

Unjuk Kerja *Rotating Disk Membrane Module* (Rdmm) pada Pemurnian Sodium Lignosulfonat

Syamsu Herman , Khairat

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Abstrak

Pembuatan Sodium Ligno Sulfonat dari serbuk gergaji dalam reaktor bertekanan (Autoklaf) menggunakan pelarut sodium bisulfit (NaHSO_3), masih memiliki kemurnian yang masih rendah (TSS 150). Usaha untuk meningkatkan kemurnian SLS dilakukan dengan cara melewatkan SLS ini kedalam reaktor RDMM .yang dilengkapi dengan membran Selulosa Tri Asetat (CTA). Unjuk kerja RDMM dilihat dari fluk permeat yang diperoleh pada variasi putaran pengaduk - membran diam , putaran membran pengaduk diam, putaran pengaduk-membran, serta jarak pengaduk dengan membran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi operasi optimal (fluks besar) terjadi pada putaran pengaduk dan putaran membran 100 rpm, dengan arah berlawanan.

Kata kunci : CTA, RDMM , SLS

1. Pendahuluan

Sodium Ligno Sulfonat (SLS) merupakan senyawa lignin atau degradasinya yang mengalami sulfonasi dan penyisipan ion sodium. Senyawa ini dikenal sebagai bahan surfaktan , emulsifier, *binder agent*, aditiv *water reducing admixture*, resin penukar ion, pereaksi untuk urea formaldehid, fenol, furan, epoksida, uretan, serta sejumlah kegunaan lain (Fengel, 1995). Dalam beberapa penelitian terbaru disebutkan bahwa senyawa SLS dapat dipergunakan sebagai aditif untuk memberikan sifat *bio-active* dan *bio-compatibility* pada polimer komposit polyolefin (Cazacu, 2004), sebagai material proteksi korosi baja (Vagin, 2006), dan bahan antioksidan (Vinardell, 2008).

Dalam bentuk yang lebih murni senyawa SLS juga memiliki kegunaan sebagai komponen pembentuk material komposit polielektrolit membran (PEM) yang direkomendasi menggantikan material Nafion[®] pada teknologi *direct methanol fuell cell* (DMFC) untuk menghasilkan listrik dari metanol (Zhang (2006), Torras (2007)). Teknologi DMFC memiliki prospek cerah, dan dewasa ini telah mulai diaplikasikan pada kendaraan transportasi bertenaga listrik, hal ini karena potensi polusi udara dan suara minimal serta metanol dapat diproduksi dari bahan nabati (*renewable energy*).

Senyawa SLS dapat disintesis dari serbuk gergaji atau biomassa lain menggunakan pelarut sodium bi-sulfit maupun sodium sulfit dalam reaktor bertekanan (Amri, 2007; Amri, 2008a; Amri, 2008b; Amri, 2008c). Meskipun demikian kemurnian produk SLS yang diperoleh (SLS lokal) masih rendah yaitu antara 30-41% dibanding SLS komersial yang mencapai kemurnian 80%. Untuk itu perlu dipikirkan usaha

meningkatkan kemurnian SLS lokal ini agar dapat bersaing dengan SLS komersial namun dengan tetap memperhatikan faktor biaya produksi.

Teknologi ultrafiltrasi dipandang sebagai teknologi yang prospektif untuk pemurnian lignosulfonat. Penelitian ultrafiltrasi lignosulfonat menggunakan modul membran hollow fiber dan modul tubular telah dilakukan, meskipun masih terdapat kendala, terutama masalah fouling dan polarisasi konsentrasi (Bhattacharyaa, 2005).

Bhattacharyaa menguji beberapa membran untuk pemurnian kalsium lignosulfonat (CaLS) dengan sistem ultrafiltrasi-diafiltrasi. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa *regenerated cellulose (RC)* membran memberikan unjuk kerja yang terbaik khususnya ketahanan terhadap *fouling* daripada membran polisulfon dan polietersulfon. Weis (2005) mempelajari pengaruh morfologi, hidropobitas dan muatan permukaan membran terhadap unjuk kerja sistem ultrafiltrasi pada proses pemekatan CaLS. Weis menerangkan bahwa fouling yang terjadi terutama disebabkan oleh faktor hidrophobitas. Membran yang bersifat hidrofob cenderung lebih mudah terkena fouling dari pada membran hidrofil.

Berbagai metode untuk meminimalisir fouling dan fenomena polarisasi konsentrasi pada proses ultrafiltrasi makromolekul telah dilakukan, perkembangan yang relatif baru dan efektif adalah penggunaan modul disk membran berputar (*rotating disk membrane module, RDMM*) ,(Sangita (2006), Mostefa (2006)). Mereka umumnya menyebutkan bahwa efek turbulensi dan *shear rate* disekitar permukaan flat membran signifikan menurunkan polarisasi konsentrasi dan fouling, sehingga dapat memperbaiki unjuk kerja proses secara keseluruhan.

Berdasarkan kajian literatur di atas, penulis telah mencoba membuat alat untuk memurnikan senyawa sodium lignosulfonat (modul disk membran berputar) dari bahan stainless, yang dilengkapi membran dari bahan selulosa triasetat (CTA). Namun untuk aplikasinya, perlu dilihat unjuk kerja dari alat tersebut. Variabel proses yang dipelajari adalah pengaruh putaran pengaduk- disk membran diam, putaran disk membran -pengaduk diam, putaran Pengaduk-disk membran, dan jarak Pengaduk dengan disk membran.

Tujuan khusus penelitian ini adalah melihat unjuk kerja rancangan alat *RDMM* yang dibuat pada berbagai kecepatan putar disk membran, pengaduk, dan jarak, pada pemurnian SLS yang berasal dari serbuk gergaji.

2. Metode Penelitian

Penelitian diawali dengan persiapan bahan dan peralatan. Bahan utama yang diperlukan sebagai umpan modul membran adalah berupa *black liquor* yang mengandung SLS yang telah dipisahkan dari selulosa. *Black liquor* diperoleh dari proses pemasakkan (hidrolisis dan sulfonasi) serbuk gergaji (kayu kulim) yang dilakukan dalam *autoklaf* menggunakan pelarut sodium bisulfit (pH 4,3), rasio serbuk gergaji: pelarut adalah 1:15 dan suhu 160°C (kenaikan suhu secara perlahan selama 3 jam dan dipertahankan pada suhu tetap 160°C selama 2 jam), diumpankan dalam RDMM (gambar 1).

Desain modul disk membran berputar pada penelitian ini (Herman, S dan Amri, A, 2009) mempunyai diameter efektif flat disk membran 3,8 cm seperti terlihat dalam Gambar 3(bahan dari stainless). Sedangkan bahan membran yang digunakan adalah jenis *cellulose triacetate (CTA)* dengan *molecular weight cut off (MWCO)* 5000.



Gambar 1. Rancangan alat RDMM

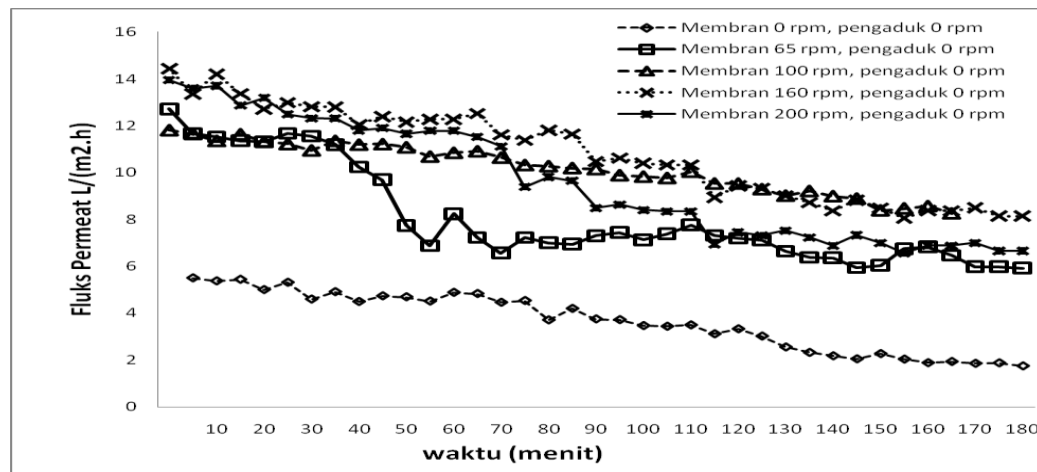
Berdasarkan siklus umpan, dilakukan percobaan dengan sistem penambahan air pada siklus retentat sedangkan permeat dikeluarkan (sistem diafiltrasi). Kecepatan aliran air yang ditambahkan harus sama dengan kecepatan aliran permeat sehingga tidak terjadi akumulasi volum cairan. Pengambilan data dilakukan dengan sistem *direct search* terhadap flux sebagai fungsi waktu (setiap 5 menit) untuk setiap perubahan kecepatan putar disk membran, pengaduk diam, kecepatan putar pengaduk disk membran diam, kecepatan putar pengaduk disk-membrane, divariasikan mulai dari 0 rpm, 65 rpm, 100 rpm, 160 rpm dan 200 rpm, dan jarak pengaduk dengan disk membran 4 dan 6 cm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Putaran disk Membran Terhadap Fluks Permeat

Pemutaran membran menyebabkan fluks permeat meningkat hingga mencapai dua kali lipat, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Semakin tinggi kecepatan putar membran maka fluks permeat semakin besar sampai pada kecepatan putar membran tertentu. Hal ini akibat dari selain adanya *shear rate*/gaya geser permukaan membran terhadap polarisasi konsentrasi/fouling, juga akibat adanya getaran membran yang meminimalisir penempelan fouling.

Berdasarkan kecepatan fouling, terlihat sepintas bahwa laju fouling tidak begitu signifikan berbeda antara membran yang diputar, kecuali pada data putaran membran 65 rpm, yang mengalami sedikit fluktuasi pada rentang waktu 30 menit hingga 70 menit operasi.

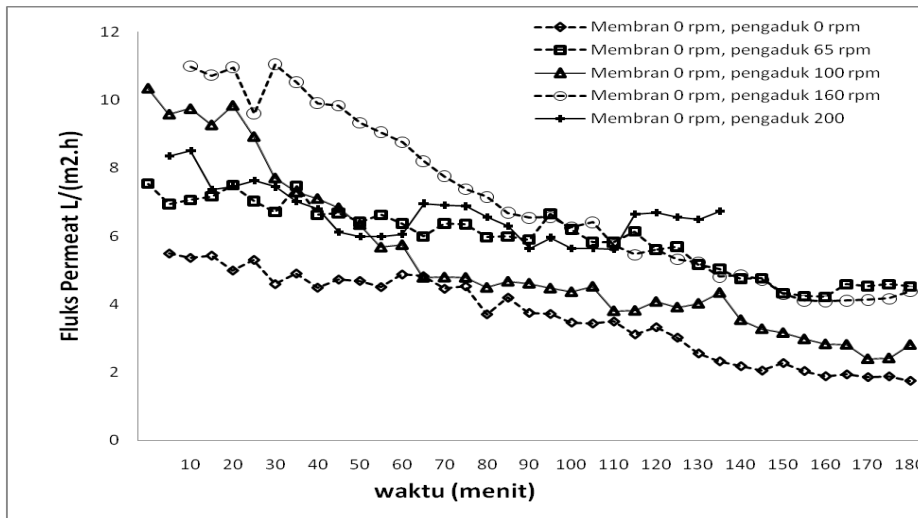


Gambar 2. Pengaruh Putaran Disk Membran RDMM terhadap fluks permeat

Pengaruh Putaran Pengaduk Terhadap Fluks Permeat

Pada Gambar 3 terlihat bahwa RDMM tanpa aktivitas pemutaran (pengaduk dan membran tanpa putaran) menghasilkan fluks permeat relatif paling rendah namun dengan gradien penurunan fluks yang juga rendah. Gradien yang rendah ini menunjukkan bahwa kecepatan fouling relatif lambat. Penambahan kecepatan putaran pengaduk dari 65 rpm sampai 160 rpm ternyata menghasilkan pertambahan fluks cukup signifikan yaitu sekitar 30% (untuk 65 rpm) sampai sekitar 100% (untuk 160 rpm). Meskipun demikian, terlihat bahwa gradien fouling relatif lebih tajam dibanding RDMM tanpa aktivitas pemutaran.

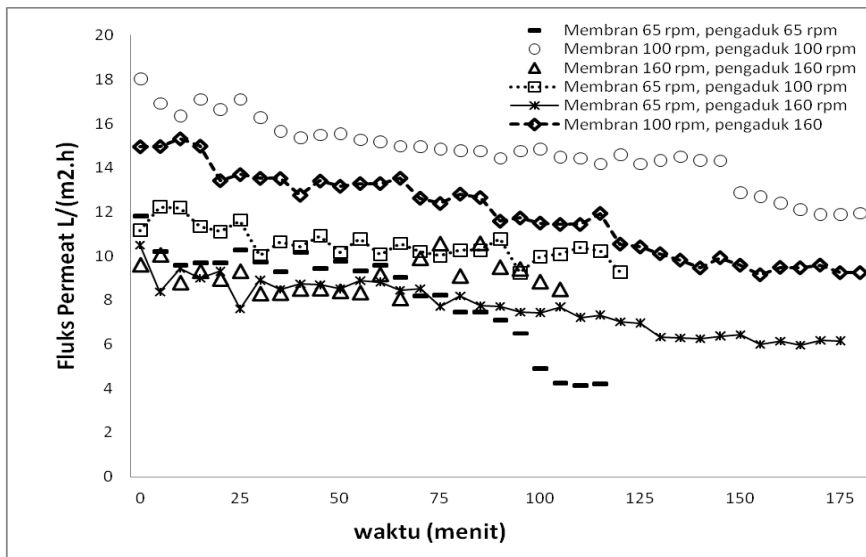
Fenomena penambahan fluks akibat pemutaran pengaduk, disebabkan oleh gaya aksial dan efek turbulensi cairan diatas membran. Gaya aksial diatas membran mendorong senyawa SLS menuju pori membran. Disamping itu, hal ini mengindikasikan bahwa arah lubang pori dari membran *cellulose triacetate* (CTA) adalah acak dan tidak seragam, sebagaimana yang telah dijelaskan oleh Sangita (2006). Dengan bentuk acak tersebut maka dengan penambahan turbulensi mengakibatkan peluang datangnya fluks menembus mulut pori dengan arah tegak lurus akan semakin besar, sehingga secara langsung memperbesar fluks yang lewat. Sedangkan pada kecepatan putar pengaduk 200 rpm terjadi penurunan fluks permeat, hal ini akibat gaya aksial terlalu besar dibanding kemampuan pori menerima permeat.



Gambar 3. Pengaruh Putaran Pengaduk RDMM terhadap fluks permeat

Pengaruh Putaran Pengaduk - Membran, Terhadap Fluks Permeat

Pada Gambar 4 terlihat bahwa fluks tertinggi terjadi pada putaran membran 100 rpm dan putaran pengaduk 100 rpm yang diputar secara bersamaan berlawanan arah. Ditinjau dari kecepatan fouling ternyata cukup moderat, yang artinya kecepatan fouling relative sedikit lebih rendah dibanding Gambar 2 dan 3.

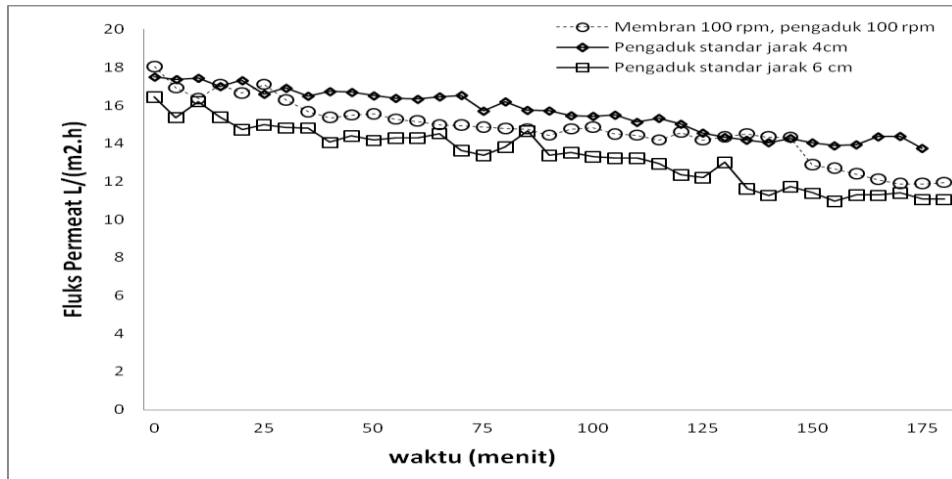


Gambar 4. Pengaruh Putaran Disk Membran dan Pengaduk yang Berlawanan Arah

Pengaruh Jarak Antara Pengaduk dan Membran

Pada Gambar 5 terlihat bahwa jarak pengaduk-membran 4 cm ternyata menunjukkan data-data fluks yang lebih baik dari jarak membran-pengaduk 6 cm (putaran membran-pengaduk 100 rpm berlawanan arah), serta ketahanan fouling

yang juga baik. Hal ini mengindikasikan bahwa ruang kosong memberi keleluasaan bagi cairan untuk terbentuknya vortex yang akan membantu mengikis fouling secara lebih cepat.



Gambar 5. Pengaruh Jarak Antara Pengaduk dan Disk Membran

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil-hasil yang telah diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa; putaran pengaduk dan putaran membran sangat berpengaruh terhadap fluks permeat dan tingkat kecepatan fouling, dimana unjuk kerja RDMM yang baik pada kecepatan putar pengaduk dan membran 100 rpm, dengan arah berlawanan, dengan jarak pengaduk dengan disk membran 4 cm.

5. Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada DIKTI dan Lembaga Penelitian Universitas Riau yang telah mendanai penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- Amri, A., Zulfansyah, Panca S.U., Padil, Nasir, M. (2007). *Sintesis sodium lignosulfonat dari limbah tandan kosong sawit menggunakan NaHSO₃ dan aplikasinya sebagai water reducing admixture*. Prosiding Simposium Nasional Kimia Bahan Alam Indonesia ke 18, Pekanbaru, Riau, Indonesia.
- Amri, A., Zulfansyah, Fermi, M.I. (2008a). Sintesis sodium lignosulfonat dari limbah pelepah sawit menggunakan pelarut NaHSO₃ dengan metode sulfonasi langsung biomassa. *Jurnal Sain dan Teknologi*, 8(2), 61-69.
- Amri, A. and Yusnimar. (2008b). *Influence of Process Variable and Optimization On The Sodium Lignosulfonate Synthetis Using Response Surface Method-Central Composite Design (RSM-CCD)*. Proceeding of The Riau University (Indonesia) and University of Kebangsaan Malaysia (UNRI-UKM) International Science Seminar, Pekanbaru.

- Amri, A., Daud, S. and Izlansyah. (2008c). *Pemanfaatan limbah serbuk gergaji sebagai bahan baku pembuatan sodium lignosulfonate*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia – Teknologi Petro dan Oleokimia Indonesia, 2008, Pekanbaru, Indonesia.
- Bhattacharyaa, P.K., Todib, R.K., Tiwaria, M., Bhattacharjeec, C., Bhattacharjeec, S. and Dattac, S. (2005). Studies on ultrafiltration of spent sulfite liquor using various membranes for the recovery of lignosulphonates. *Desalination J.*, 174 (3), 87-96.
- Cazacu, G., Pascu, M.C., Profibre, L., Kowarski, A.I., Mihaes, M. and Vasile, C. (2004). Lignin role in a complex polyolefin blend. *Industrial Crops & Products*, 20, 61 - 69.
- Fengel, D. & Wegener, G. (1995). *Kayu: Kimia, ultra struktur dan reaksi-reaksi*. Terjemahan oleh Hardjono Sastrohamidjojo. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Herman,S. dan Amri,A. (2009). Perancangan Prototip *Rotiting Disk Membrane Module* Sisitim Ultrafiltrasi-Diafiltrasi Untuk Pemurnian Sodium Ligno Sulfonat Berbasis Serbuk Gergaji, Laporan Hibah Kompetitif Penelitian sesuai Prioritas Nasional, Universitas Riau, Pekanbaru
- Mostefa, N.M., Akoum, O., Nedjihoui, M., Ding, L.H. and Jaffrin, M.Y. (2006). Comparison between rotating disk and vibratory membranes in the ultrafiltration of oil-in-water emulsions. *Desalination Journal*, 206, 494 – 498.
- Sangita, B., Ghosh, S., Datta, S. and Bhattacharjee, C. (2006). Studies on ultrafiltration of casein whey using a rotating disk module: effects of pH and membrane disk rotation. *Desalination Journal*, 195, 95 – 108.
- Torras, C., Zhang, X., García-Valls, R. and J. Benavente. (2007). Morphological, chemical surface and electrical characterizations of lignosulfonate-modified membranes. *Journal of Membrane Science*, Vol. 297, Issues 1-2, 130-140.
- Vagin, M.Y., Trashin, S.A. and Karyakin, A.A. (2006). Corrosion protection of steel by electropolymerized lignins. *Electrochemistry Communications*, Vol. 8, Issue 1, 60-64.
- Vinardell, M.P., Ugartondo, V. and Mitjans, M. (2008). Potential applications of antioxidant lignins from different sources. *Industrial Crops & Products*, Vol. 27, Issue 2, 220-223.
- Weis, A., Bird, M.R., Nystrom, M. and Wright, C. (2005). The influence of morphology, hydrophobicity and charge upon the long-term performance of ultrafiltration membranes fouled with spent sulphite liquor. *Desalination Journal*, 175, 73 – 85.
- Zhang, X., Glusen, A. and Valls, R.G. (2006). Porous lignosulfonate membranes for Direct Methanol Fuel Cells. *Journal of Membrane Science*, 276, 301 – 307.
-