

Pengaruh Waktu Pemanasan dan Konsentrasi Larutan Pemasak Terhadap Kualitas Pulp dari Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*)*Effect of Heating Time and Concentration of Cooking Solution on Pulp Quality of Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*)*

Rony Tulak¹, Lyse Bulu¹, Tjodi Harlim¹
Program Studi Teknik Kimia¹
Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar
Email:bulolyse@gmail.com

Abstrak

Pembuatan pulp dari eceng gondok (*eichornia crassipes*) dilakukan dengan menggunakan proses soda, dimana pembuatan pulp tersebut di mulai dengan persiapan bahan baku, pemasakan dengan menggunakan larutan NaOH, pencucian dengan air, penyaringan dan pengeringan, kemudian dianalisa untuk mengetahui kualitas pulp tersebut. Selanjutnya pulp yang sudah kering diputihkan dengan menggunakan kaporit. Variabel konsentrasi larutan pemasak NaOH 7%, 9%, 11% dan waktu pemasakan 90, 120, 150 menit adalah variabel yang digunakan untuk menentukan pengaruhnya terhadap kualitas pulp yang dihasilkan. Adapun parameter yang diuji untuk menentukan kualitas pulp adalah rendemen (% *yield*), kadar air dan kekuatan fisik pulp. Pada penelitian ini diperoleh konsentrasi dan waktu pemasakan optimum yaitu pada konsentrasi 7% dan waktu 90 menit dengan perolehan % *yield* sebesar 17,167%, kadar air 9,615%, kekuatan tarik (*Force*) 25,47 N dan tegangan (σ) 2,461 MPa.

Kata Kunci : *Aceng gondok, pulp, proses soda*

Abstract

Pulping process from water hyacinth (*eichronia crassipes*) is done by using soda proces, where pulping process starting with the preparation of raw materials, cooking process using NaOH solution, washing with water, filtering and drying then analyzed to determine the quality of the pulp. The dried pulp is bleached using chorine. The Variable concentration of NaOH cooking solution 7%, 9%, 11% and cooking time 90, 120, 150 minutes are the variable which used to determine its effect on the quality of the pulp produced. Meanwhile, the parameters tested to determine the pulp quality are yield (% yield), moisture content and physical strength of the pulp. On this research were obtained that the optimum concentration at 7% and cooking time at 90 minutes with % yield of 17,167% , moisture content 9,615%, tensile strength (*Force*) 25,47 N and voltage (σ) 2,461 MPa.

Keywords : *water hyacinth, pulp, soda process*

Pendahuluan

Kebutuhan kertas di Indonesia tiap tahun mengalami peningkatan. Penggunaan kertas saat ini telah mencapai angka yang sangat tinggi sehingga membutuhkan bahan baku kayu yang cukup besar, karena 90% pulp dan kertas yang dihasilkan menggunakan bahan baku kayu sebagai sumber bahan berserat selulosa (Simanjuntak, 1994 dalam Purnawan, dkk 2012). Kebutuhan kertas yang meningkat sebanding dengan keinginan masyarakat memiliki teknologi ramah lingkungan, sehingga diperlukan lebih banyak bahan baku serat dalam pembuatannya. Pulp merupakan bahan dasar pembuatan kertas yang terbuat dari bahan yang mengandung selulosa, antara lain bambu, eceng gondok, alang-alang, limbah hasil pertanian dan perkebunan seperti jerami, batang jagung, batang pisang dan batang ubi kayu.

Kertas pada umumnya terbuat dari bahan baku kayu. Kayu-kayu yang dipergunakan adalah kayu yang memiliki kandungan serat yang banyak dan sebagian memiliki sedikit kandungan air. Di sisi lain bahan baku kertas makin lama makin terbatas, penggunaan kayu hutan seperti pinus sebagai bahan baku pulp dan kertas menimbulkan banyak masalah seperti isu pemanasan global, penggundulan hutan dan kecepatan tumbuh yang jauh lebih lambat serta semakin menipisnya cadangan kayu dan luas hutan di Indonesia (Deperindag dan APKI, 2001, Barr, 2001; Arifin, 2008; Madakadze et al., 1999; Aremu et al., 2015).

Laju kerusakan hutan diperkirakan mencapai 450.000 ha/tahun (Kemenhut, 2013) dimana terjadi penurunan luasan hutan sebesar 85% atau 10.2 juta ha di Sumatera (Yves *et al.* 2010) akibat penggundulan hutan dan dilegalkannya pemanfaatan lahan dan sumberdaya hutan terbatas (Yamani, 2011). Untuk mengatasi hal ini perlu mencari alternatif pengganti kayu hutan sebagai bahan baku utama pembuatan pulp dan kertas. Menyadari pentingnya kelestarian lingkungan dan keberlanjutan kehidupan manusia, telah berkembang paradigma tentang konsep perancangan yang ramah terhadap lingkungan. Diharapkan dengan adanya kesadaran akan paradigma baru ini maka kelestarian lingkungan hidup dan keberlanjutan kehidupan manusia akan senantiasa terjaga (Tilaar, dkk, 2011).

Dengan meningkatnya kebutuhan yang besar akan kertas, dan tuntutan masyarakat akan teknologi yang ramah lingkungan semakin meningkat, menyebabkan perlunya pemasokan bahan baku kertas yang besar pula pada sektor industri kertas. Maka tanaman eceng gondok (*eichornia crassipes*) yang

mengandung selulosa dapat dijadikan sebagai bahan pembuat pulp, karena selain persediaannya yang banyak di Indonesia, dan juga dapat menggantikan bahan baku kayu di hutan sebagai bahan baku pembuatan pulp. Eceng gondok merupakan jenis tumbuhan yang memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi dan dengan mudah menyebar melalui saluran air, sehingga dianggap sebagai gulma karena dapat merusak lingkungan perairan. Keberadaan eceng gondok di perairan menyebabkan sulitnya sinar matahari masuk menembus perairan dan berkurangnya kandungan oksigen dalam air.

Eceng gondok ini merupakan salah satu bahan serat alam yang belum banyak dimanfaatkan. Selama ini pemanfaatan eceng gondok masih sangat terbatas, misalnya sebagai pakan ternak dan kerajinan tangan. Ketersediaannya yang sangatlah melimpah di Indonesia karena pertumbuhannya yang cepat, sehingga memiliki potensi yang besar dilihat dari segi bahan baku, juga dari segi nilai jual yang tidak terlalu tinggi. Sifat seratnya yang kuat, panjang dan lebih murni dari kayu menjadikan eceng gondok memiliki potensial tersendiri. (P.E. Ndimele, 2011)

Beberapa metode yang digunakan dalam pembuatan pulp untuk memisahkan selulosa antara lain secara mekanis, semikimia dan kimia. Pada proses pembuatan pulp secara kimia antara lain proses soda, proses sulfat dan proses sulfit.

Proses pembuatan eceng gondok menjadi pulp dilakukan dengan menggunakan proses soda. Pembuatan pulp dengan proses ini umumnya digunakan untuk gologan bahan baku lunak atau bahan baku serat pendek. Keuntungan dari proses ini adalah larutan pemasak yang digunakan hanya NaOH sehingga lebih murah dan tidak ada perlakuan mekanik. Pada proses soda, konsentrasi larutan pemasak dan waktu pemasakan berpengaruh terhadap kualitas pulp yang dihasilkan. Konsentrasi yang tinggi dan waktu pemasakan yang cukup yang lama akan menyebabkan degradasi (Paskawati, 2009).

Berdasarkan uraian diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa konsentrasi NaOH optimal yang digunakan pada pembuatan pulp dari eceng gondok dengan variasi konsentrasi 7%, 9% dan 11%.
2. Berapa lama waktu pemasakan optimal yang dibutuhkan pada pembuatan pulp dari eceng gondok dengan variasi waktu pemasakan 90 menit, 120 menit dan 150 menit.

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk menentukan konsentrasi NaOH yang optimal.
2. Untuk menentukan waktu pemasak yang optimal.

Teor

Eceng gondok (*eichornia crossipes*) merupakan gulma yang tumbuh di wilayah perairan yang hidup terapung pada air yang dalam atau mengembangkan perakaran di dalam lumpur pada air yang dangkal. Eceng gondok berkembang biak dengan sangat cepat, baik secara vegetatif maupun generatif. Perkembangbiakan dengan cara vegetatif dapat melipat ganda dalam waktu 7-10 hari. Eceng gondok hidup mengapung di air dan kadang-kadang berakar dalam tanah. Tingginya 0,4-0,8 meter. Eceng gondok pertama kali ditemukan secara tidak sengaja oleh Carl Friedrich Philipp von Martius, seorang botanis berkebangsaan Jerman pada tahun 1824 ketika sedang melakukan ekspedisi di Sungai Amazon, Brasilia. Eceng gondok adalah salah satu jenis tumbuhan mengapung. Eceng gondok merupakan tanaman asli Brazil yang didatangkan ke Indonesia tahun 1894 untuk melengkapi koleksi tanaman di Kebun Raya Bogor.

Tabel 2.1 Klasifikasi tanaman eceng gondok

Klasifikasi	
Kingdom	Plantae
Subkingdom	Tracheobionta
Super Divisi	Spermatophyta
Divisi	Magnoliopyta
Kelas	Liliopsida
Sub Kelas	Alismatide
Ordo	Alismatales
Famili	Butomaceae
Genus	Eichornia
Spesies	Eichornia Crassipes

(Plantamor, 2012)

Tanaman eceng gondok mengandung 17,2% protein kasar, 15-18% serat dan 16-20% abu, yang terdiri dari beberapa komponen, seperti; hidrogen, kalium, kalsium, karbon, belerang, mangan dan lain-lain. Komponen kimia yang terkandung dalam eceng gondok tergantung pada unsur hara tempat tumbuh dan sifat daya serap tanaman tersebut. Selain itu, eceng gondok dapat menyerap logam-logam berat dan senyawa sulfid. (Andreas,dkk. 2006).

Eceng gondok juga mengandung selulosa yang tinggi, seperti yang terlihat pada tabel 2.2 berikut ini

Tabel 2.2 Komposisi kimia eceng gondok kering

Komponen	% Komposisi
Lignin	15-30
Selulosa	30-50
Hemiselulosa	20-40

(Anjanabha Bhattacharya. et al. EJEAFChe, 9 (1), 2010).

Kertas merupakan bahan tipis dan rata, yang dihasilkan dengan kompresi serat yang berasal dari pulp. Serat yang digunakan biasanya alami dan mengandung selulosa dan hemiselulosa. Kertas merupakan sarana yang tergolong vital dalam kehidupan manusia yang kebutuhannya meningkat dari tahun ke tahun. Secara umum kertas memiliki beberapa kegunaan, seperti :

- a. Digunakan sebagai media komunikasi.
- b. Digunakan sebagai media menulis.
- c. Digunakan sebagai media melukis/menggambar.
- d. Digunakan sebagai kemasan makanan dan lain-lainnya.

Pulp adalah hasil pemisahan serat dari bahan baku berserat. Pulp dapat dibuat dari bahan kayu, nonkayu dan kertas bekas (*waste paper*). Pulp merupakan bubur kayu sebagai bahan dasar dalam pembuatan kertas. Bahan baku pulp biasanya mengandung tiga komponen utama yaitu : selulosa, hemiselulosa dan lignin. Secara umum prinsip pembuatan pulp merupakan proses pemisahan selulosa terhadap *impurities* bahan-bahan dari senyawa yang dikandung oleh kayu di antaranya lignin. Proses pembuatan pulp di antaranya dilakukan dengan proses mekanis, kimia dan semikimia. Proses pembuatan pulp dengan proses kimia dikenal dengan sebutan proses *kraf*. Proses tersebut disebut *kraf* karena pulp yang dihasilkan dari proses ini memiliki kekuatan lebih tinggi daripada proses mekanis dan semikimia, akan tetapi rendemen yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan kedua proses lainnya, karena komponen yang terdegradasi lebih banyak.

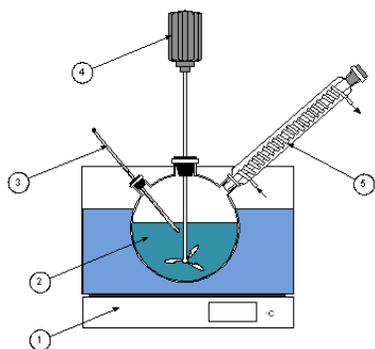
Metode Penelitian

1. Alat :

- Reaktor berpengaduk
- Erlenmeyer

- Termostat
- Oven
- Neraca Analitik
- Oil bath
- Kondensor
- Cawan
- Gelas Ukur
- Motor Pengaduk
- Labu Ukur
- Pompa Vacum
- Desikator
- Batang pengaduk
- Stopwatch

Rangkaian alat yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Rangkaian alat yang digunakan pada proses pembuatan pulp dari eceng gondok.

Keterangan gambar :

1. Oil bath
2. Labu leher tiga
3. Thermometer
4. Motor pengaduk
5. Kondensor

2. Bahan :

- Eceng gondok
- Larutan Natrium Hidroksida (NaOH)
- Kaporit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$)
- Kertas pH
- Aquadest (H_2O)
- Larutan HCl

- Kertas saring

3. Penentuan konsentrasi NaOH yang optimal sebagai larutan pemasak :

- a. Variabel tetap :
 - Berat eceng gondok 30 gram
 - Volume NaOH 500 ml
 - Waktu pemasakan 150 menit
- b. Variabel berubah :
 - Konsentrasi NaOH 7%, 9% dan 11%

4. Penentuan waktu pemasak yang optimal :

- a. Variabel tetap :
 - Berat eceng gondok 30 gram
 - Volume NaOH 500 ml
 - Konsentrasi NaOH optimal
- b. Variabel berubah :
 - Waktu pemasakan 90 menit, 120 menit dan 150 menit.

5. Tahap Pembuatan Larutan Pemasak :

- Ditimbang 70 g NaOH (konsentrasi larutan 7% dalam 1000 ml), kemudian dimasukkan dalam gelas piala 500 ml. Diberi aquadest sebanyak 400 ml kemudian diaduk hingga larut sempurna.
- Kemudian larutan dimasukkan kedalam labu takar 1000 ml, ditambahkan aquadest sampai tanda batas. Digojong hingga homogen.
- Setelah itu larutan dipindahkan kedalam botol reagen bertutup plastik.
- Langkah a-c dilakukan pula untuk larutan NaOH 9% dan 11%.

6. Tahap Pembuatan Pulp :

- Eceng gondok dibersihkan dari kotoran yang menempel, selanjutnya dipotong 4-5 cm untuk mempermudah proses selanjutnya.
- Kemudian eceng gondok tersebut dikeringkan di bawah sinar matahari.
- Eceng gondok yang sudah kering ditimbang sebanyak 30 g. Direndam dengan larutan pemasak NaOH 7% sebanyak 500 ml selama 30 menit. Dimasukkan kedalam reaktor untuk proses pemasakan dengan waktu pemasakan 150 menit, suhu pemasakan 100°C .
- Penyaringan dan pencucian
Pulp yang dihasilkan dicuci air dan HCl 1% agar bersih dari kotoran dan bebas bahan pemasak NaOH. Untuk mengetahui bahwa pulp yang sudah bebas bahan pemasak NaOH, maka dilakukan pengetesan pH dengan menggunakan kertas pH. Pencucian dihentikan sampai pH netral. Dilakukan secara bersamaan dengan menggunakan pompa vakum.

- Pengeringan
Pulp yang sudah bersih selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105°C sampai berat konstan.
- Selanjutnya dilakukan analisis
- Langkah c-f dilakukan pula untuk variasi larutan pemasak NaOH konsentrasi 9% dan 11%. Begitu pula untuk variasi waktu 90 menit dan 120 menit.

7. Analisa Pulp

Metode yang digunakan untuk analisis pulp berdasarkan Metode Gravimetri yaitu :

- % Yield
Pulp yang sudah kering kemudian ditimbang dan dihitung.
$$Yiel = \frac{B}{A} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

A = Berat bahan baku (g)

B = Berat pulp kering (g)

- Analisa kadar air
- Sampel ditimbang seberat 0,5 gram dalam cawan/beaker gelas yang telah diketahui beratnya.
- Kemudian sampel dikeringkan pada oven dengan suhu 100°-105°C selama 1 jam.
- Kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang.
- Kemudian dipanaskan lagi dalam oven selama 30 menit dan didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Perlakuan ini diulangi sampai tercapai berat konstan.

$$Kadar\ air = \frac{B-C}{B-A} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

A = Berat cawan/beaker gelas (g)

B = Berat beaker gelas + sampel sebelum dikeringkan (g)

C = Berat beaker gelas + sampel setelah dikeringkan (g)

- Uji ketahanan fisik (uji tarik/sobek)
Proses ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar menggunakan mesin *Techno Fiber Tensile Tester*.

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

σ = Tegangan (MPa)

F = Gaya (N)

A = Luas permukaan (mm²)

8. Proses Pemutihan (Bleaching)

Pemutihan dengan kaporit 10% diuraikan sebagai berikut :

- Pulp yang diputihkan adalah pulp pada konsentrasi dan waktu pemasakan yang optimum.
- Menimbang 1 g pulp kering, kemudian dicampur dengan 30 ml kaporit sambil diaduk.
- Pulp dibiarkan terendam dalam kaporit selama 3 jam.
- Selanjutnya dicuci sampai bersih kemudian dikeringkan dan dianalisis.

Hasil

1. Perolehan Yield Pada Variasi Konsentrasi Larutan Pemasak NaOH dan Variasi Waktu Pemasakan

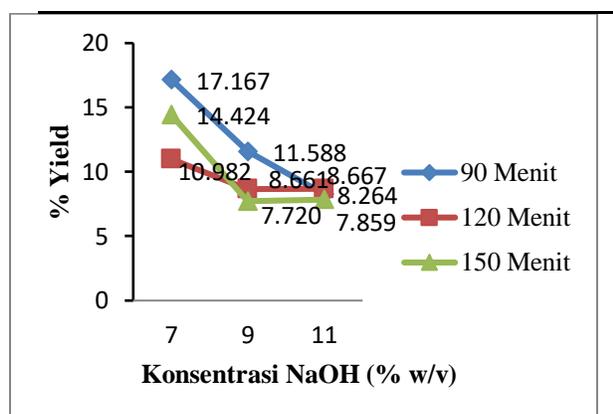
Yield pulp hasil pemasakan merupakan perbandingan antara jumlah pulp yang dihasilkan terhadap jumlah bahan baku yang digunakan. *Yield* pulp merupakan hasil yang didapat sebagai sisa hasil pemasakan dari pengurangan lignin hasil pemasakan. *Yield* pulp yang dihasilkan dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 4. Perolehan *yield* pada variasi konsentrasi larutan pemasak NaOH terhadap variasi waktu pemasakan

Konsentrasi NaOH (w/v)	% Yield		
	90 Menit	120 Menit	150 Menit
7 %	17,167	10,982	14,424
9 %	11,588	8,661	7,720
11 %	8,264	8,667	7.859

Dari data pada table 4.1 diatas menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH sebagai bahan pemasak berpengaruh terhadap *yield* pulp yang dihasilkan. Hal ini terlihat pada konsentrasi NaOH yang berbeda-beda diperoleh *yield* yang berbeda pula. Untuk lebih jelasnya dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.1.

Konsentrasi NaOH (w/v)	Perolehan σ (MPa)		
	90 Menit	120 Menit	150 Menit
7 %	2,461	2,424	3,358
9 %	0,657	1,055	0,478
11 %	0,615	0,657	0,307



Gambar 4.1 Hubungan antara konsentrasi NaOH (% w/v) terhadap % yield pada berbagai waktu pemasakan.

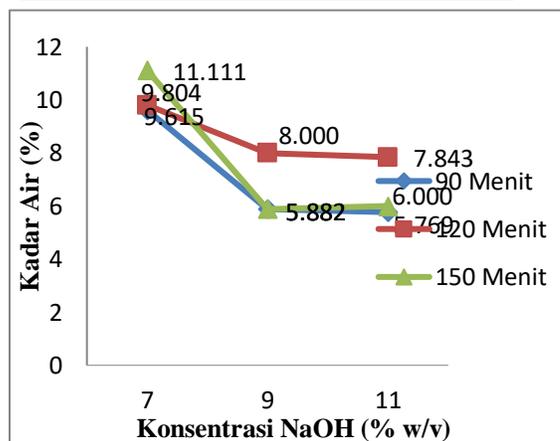
Dari gambar 4.1 diatas nampak adanya pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu pemasakan terhadap yield. Perolehan yield pulp yang dihasilkan berkisar antara 7,720%-17,167% bervariasi menurut kondisi operasi. Besarnya rendemen (yield) yang diperoleh merupakan kriteria dalam menentukan efektivitas proses pulping. Menurut Fatria, W dan Risanto (2011) semakin tinggi nilai rendemen, maka proses pulp akan semakin efektif.

2. Perolehan Kadar Air Pulp Pada Variasi Konsentrasi Larutan Pemasak NaOH dan Variasi Waktu Pemasakan

Data pengujian hasil kadar air dapat dilihat pada tabel 4.2. Nilai kadar air yang dihasilkan antara 5,769% sampai dengan 11,111%. Perolehan kadar air tertinggi diperoleh pada konsentrasi NaOH 7% dengan waktu pemasakan 150 menit sebesar 11,111%. Sedangkan perolehan kadar air terendah diperoleh pada konsentrasi 11% dengan waktu pemasakan 90 menit.

Tabel 4.2 Perolehan kadar air pada variasi konsentrasi larutan pemasak NaOH terhadap variasi waktu pemasakan

Konsentrasi NaOH (w/v)	Perolehan Kadar Air (%)		
	90 Menit	120 Menit	150 Menit
7 %	9,615	9,804	11,111
9 %	5,882	8	5,882
11 %	5,769	7,843	6

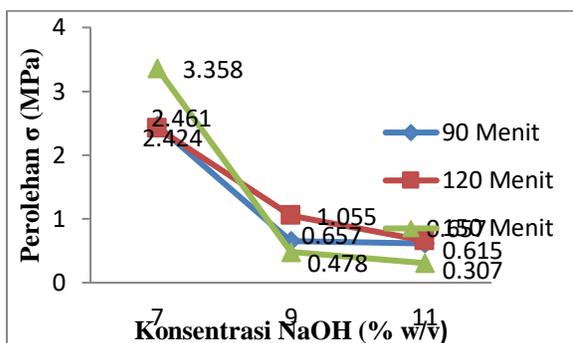


Gambar 4.2 Hubungan antara konsentrasi larutan pemasak NaOH (% w/v) terhadap % kadar air pada berbagai waktu pemasakan.

Dari gambar 4.2 diperlihatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan pemasak yang digunakan, maka kadar air akan cenderung menurun. Sedangkan makin lama waktu pemasakan dilakukan, maka kadar air cenderung naik. Hal ini disebabkan oleh proses reaksi pelepasan lignin pada selulosa, lignin yang ada pada selulosa semakin kecil karena lignin mempunyai sifat larut dalam air.

3. Perolehan σ (tegangan) Pada Konsentrasi Larutan Pemasak NaOH dan Variasi Waktu Pemasakan

Tabel 4.3 Perolehan σ pada variasi konsentrasi larutan pemasak NaOH terhadap variasi waktu pemasakan

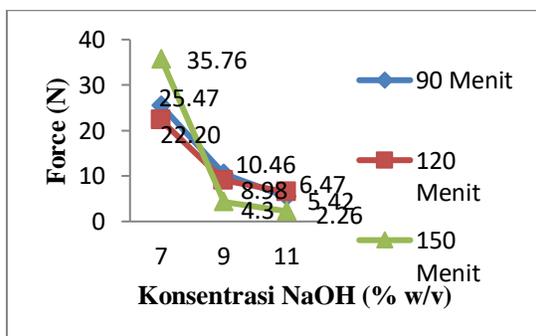


Gambar 4.3 Hubungan antara konsentrasi larutan pemasak NaOH (% w/v) terhadap perolehan σ pada berbagai waktu pemasakan.

Dari gambar 4.3 diatas, diperlihatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan pemasak yang digunakan, maka perolehan σ (tegangan) semakin kecil. Sedangkan semakin lama waktu pemasakan, maka perolehan σ (tegangan) cenderung mengalami kenaikan.

4. Pengaruh Konsentrasi Larutan Pemasak dan Waktu Pemasakan Terhadap Kualitas Pulp

Dari tabel 4.1 diperlihatkan perolehan *yield* terbesar berada pada konsentrasi 7% sebesar 17,167% dan tersendah pada konsentrasi 11% sebesar 7,720%. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi larutan pemasakan dan semakin lama waktu pemasakan maka semakin banyak selulosa yang terdegradasi. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Shere B. Noris (1959) dan Paskawati (2009).



Gambar 4.4 Hubungan antara konsentrasi larutan pemasak NaOH (% w/v) terhadap perolehan *Force* pada berbagai waktu pemasakan.

Pada gambar 4.4 dan 4.3 diperlihatkan bahwa kekuatan tarik (*Force*) dan perolehan tegangan (σ) menurun dengan bertambahnya konsentrasi larutan pemasak NaOH dan lamanya waktu pemasakan. Penurunan kekuatan tarik ini disebabkan oleh rusaknya kondisi permukaan serat yang telah terkikis oleh perlakuan NaOH dan terurainya serat tunggal akibat pelarutan hemiselulosa dan lignin. Hasil ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Nugraha (2011) bahwa kekuatan tarik serat akan menurun setelah perlakuan NaOH 5% selama 2 jam. Penurunan kekuatan serat juga dapat dikarenakan kerusakan struktur serat akibat waktu perlakuan yang terlalu lama (Sreekala *et al*, 2003).

Kesimpulan

1. Konsentrasi larutan pemasak NaOH yang optimal pada proses pembuatan pulp dari eceng gondok adalah 7% dengan perolehan pulp (*yield*) 17,167%, kadar air 9,615%, kekuatan tarik (*Force*) 25,47 N dan tegangan (σ) 2,461 MPa.
2. Lama waktu pemasakan yang optimal pada proses pembuatan pulp dari eceng gondok adalah 90 menit.
3. Semakin tinggi konsentrasi larutan pemasak dan waktu pemasakan, maka kualitas pulp yang dihasilkan cenderung rendah.

Ucapan Terima Kaih

1. Ibu Dra.Lyse Bulu, M.Si dan Prof.Dr.Ir.Tjodi Harlim selaku dosen pembimbing.
2. Ibu Rosalia Sira Sarungallo S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar.
3. Prof.Dr.Ir. Tjodi Harlim yang telah memberikan pengetahuan yang mendasar tentang Teknik Kimia.
4. Segenap Dosen Program Studi Teknik Kimia UKI Paulus Makassar yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
5. Kakak-kakak Senior dan Alumni Teknik Kimia atas saran dan bantuannya.

6. Orang tua, saudara-saudari, atas doa, bimbingan, serta kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.

Daftar Pustaka

- Aremu, M. O., Aperolola, S. O and Dabonyan, O. O., (2015), Suitability of Nigerian Corn Husk and Plantain Stalk For Pulp and Paper Production, *European Scientific Journal* , Vol.11 (30), pp. 146-152.
- Arifin. 2008. Industri Pulp Dan Kertas: Ancaman Baru Terhadap Hutan Alam Indonesia. wordpress.com/2008/01/19/industri-pulp-dan-kertas-ancaman-baru-terhadap-hutan-alam-indonesia/
- Artati, Enny K., Ahmad Effendi, & Tulus Haryanto. 2009. Pengaruh Konsentrasi Larutan Pemasak Pada Proses Delignifikasi Eceng Gondok Dengan Proses Organosolv.
- Bahri, S. (2017). Pembuatan pulp dari batang pisang. *Jurnal Teknik Kimia Unimal*,4(2), 36-50.
- Barr, C. 2001. The Financial Collapse of asi Pulp & Paper: Moral Hazard dan Implication for Indonesia's Forest, dalam Asian Development Forum-3, Bangkok.
- Coniwanti, P., Novalina, S., & Putri, I. K. 2009. Pengaruh Konsentrasi Larutan Etanol, Temperatur dan Waktu Pemasakan pada Pembuatan Pulp Eceng Gondok Melalui Proses Organosolv. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(4).
- Deperindag dan APKI. 2001. Industri Pulp dan Kertas 1999-2003: Realisasi 1999-2000 dan Proyeksi 2001-2003. Jakarta: Direktorat Industri Pulp dan Kertas.
- Fatriasari, W., & Ristanto, L. (2011). The properties kraft pulp sengon wood (*Paraserianthes falcataria*): Differences of cooking liquor concentration and bleaching sequence. *Widyariset*, 14(3), 589-598.
- Fengel, D., & Wenger, G. 1995. Kayu, Kimia Ultra Struktur Reaksi-reaksi. Yogyakarta: Gajah Mada University Pers.
- Gunawan, P. dan Sahwalita. 2007. Pengolahan Eceng Gondok sebagai Bahan Baku Kertas Seni. Balai Litbang Kehutanan Sumatera, Medan.
- Jayanuddin. 2007. Pemanfaatan Pulp Eceng Gondok Sebagai Alternatif Bahan Baku Kertas dengan Proses Soda. Universitas Lampung, Lampung.
- Muliati. 2003. Pembuatan Pulp Dari Batang Pisang Abaka. Laporan Tugas Akhir: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Nata, I. F., Niawati, H., & Muizliana, C. 2013. Pemanfaatan Serat Selulosa Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas: Isolasi dan Karakterisasi. *Konversi*,2(2), 59-66.
- Nugraha I N Y, (2011) Pengaruh Perlakuan Kimia Serat Alam Remi Terhadap Kekuatan Tarik Serat Tunggal, *JPTK, UNDIKSHA*, Vol. 8, No. 2, Juli 2011 : 89-98
- Paskawati, dkk. 2009. Pemanfaatan Sabuk Kelapa Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas Komposit Alternatif.
- P.E. Ndimele. 2011. "The Invasive Aquatic Macrophyte, *Water hyacinth (Eichornia Crassipes Mart.) Solms-Laubach: Pontedericeae: Problem and Prospects*", *Research Journal of Environment Science*, ISSN 1819-3412
- Saleh Abdullah.,Meilina M.D.. Pakpahan & Nowra Angelina. 2009. Pengaruh Konsentrasi Pelarut, Temperatur dan Waktu Pemasakan Pada Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa Muda. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 16, No. 3. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Shere B. Noris, 1959, Lignin dan Kadar Metoksil dari Beberapa Bahan Baku untuk Pulp. Bandung : Balai Penelitian Pulp, Balai Besar Selulosa.
- Solechudin & Wibisono. 2002. Buku Kerja Praktek, PT Kertas Lecces Persero, Probolinggo, Indonesia.
- Sreekala M.S and Thomas S. (2003), Effect of fibre surface modification on water-sorption characteristics of oil palm fibres, *Composites Science and Technology* 63, 861-869
- Tangtibentang, Ruth. 2000. Pembuatan Pulp Dari Batang Jagung. Laporan Tugas Akhir: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Tilaar, M., Wong, L., W., Anna, S., R. (2011). *Pioneers In Green Science*. Jakarta: Dian Rakyat.