) dan lain-lain (0,1 %) [8].

Limbah produksi tepung aren yang telah melalui proses delignifikasi memiliki kadar α selulosa sebesar 95,74 % dimana kadar α selulosa yang biasanya dibutuhkan untuk bahan baku pembuatan kertas hanya sebesar 50%, dilihat dari kelebihan tersebut maka limbah tepung aren memiliki keunggulan sebagai bahan baku pembuatan kertas [9].

Industri tepung aren (*onggok*) di, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah menghasilkan limbah tepung aren sejumlah 659 ton/tahun atau 2,19 ton/hari. Biasanya limbah dimanfaatkan oleh pabrik jamur, namun setelah industri jamur yang memanfaatkan limbah aren mengalami kebangkrutan, pihak industri mengalami kesulitan membuang limbah, sehingga limbah dibuang di bantaran sungai dan di jalan-jalan [10].

Dilihat dari potensi selulosa yang ada pada limbah produksi tepung aren maka kami tertarik untuk memanfaatkan limbah tersebut sebagai bahan baku pembuatan kertas. Dengan begitu dapat membantu dalam meningkatkan nilai guna limbah industri tepung aren serta mengurangi timbunan limbah yang dapat merusak lingkungan jika tidak diolah lebih lanjut, serta meningkatkan kreativitas dengan mengubah sampah menjadi sesuatu yang bernilai ekonomis dan inovatif.

Penelitian ini penting dilakukan karena dilihat dari jumlah limbah produksi tepung aren yang begitu banyak dan belum dimanfaatkan dengan baik dan dilihat dari kebutuhan bahan baku pembuatan kertas di Indonesia yang semakin berkurang maka dengan adanya

penelitian ini diharapkan sebagai langkah maju bagi industri kertas di Indonesia.

Pulping dengan Proses Soda

Keuntungan pulping proses soda adalah mudah mendapatkan kembali bahan kimia hasil pemasakan (*recovery*) NaOH dari lindi hitam dan bahan baku yang dipakai bisa bermacam-macam [11]. Selain itu pelarut NaOH yang digunakan juga menarik dari segi harga, ketersediaan, dan kemudahan [1]. Pulping dengan larutan soda kaustik dapat dilakukan pada suhu 90 - 110 °C [5]. Pulp selulosa dari berbagai sumber dapat dilarutkan dalam NaOH / urea setelah dilakukan pra-perlakuan [6].

Chelating dan Bleaching

Chelating adalah proses yang dilakukan sebelum melakukan *bleaching*. *Chelating* penting dilakukan untuk melepaskan ion logam(Mn) yang ada pada *pulp* sehingga mempercepat proses pemutihan. Proses *chelating* yang baik menggunakan kombinasi larutan EDTA 0,8% dan H₂SO₄ 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 [7]. Faktor yang mempengaruhi dalam proses *bleaching* adalah suhu, alkalinitas dan konsentrasi. Jumlah soda kaustik yang optimal tidak hanya bergantung pada jumlah peroksida yang akan direaksikan, tetapi juga pada tingkatan suhu dan waktu retensi [12]. 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].

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

2.1. Alat

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

2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian : Aquades, NaOH, H₂SO₄, H₂O₂, KI, KMnO₄, limbah tepung aren, Na₂S₂O₃, EDTA, tepung kanji, gliserol.

2.3. Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Pulp

a. Preparasi Bahan Baku

Tahap ini merupakan proses awal yang dilakukan untuk mempersiapkan bahan baku yang dibutuhkan dalam percobaan. Bahan baku yaitu limbah produksi tepung aren dipotong kecil-kecil kemudian ditumbuk dengan mortir dan stamper lalu diblender.

b. Uji Blanko

Aquades sebanyak 200 mL, KMnO₄ sebanyak 25 mL dan larutan H₂SO₄ sebanyak 25 mL dimasukkan ke dalam gelas beker 500 mL setelah itu diatur suhunya sampai 25°C dengan cara gelas beker dimasukkan ke dalam penangas air yang berisi es batu kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit diatas *hot plate*, langkah selanjutnya ditambah larutan KI sebanyak 6 mL lalu dititrasi dengan Na₂S₂O₃ hingga terjadi perubahan warna kemudian dicatat volumenya dilakukan sebanyak 3 kali. Perubahan warna dari ungu menjadi bening.

c. Proses Pulping

Limbah produksi tepung aren ditimbang sebanyak 10 gram dimasukkan ke dalam toples kaca 200 mL kemudian ditambahkan larutan NaOH ke dalam toples kaca dengan variasi konsentrasi 3% 5% dan 8% sebanyak 100 mL setelah itu dilakukan pemasakan dengan suhu 105°C dengan variasi waktu 30,60,90,120 dan 180 menit. Selanjutnya dikeluarkan untuk dicuci dan disaring

kemudian ditambah aquades 200 mL lalu distirrer diatas *hot plate* selama 2 menit diulangi sebanyak 5 kali, hasil pulp yang sudah diperas dikeringkan ke dalam *oven* selama 2 jam.

d. Uji Bilangan Kappa Setelah *Pulping*

Hasil pulp kering ditimbang sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke dalam gelas beker 500 mL kemudian ditambah aquades 200 mL, larutan larutan KMnO₄ sebanyak 25 mL dan larutan H₂SO₄ sebanyak 25 mL. Setelah itu atur suhunya sampai 25°C dengan cara gelas beker dimasukkan ke dalam penangas air berisi es batu kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 2 menit diatas *hot plate*, lalu ditambahkan KI sebanyak 6 mL lalu dititrasi dengan Na₂S₂O₃ hingga terjadi perubahan warna dari ungu menjadi bening. Ulangi sebanyak 3 kali, lalu volume dicatat.

e. Proses *Chelating* dan *Bleaching*

Pada proses *chelating* sampel hasil pulping ditambah dengan EDTA 0,8% dan H₂SO₄ 0,2% dimasak dengan suhu 70°C selama 60 menit. Kemudian sampel dicuci lalu ditambah H₂O₂ 8% dan dimasak selama 90 menit dengan suhu 80°C. Setelah selesai pemasakan sampel dicuci dengan aquadest dan dikeringkan dalam *oven* pada temperatur 105°C selama 2 jam.

f. Uji Bilangan Kappa Sesudah *Bleaching*

Hasil pulp yang telah dibleaching ditimbang sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke dalam gelas beker 500 mL kemudian ditambah aquadest 200 mL, larutan larutan KMnO₄ sebanyak 25 mL dan larutan H₂SO₄ sebanyak 25 mL. Setelah itu atur suhunya sampai 25°C dengan cara gelas beker dimasukkan ke dalam penangas air berisi es batu kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 2 menit diatas *hot plate*, lalu ditambahkan KI sebanyak 6 mL lalu dititrasi dengan Na₂S₂O₃ hingga terjadi perubahan warna dari ungu menjadi bening. Ulangi sebanyak 3 kali, lalu volume dicatat. Perhitungan bilangan kappa menggunakan SNI 0494 - 2008.

g. Uji Derajat Putih Kertas

Uji derajat putih kertas dilakukan di Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Universitas Gadjah Mada dengan alat *chromameter* Metode perhitungan derajat putih yang digunakan berdasarkan rumus derajat putih dari De Man 1989.

2. Proses pembuatan kertas

Pulp variasi 3% 5% dan 8% yang sudah dibuat 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 diaduk hingga rata sampai menyelimuti pulp. Kemudian adonan ditaruh diatas cetakan diratakan sisinya hingga membentuk lembaran kotak dan dijemur dengan panas matahari dengan suhu lingkungan 36°C setelah kering lembaran kertas yang sudah jadi diangkat.

2.4. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta dan Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Universitas Gadjah Mada. Untuk pengambilan bahan baku diambil dari limbah produksi tepung aren di Onggok Klaten.

2.5. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan berbagai tipe variabel diantaranya:

- Variabel Bebas : Proses Soda.
- Variabel Kontrol: Konsentrasi NaOH 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 yield pulp yang dihasilkan dari limbah produksi tepung aren.

2.8. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dari penelitian ini adalah pengumpulan data primer yang dilakukan dengan menggunakan uji laboratorium.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian pembuatan kertas dari limbah padat produksi tepung aren dengan proses soda, didapatkan hasil analisis pada raw material sebagai berikut :

Tabel 1. Raw Material

| Volume Titration | d | Bilangan Kappa | Kadar Lignin |
|------------------|---------|----------------|--------------|
| 7.5 | 0.99959 | 9.55 | 1.433409446 |

Proses pulping dijalankan pada suhu 105°C [5] dengan variasi konsentrasi NaOH 3%, 5% dan 8% didapat hasil nilai bilangan kappa dan kadar lignin sebagai berikut:

Tabel 2. Bilangan Kappa dan Kadar Lignin Sesudah *Pulping*.

| Waktu | Bilangan Kappa | | | Kadar Lignin | | |
|-----------|----------------|---------|---------|--------------|----------|----------|
| | 3% | 5% | 8% | 3% | 5% | 8% |
| 30 menit | 8.556844 | 8.25706 | 7.75741 | 1.283527 | 1.238559 | 1.163611 |
| 60 menit | 7.557538 | 7.18777 | 6.95791 | 1.133631 | 1.078166 | 1.043687 |
| 90 menit | 6.661911 | 6.46475 | 6.16164 | 0.999287 | 0.969713 | 0.924245 |
| 120 menit | 5.611356 | 5.46129 | 5.26119 | 0.841703 | 0.819193 | 0.789179 |
| 180 menit | 4.831005 | 4.39083 | 4.26078 | 0.724651 | 0.658625 | 0.639117 |

Setelah melakukan *pulping* kemudian melakukan proses *chelating* menggunakan pelarut EDTA sebanyak 0,8% dan 0,2% H₂SO₄ dari berat kering *pulp* dengan suhu pemasakan 70°C selama 60 menit [4]. Kemudian dilanjut dengan proses *bleaching* menggunakan pelarut H₂O₂ sebesar 8% dengan suhu 80°C [2] selama 90 menit [7]. Diperoleh hasil analisis bilangan kappa dan kadar lignin sebagai berikut :

Tabel 3. Bilangan Kappa dan Kadar Lignin Sesudah *Bleaching* (Tanpa *Chelating*)

| Waktu | Bilangan Kappa | | | Kadar Lignin | | |
|----------|----------------|---------|---------|--------------|----------|----------|
| | 3% | 5% | 8% | 3% | 5% | 8% |
| 30 menit | 7.65747 | 7.35767 | 7.15779 | 1.148621 | 1.10365 | 1.073669 |
| 60 menit | 6.92793 | 6.49818 | 6.32827 | 1.03919 | 0.974727 | 0.949241 |

Tabel 4. Bilangan Kappa dan Kadar Lignin Sesudah *Bleaching* (Dengan *Chelating*)

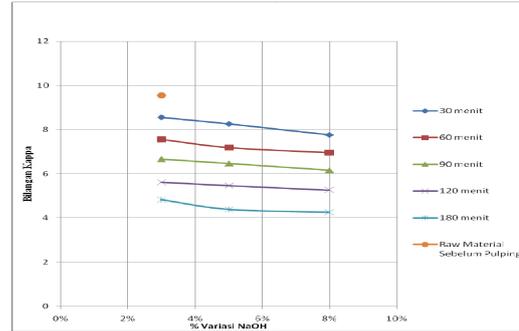
| Waktu | Bilangan Kappa | | | Kadar Lignin | | |
|----------|----------------|---------|---------|--------------|----------|----------|
| | 3% | 5% | 8% | 3% | 5% | 8% |
| 30 menit | 4.45914 | 3.75939 | 3.0596 | 0.6688715 | 0.563909 | 0.458939 |
| 60 menit | 2.80966 | 1.65988 | 0.45999 | 0.421449 | 0.248982 | 0.068999 |

Kertas yang sudah dicetak dapat diukur nilai lightness dan derajat putih dengan menggunakan alat chromameter sebagai berikut:

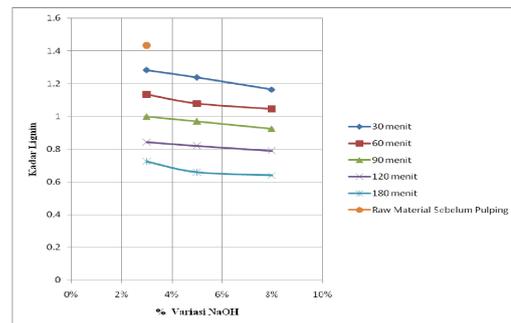
Tabel 5. Derajat Putih dan *Lightness* Kertas

| Waktu | Derajat Putih | | | Lightness | | |
|--------------|---------------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| | 3% | 5% | 8% | 3% | 5% | 8% |
| Raw Material | 37.16 | 37.16 | 37.16 | 38.02 | 38.02 | 38.02 |
| 30 menit | 46.76 | 50.21 | 50.51 | 50.29 | 52.48 | 52.73 |
| 60 menit | 55.46 | 58.48 | 59.31 | 57.45 | 60.68 | 62.36 |

Pada penelitian ini digunakan sampel bahan uji berupa limbah padat produksi tepung aren dengan penambahan variasi konsentrasi NaOH 3%,5%, dan 8% selama 30, 60, 90, 120, dan 180 menit. Setelah melalui perlakuan pulping dengan NaOH bilangan kappa dan kadar ligninnya menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi NaOH dan bertambahnya lama waktu pemasakan hal ini disebabkan karena NaOH mampu mengurangi kandungan lignin yang terdapat pada sampel. Suhu yang digunakan pada saat pulping adalah 105°C [5]. Berikut adalah grafik bilangan kappa sebelum dan sesudah pulping :

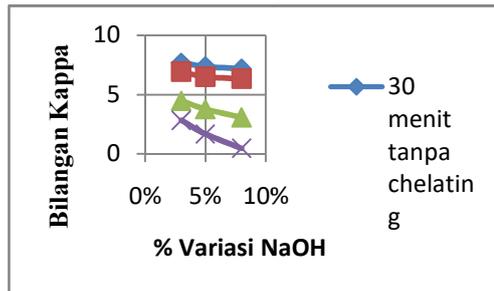


Gambar 1. Grafik Bilangan Kappa Sebelum dan Sesudah *Pulping*.

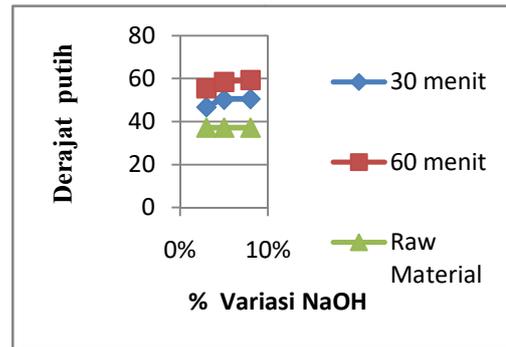


Gambar 2. Grafik Kadar Lignin Sebelum dan Sesudah *Pulping*.

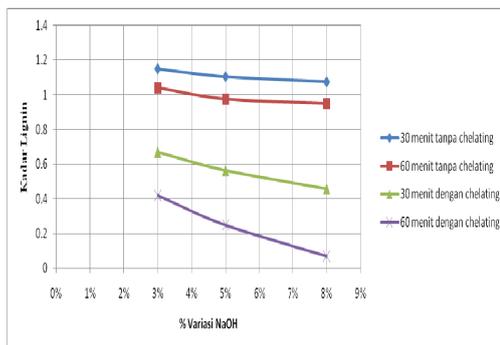
Setelah dilakukan *pulping* sample kemudian *dibleaching* tanpa *chelating* dan dengan *chelating* , didapatkan hasil bilangan kappa dan kadar lignin sample semakin menurun karena proses *chelating* dan *bleaching* dapat mengurangi kadar lignin. Pada proses *chelating* digunakan EDTA 0,8% dan H₂SO₄ 0,2% dengan suhu 70°C selama 60 menit [4], kemudian pada proses *bleaching* digunakan bahan *Hydrogen Peroxide* sebanyak 8% dengan suhu pemasakan 80°C [2] selama 90 menit [7] untuk masing-masing konsentrasi. H₂O₂ termasuk zat oksidator yang bisa digunakan sebagai pemutih *pulp* yang ramah lingkungan. Di samping itu, hydrogen peroksida juga mempunyai beberapa kelebihan antara lain *pulp* yang diputihkannya mempunyai ketahanan yang tinggi serta penurunan kekuatan serat sangat kecil [7]. Berikut adalah grafik setelah *chelating* dan *bleaching*:



Gambar 3. Grafik Bilangan Kappa Sesudah Bleaching (Tanpa Chelating vs Dengan Chelating)

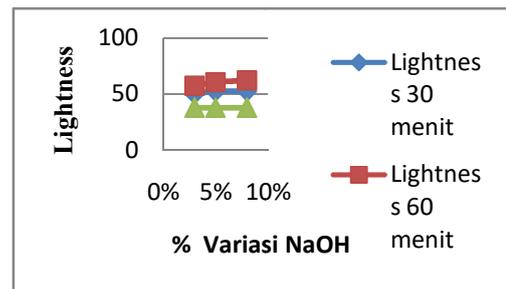


Gambar 5. Grafik Derajat Putih Kertas



Gambar 4. Grafik Kadar Lignin Sesudah Bleaching (Tanpa Chelating vs Dengan Chelating)

Pada uji derajat putih dengan alat *chromameter* didapatkan hasil yang semakin naik, karena semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan maka akan semakin sedikit kandungan lignin yang ada pada sample sehingga setelah melakukan proses *pulping*, *chelating*, dan *bleaching* maka pada saat *bleaching* dengan H_2O_2 hasilnya bisasemakin meningkat. Derajat putih maksimal didapatkan pada variasi konsentrasi NaOH 8% pada waktu 60 menit yaitu sebesar 59,31 hasil ini cukup signifikan dibanding dengan derajat putih *raw material* yang hanya sebesar 37,16. *Lightness* yang didapatkan juga semakin naik, hasil *lightness* maksimal yang didapatkan yaitu 62,36 pada variasi konsentrasi NaOH 8% dengan waktu 60 menit.



Gambar 6. Grafik Lightness Kertas

4. KESIMPULAN

1. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka bilangan kappa dan kadar ligninnya semakin menurun.
2. Semakin lama waktu pemasakan maka bilangan kappa dan kadar ligninnya semakin menurun.
3. *Bleaching* dengan *chelating* menghasilkan bilangan kappa yang lebih kecil daripada proses *bleaching* tanpa *chelating*
4. Semakin tinggi konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu pemasakan maka semakin tinggi derajat putihnya.
5. Derajat putih maksimal didapatkan pada konsentrasi NaOH 8% pada waktu 60 menit yaitu sebesar 59,31.

REFERENSI

- [1] Budtova, T and Patrick Navard. 2015. Cellulose in NaOH–Water Based Solvents. Cellulose. Springer.
- [2] Coniwanti, P., M. Nugra Prima Anka., dan Christoforus Sanders. 2015. Pengaruh Konsentrasi, Waktu dan Temperatur Terhadap Kandungan Lignin Pada Proses Pemutihan Bubur

- Kertas Bekas. *Jurnal Teknik Kimia*. 21(3)
- [3] Ditjen Bina Produksi Kehutanan. 2009 . *Kebutuhan Kertas Domestik Meningkat*. Koran Sindo. Jakarta.
- [4] Fuadi A.M., Kusmiyati, dan Deny V. 2009. Pengaruh Waktu, suhu dan Komposisi *Chelating Agent* pada Proses Pelepasan Metal Ions di dalam Pulp. *Simposium Nasional RAPI VIII*.
- [5] Jarriault, B. A., Dominique Lachenal., Christine Chirat., and Laurent Heux. 2014. Upgrading Softwood Bleached Kraft Pulp to Dissolving Pulp by Cold Caustic Treatment and Acid-Hot Caustic Treatment. *Industrial Crops and Products*. Elsevier
- [6] Li, R., Sen Wang., Ang Lu., and Lina Zhang. 2015. Dissolution of Cellulose from Different Sources in An Naoh/Urea Aqueous System at Low Temperature. *Cellulose*. Springer. (22): 339-349
- [7] Muladi, S. 2013. *Diktat Kuliah Teknologi Kimia Kayu Lanjutan*. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- [8] Purnavita, S. dan Sriyana, H. Y. 2013. Produksi Bioetanol dari Limbah Ampas Pati Aren Secara Enzimatik dengan Menggunakan Mikrobia Selulolitik Ekstrak Rayap. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*. 8(2):54-60
- [9] Purnawan. 2011. Pemanfaatan Limbah Serat Industri Tepung Sagu Aren Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas (Pulp) dengan Proses Delignifikasi. *Jurnal Teknologi Technoscientia*. 4(1): 28-36.
- [10] Sudarsono., Saiful Huda., Murni Yuniwati dan Purnawan. 2013. *Pemanfaatan Limbah Serat Pati Aren Sebagai Material Komposit- Poliester*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta. Yogyakarta.
- [11] Surest, A. H dan Dodi Satriawan. 2010. Pembuatan Pulp Dari Batang Rosella Dengan Proses Soda (Konsentrasi NaOH, Temperatur Pemasakan dan Lama Pemasakan). *Jurnal Teknik Kimia*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. 17(3)
- [12] Zeinaly, F., Mehran Karimi., Jalal Shakhes and Hosein Mohammadi. 2016. Improving The Bleaching Process of Hardwood Chemi-Mechanical Pulp. *Cellulose Chemistry And Technology*. 50 (2), 285-292.