

Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Pulp Tandan Kosong Sawit

M Khaidiz Rafi, Zuchra Helwani, Hari Rionaldo, Zulfansyah*

Laboratorium Pengendalian dan Perancangan Proses
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau

*E-mail : Zulfansyah@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACT

The use of wood for paper making in Indonesia can be reduced by biomass materials and non-wood raw materials. Indonesia is the country that produces the largest palm oil in the world with a total oil palm plantation area of 11 million Ha and a total palm oil production of 33 million tons / year [Ministry of Agriculture, 2016]. Reduce palm oil mill waste can be use by utilizing oil palm empty fruit bunch as alternative raw material in making paper. A central composite design (CCD) and response surface methodology (RSM) were employed to optimize the soda pulping of oil palm empty fruit bunch. The effects of three independent variables are temperature (120°C, 130°C and 140°C), cooking time (60, 120 and 180 min), solid to liquor ratio (1/8, 1/10 and 1/12) on pulp yield, lignin content, and physical properties of pulp were investigated. The major parameter influencing was the solid to liquor ratio for pulp yield and lignin content. According to the response surface analysis the optimum conditions for yiled pulp 50,66% and lignin content of 5,2% would be obtained using a cooking time of 60 minute, at 180°C and with a solid to solid to liquor ratio of 1/12 with *desirability value* 0.788. On the physical characteristics of the pulp the value obtained for the burst index is 21.769 kPa m²/g, tensile index 0.570875 mN.m²/g and tear index 548.791 mN/g.

Keywords: oil palm empty fruit bunch, optimization, CCD, RSM.

1. PENDAHULUAN

Industri pulp dan kertas di Indonesia saat ini tergolong besar. Kebutuhan pulp dalam negeri mencapai 7.3 juta ton/tahun, dan produk kertas 10.7 ton/ tahun [Kementrian Pertanian, 2016]. Proses pembuatan pulp di dunia masih menggunakan bahan baku kayu alami. Penggunaan kayu pada pembuatan kertas di Indonesia dapat dikurangi dengan bahan baku biomassa atau limbah padat industri dan bahan baku selain kayu (non-wood).

Indonesia merupakan negara yang menghasilkan minyak sawit terbesar di dunia dengan total luas areal perkebunan

sawit 11.672.851 Ha dan total produksi minyak sawit 33.500.691 ton pada tahun 2016 [Kementrian Pertanian, 2016] maka dari itu limbah-limbah yang dihasilkan pabrik juga besar. Limbah yang dihasilkan berupa limbah cair dan limbah padat, dimana limbah cair berasal dari input air pada proses separasi dan sterilisasi sedangkan limbah padat berasal dari tandan kosong sawit (TKS) dan abu [Yusoff, 2004].

TKS dapat menjadi sumber bahan baku alternatif serat non-kayu untuk pulp dan kertas. Hal ini terkait dalam upaya menjaga kelestarian hutan Indonesia. Penggunaan bahan baku non-kayu

merupakan suatu cara yang dapat ditempuh untuk memproduksi pulp dan kertas. Seiring dengan perkembangan industri sawit semakin pesat selama dua dekade, TKS dapat dibuat menjadi pulp dengan kekuatan cukup tinggi sebagai bahan baku kertas cetak tulis, substitusi kertas kantong semen dan kertas cetak.

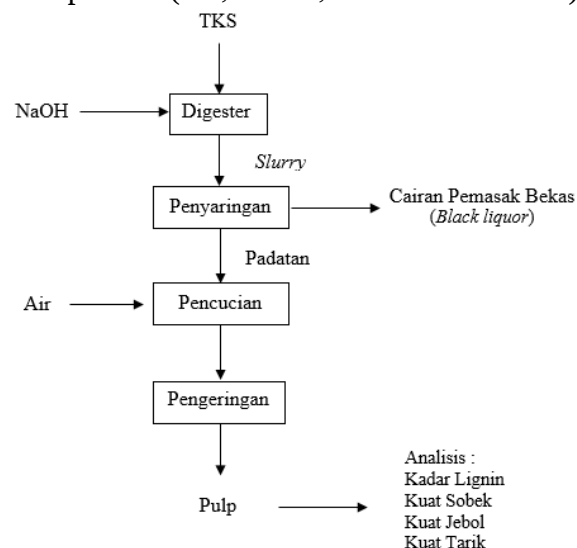
TKS merupakan salah satu biomassa yang saat ini digunakan sebagai bahan bakar pabrik sawit sendiri untuk menghasilkan energi [Hassan *et al.*, 2010]. TKS yang terdiri dari (selulosa 44.4%, hemiselulosa 30.9% dan lignin 14.2%) masih dianggap sebagai sumber daya yang kurang dimanfaatkan [Sun *et al.*, 1999]. Pada tahap awal TKS dipotong-potong atau diurai dan selanjutnya dibuat bubur (pulp). Proses pulping dilakukan dengan cara memasak TKS dalam tanki pemasak (digester) dan ditambahkan larutan KOH. TKS dimasak sekitar dua jam pada suhu 100°C. Selanjutnya TKS dipisahkan dari larutan yang mengandung lignin. Lignin dan resin yang dihasilkan pada tahap ini dapat digunakan sebagai bahan kimia lain maupun digunakan sebagai bahan bakar.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Prosedur Penelitian

Penelitian *soda pulping* dengan menggunakan NaOH 90% sebanyak 25 gram sebagai laturan pemasak dilakukan percobaan pada reaktor silinder 600 ml dengan suhu mencapai 150°C dan tekanan hingga 2 - 7 bar. Variabel suhu pemasak (*digester*) pada penelitian yaitu 120°C, 130°C, dan 140°C, diproses dengan waktu reaksi 60 menit, 120 menit dan 180 menit.

Perbandingan bahan baku dengan nisbah cair:padat (8/1, 10/1, dan 12/1 b/b).



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Pulp TKS

2.2 Analisa Hasil

Padatan (pulp) hasil penelitian digunakan untuk menghitung *yield pulp*, kadar lignin pulp dan karakteristik sifat fisik pulp. Kadar lignin pulp di analisa menggunakan metode pengujian SNI 0492:2008. Selanjutnya analisis sifat fisik pulp dilakukan dengan pengujian seperti berikut, yaitu *burst index* (T-403), *tensile index* (T-494), *tear index* (T-414).

3. Hasil Dan Pembahasan

Yield yang diperoleh berkisar 44 % - 53 %, lignin berkisar 6.3 % - 7.1 % dan *burst index* 21.769 kPa.m²/g, *tensile index* 0.570875 mN.m²/g dan *tear index* 548.791 mN/g. *Yield* pulp yang dihasilkan cukup tinggi jika dibandingkan dengan *yield* pelepah sawit, dan batang gandum secara berturut yaitu sebesar 37.81%, dan 48 % (Rosli dkk., 2004; Mussatto dkk., 2006)

Model orde dua yang dibentuk dapat digunakan untuk memperkirakan respon dengan koefisien determinasi, $R^2 = 0.8026$ pada tingkat signifikansi 95%. Waktu (B) dan Nisbah padat:cair (C) merupakan faktor-faktor yang paling mempengaruhi nilai *yield* pulp. Faktor kuadratik suhu pemasakan (A^2), waktu pemasakan (B^2) dan nisbah padat:cair (C^2) memberikan pengaruh yang positif terhadap *yield* pulp.

Optimasi kondisi proses dilakukan dengan pendekatan fungsi desirability adalah salah satu teknik optimasi multi-respons yang paling sering digunakan dalam praktek. (Ott, 1988) Hasil analisis multivariabel RSM menunjukkan pengaruh kondisi proses terhadap respon pulp. Pengaruh tersebut dapat dilihat dari koefisien persamaan kuadratik dari model dalam bentuk variabel yang dituliskan pada persamaan 1 dan 2.

$$Y1 = 51.6706 - 0.856193 B + 0.964128 C - 1.586 AB - 1.87905 A^2 - 1.46804 B^2 - 0.824574 C^2 \dots\dots\dots(1)$$

($R^2 = 0.8026$, $adj R^2 = 0.7434$)

$$Y2 = 7.89667 + 0.277582 C + 0.30625 AB + 0.13125 BC - 0.863362 A^2 - 0.686586 B^2 - 0.554003 C^2 \dots\dots\dots(2)$$

($R^2 = 0.6107$, $adj R^2 = 0.4938$)

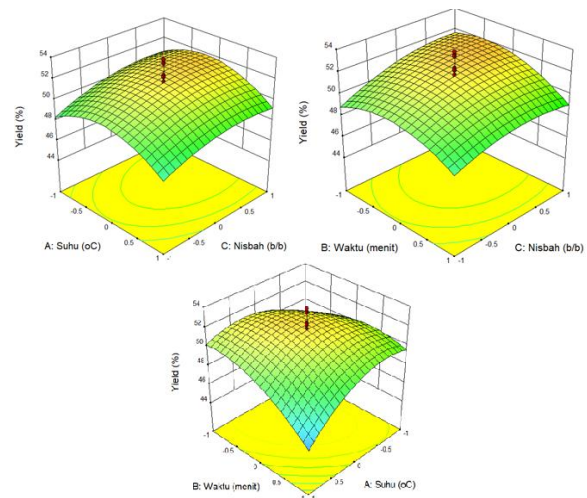
menghasilkan:

$$d_1(\hat{Y}_1) = 0.791$$

$$d_2(\hat{Y}_2) = 0.786$$

dengan *desirability* secara keseluruhan untuk solusi ini adalah 0.788. Semua tanggapan diprediksi berada dalam batas yang diinginkan.

Dari hasil pengujian *p-value*, untuk *yield* pulp faktor yang mempengaruhi yaitu waktu reaksi, nisbah cair:padat, interaksi suhu terhadap waktu pemasakan, interaksi kuadratik suhu, kuadratik waktu, dan kuadratik nisbah cair:padat, berdasarkan uji F_{hasil} terhadap tabel distribusi F. Namun nisbah cairan-padatan tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Gambar 2 merupakan grafik respon permukaan dari variabel kondisi proses terhadap respon kadar alfa selulosa pulp. Variabel nisbah cairan (C) diplot sebagai sumbu tetap pada rentang kondisi proses -1, 0, dan 1 karena dianggap memberi pengaruh yang relatif paling rendah dibanding variabel A dan B, yang didapat pada berbagai kondisi proses yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pengaruh suhu pemasakan waktu pemasakan dan nisbah cairan-padatan terhadap kadar *yield* pulp.

Proses pembuatan pulp dibutuhkan nilai produk *yield* yang tinggi dan kadar lignin yang rendah. Untuk itu optimisasi dilakukan agar mendapatkan kondisi proses yang menghasilkan pulp optimum. Dalam pembuatan pulp diinginkan produk pulp

dengan selulosa dan rendemen serta kadar lignin yang rendah. Kondisi optimasi proses menghasilkan pulp optimum pada penelitian ini yaitu yield 50,66% dan untuk hasil optimum pada kadar lignin yaitu 5,2% pada kondisi operasi suhu pemasakan 180°C , nisbah padatan terhadap cairan 1:12 dan waktu pemasakan 60 menit.

Optimasi kondisi proses karakteristik sifat fisik pulp optimum yaitu *burst index* 21.769 kPa.m²/g, *tear index* 548.791 mN/g dan *tensile index* 0.570875 mN.m²/g dicapai pada kondisi operasi suhu pemasakan 180°C , nisbah padatan terhadap cairan 1:12 dan waktu pemasakan 60 menit.

4. KESIMPULAN

Delignifikasi TKS dapat diperoleh menggunakan natrium hidroksida sebagai larutan pemasak dengan reaksi kaustik. Faktor yang paling berpengaruh untuk respon kualitas kimia pulp yaitu nisbah cair:padat. Nilai optimum yang diperoleh pulp yield 50,66% dan kadar lignin 5,2% Pada karakteristik fisik pulp nilai yang diperoleh untuk *burst index* 21.769 kPa.m²/g, *tensile index* 0.570875 mN.m²/g dan *tear index* 548.791 mN/g.

DAFTAR PUSTAKA

Hassan A., Abu Bakar A., Ani F.N., dan Salema A.A. 2010. A Review on Oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber-Reinforced Polymer Composite Materials. 31:2079–2101.

Kementrian Pertanian. 2015. Statistik Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia 2014-2016.

<http://www.ditjenbun.pertanian.go.id>.
Diakses 19 Oktober 2016.

- Mussatto Solange I., Dragone G., Rocha G.J.M., dan Roberto Ines C. 2006. Optimum Operating Conditions for Brewer's Spent Grain Soda Pulping. *Carbohydrate Polymers*. 64:22-28.
- Ott, L. 1988. *An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis*, third ed. PWS, Kent, Boston.
- Rosli W.W.D., Asro R., Zainuddin Z., dan Law K.N. 2004. Effect of Pulping Variables on The Characteristic of Oil-palm Frond-fiber. *Bioresource Technology*. 93:233-240.
- Sun B.R.C., Fang JM., Mott L., dan Bolton J. 1999. Fractional Isolation and Characterization of Polysaccharides from Oil Palm Trunk and Empty Fruit Bunch fibres. *Holzforschung* 53:253–260.
- Yusoff, S. 2004. Renewable Energy from Palm Oil - Innovation on Effective Utilization of Waste. *Jurnal of Cleaner Production*. 14:87-93.