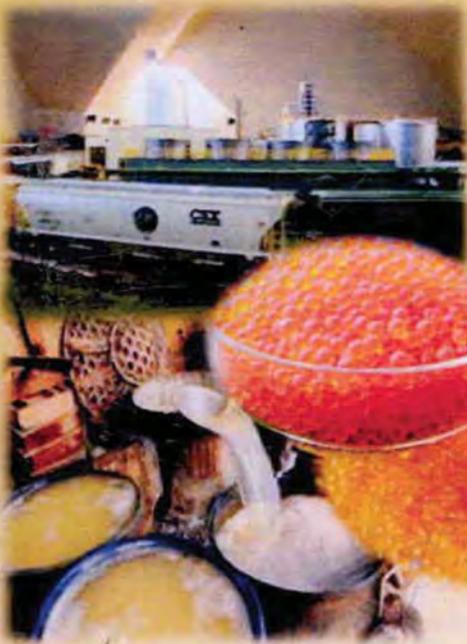


ISSN 1978-0427



**SEMILAN NASIONAL TEKNIK KIMIA
SOEBARDJO BROTOHARDJONO XII
DAN
TEMU MITRA PPPTMGB "LEMIGAS"**



PROSIDING

Surabaya, 1 Juni 2016

Keynote Speakers :

Dr. Ir. Bambang Widarsono, MSc., DIC

Prof. Ir. Joni Hermana, MScES, PhD

Dr. Ir. Srie Muljani, MT

Ir. Hariyanto Wardoyo

Zulkifliani, M.Si

Reviewers :

Prof. Dr. Ir. Aly Altway, MSc

Prof. Dr. Ir. A. Roesyadi, DEA

Prof. Dr. Ir. Soemargono, SU

Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT



LEMIGAS

PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI MINYAK DAN GAS BUMI



Kata Pengantar

Assalamu’alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas terselenggaranya seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono XII , Program Studi Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur , pada hari Rabu 1 Juni 2016 bertempat di hotel Santika Jl. Jemursari Surabaya.

Seminar bertema “ Pengolahan Sumber Daya Alam dan Limbah Menjadi Produk Baru” ini, menjadi media komunikasi dan pertukaran informasi antar peneliti, pemerintah, industri dan masyarakat sebagai usaha untuk memberi pemahaman tentang strategi pengelolaan sumber daya alam , lingkungan serta proses produksi yang dapat menunjang perekonomian Nasional yang berkelanjutan.

Seminar diikuti oleh 150 peserta , yang terdiri atas 5 pembicara utama : Dr. Ir. Bambang Widarsono, MSc.DIC (Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi LEMIGAS), Prof. Ir. Joni Hermana, MSc.ES (ITS), Ir. Haryanto Wardoyo (PT Molindo Raya Industrial), Dr. Ir. Srie Muljani, MT (UPN “Veteran” Jawa Timur), Zulkifliani M.Si (Kepala KP3 Teknologi Proses, PPPTMGB LEMIGAS) serta 35 pemakalah.

Prosiding ini disusun berdasarkan makalah yang telah dipresentasikan pada seminar Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono XII dan telah melewati seleksi dari tim reviewer.

Besar harapan kami, semoga prosiding seminar ini bermanfaat bagi kita semua.

Wassalammu’alaikum Wr.Wb.

Panitia

RUANG B

| NO | NAMA | INSTANSI | JUDUL |
|----|--|---|--|
| 1. | Yuliusman | Departemen Teknik Kimia, Fakultasteknik, Universitas Indonesia, Kampus Baru Ui, Depok, 16424, Indonesia Usman@Che.Ui.Ac.Id Dan Yuliusman@Yahoo.Com | Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Melalui Aktifasi Kimia Dengan Koh Dan Fisika Dengan CO ₂ |
| 2. | Gissa Navira Sevie, Yosita Dyah Anindita, Susianto, Ali altway, Fadlilatul Taufany | Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111 Indonesia E-Mail Penulis: Gissanavira@Gmail.Com | Studi Pemisahan Bitumen Dari Asbuton Menggunakan Media Air Panas Dengan Penambahan Surfaktan <i>Linear Alkylbenzene Sulphonate</i> Dan NaOH. |
| 3. | Susianto ¹ , Ali Altway ² , Anidya Laras ³ , Mochamad Ibrahim ⁴ | ^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Kimia, FTI, ITS, Jalan Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya [*] E-mail: ibrahim17.mi@gmail.com | Bitumen Separation Process from Asbuton Feed in Hot Water Media with Solar and Cationic Surfactant and Sodium Hidroksida (NaOH) Addition |
| 4. | Y. C. Danarto, Sperisa Distantina, Ahmad Chamidi, Mita Anggraini C. | Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Jl Ir Sutarni No. 36 A Surakarta 57126 , Telp/Fax : 0271-632112 Email : Yc.Danarto@Gmail.Com / Mita.Anggraini31@Gmail.Com | Pembuatan <i>Slow Release Agent</i> Pada Pupuk Urea Dengan Menggunakan Natrium Alginat Dan <i>Chitosan</i> Termodifikasi Dari Cangkang Kerang Hijau (<i>Perna Viridis</i>) |
| 5. | Sutanto dan Endang Saepudin | Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Jl Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus Universitas Indonesia, Depok E-mail: stanto09@gmail.com | Optimasi Debit Aliran Udara pada Pengolahan Air Gambut Menjadi Air Layak Minum Menggunakan Perpaduan Proses Elektrokoagulasi dan Aerasi |
| 6. | Lanny Sapei, Edy Purwanto, Octaveani Tiono, Stefanie Sugianto | Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya Jl. Raya Kalirungkut Surabaya 60293 Jawa Timur E-Mail: Lanny.Sapei@Staff.Ubaya.Ac.Id | Pengaruh Aditif Terhadap Sifat Mekanik Dan Fisik Kertas Daur Ulang |
| 7. | Robby Ajimahendra Cindy Sukma Pertiwi Bambang Wahyudi | Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar Surabaya 60294 e-mail : robbyaji31@gmail.com | Pembuatan Bioethanol Dari Sabut Siwalan Melalui Proses Organosolv |
| 8. | Mutasim Billah , Rizky Hanim Fauzi Alfionita Purnama Putri | Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Telp. 031-8706369 e-mail : alfionitapurnama@gmail.com | Efektivitas Adsorben Limbah Kulit Salak (Salacca Zalacca) Untuk Menurunkan Kadar FFA (Free Fatty Acid) Pada Minyak Goreng Bekas |
| 9 | Kindriari Nurma W Dewi Damayanti T Lailatul Kusuma Nur A Lucky Indrati U | Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Jawa Timur Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60294 Email : dewidamd75@gmail.com , lailatulkna94@gmail.com | Pemanfaatan Limbah Bonggol Pisang Raja (<i>Musa Textilia</i>) Menjadi Bioethanol Dengan Proses Biodelignifikasi Menggunakan Jamur Pelapuk Putih |
| 10 | Latif Alfian Zuhri, Mukti Maburur Muzakki, Adisty Kurnia Rahmawati, Annisa Ayu Marthasari, Silviana | Chemical Engineering Department, Diponegoro University Email : latif.alfian96@gmail.com | Pembuatan Biofilm Bulu Ayam Dan Pati Sagu Dengan Penambahan Gliserol Dan Sari Jeruk Nipis |

PENGARUH ADITIF TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN FISIK KERTAS DAUR ULANG

Lanny Sapei, Edy Purwanto, Octaveani Tiono, Stefanie Sugianto

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya
Jl. Raya Kalirungkt Surabaya 60293 Jawa Timur
E-mail: lanny.sapei@staff.ubaya.ac.id

Abstrak

Jerami merupakan salah satu limbah pertanian terbesar dan pemanfaatannya belum optimal. Kandungan serat selulosa yang cukup tinggi pada jerami dapat dimanfaatkan untuk campuran pembuatan kertas yang selama ini masih didominasi oleh penggunaan serat kayu. Seiring dengan semakin tipisnya persediaan serat kayu, diperlukan alternatif penggunaan serat non-kayu untuk pengolahan kertas. Pada penelitian ini kertas daur ulang dipersiapkan menggunakan bahan baku berupa kertas buangan kantor dan jerami yang didelignifikasi menggunakan NaOH 6% pada suhu 50°C. Untuk meningkatkan kualitas kertas, beberapa jenis aditif seperti gliserol, polietilen glikol (PEG 4000), NaOCl, dan silika masing-masing sebanyak 1-5% dipelajari pengaruhnya terhadap sifat mekanik, daya serap kertas terhadap air, dan bilangan Kappa yang dihasilkan. Penambahan gliserol dan polietilen glikol menurunkan kekuatan tarik kertas namun meningkatkan elongasi dari kondisi optimumnya. Penambahan silika secara umum meningkatkan daya serap kertas terhadap air terutama pada konsentrasi 2%. Penambahan NaOCl meningkatkan nilai bilangan Kappa dimana merupakan suatu bilangan yang menunjukkan tingkat keputihan kertas. Kertas daur ulang yang dihasilkan memiliki sifat mekanik dan fisik yang masih jauh dibandingkan dengan kertas komersial, namun masih cukup berpotensi untuk digunakan sebagai kertas seni. Masih diperlukan kajian yang lebih mendalam untuk peningkatan karakteristik kertas daur ulang hingga mencapai kualitas yang diharapkan.

Kata kunci: jerami padi, kertas daur ulang, zat aditif, kekuatan tarik, daya serap air

PENDAHULUAN

Kertas dikenal sebagai media untuk menulis, mencetak, dan sebagai pembungkus. Bahan baku utama dalam proses pembuatan kertas umumnya adalah serat selulosa yang diperoleh dari tanaman kayu. Kebutuhan penggunaan kertas semakin meningkat dengan perkembangan zaman sehingga permintaan kertas yang semakin banyak mengakibatkan permintaan kayu semakin meningkat. Salah satu solusi untuk mengurangi kayu sebagai bahan baku kertas yaitu dengan pembuatan kertas daur ulang. Namun, kertas daur ulang memiliki kelemahan pada kualitas produk yang dihasilkan karena kertas bekas telah mengalami fibrilasi pada proses daur ulang. Hal-hal tersebut mendorong untuk dilakukan penelitian tentang substitusi bahan non-kayu dan penambahan zat aditif untuk memperbaiki kualitas kertas daur ulang. Dalam penelitian ini dipilih jerami padi sebagai substansi non-kayu karena kadar selulosa yang cukup tinggi dan ketersediaan jerami padi di Indonesia cukup melimpah.

Pada penelitian yang telah dilakukan peneliti terdahulu, didapatkan hasil bahwa penambahan zat aditif frosin dan tawas dapat meningkatkan ketahanan daya serap air dan zat aditif tepung tapioka dapat meningkatkan kekuatan tarik kertas. Campuran jerami padi dan kertas bekas yang digunakan memiliki perbandingan 1:9. Peneliti terdahulu lainnya melakukan penelitian pengaruh penambahan zat aditif H₂O₂ pada kertas daur ulang dimana hidrogen peroksida yang ditambahkan dapat meningkatkan derajat keputihan kertas. Dalam penelitian ini dipilih beberapa jenis bahan aditif yang belum pernah digunakan dalam produksi kertas secara umum seperti PEG (polietilen glikol), silika, dan gliserol, serta zat aditif NaOCl yang merupakan salah satu *bleaching agent* dalam produksi kertas. PEG umum digunakan sebagai *plasticizer* dalam industri plastik. *Plasticizer* dalam industri plastik berguna untuk menambah kelenturan plastik. Gliserol ditambahkan sebagai bahan aditif yang bertujuan untuk menambah kekuatan dan memperbaiki sifat mekanik kertas. Sedangkan silika bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik kertas yang berhubungan dengan daya serap air. Jadi dalam penelitian ini akan dikaji pengaruh konsentrasi zat aditif tersebut terhadap sifat fisik dan mekanik kertas daur ulang yang dihasilkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh berbagai jenis zat aditif dan konsentrasinya terhadap karakteristik kertas daur ulang dari bahan baku campuran jerami padi dan kertas bekas. Karakteristik yang dipelajari meliputi sifat mekanik seperti kekuatan tarik dan elongasi dan sifat fisik yang meliputi kadar penyerapan air dan bilangan Kappa. Dengan demikian, dapat diperoleh konsentrasi optimum dari jenis bahan aditif yang ditambahkan untuk menghasilkan kekuatan tarik kertas maksimum, ketahanan terhadap air yang maksimum, serta bilangan Kappa yang minimum.

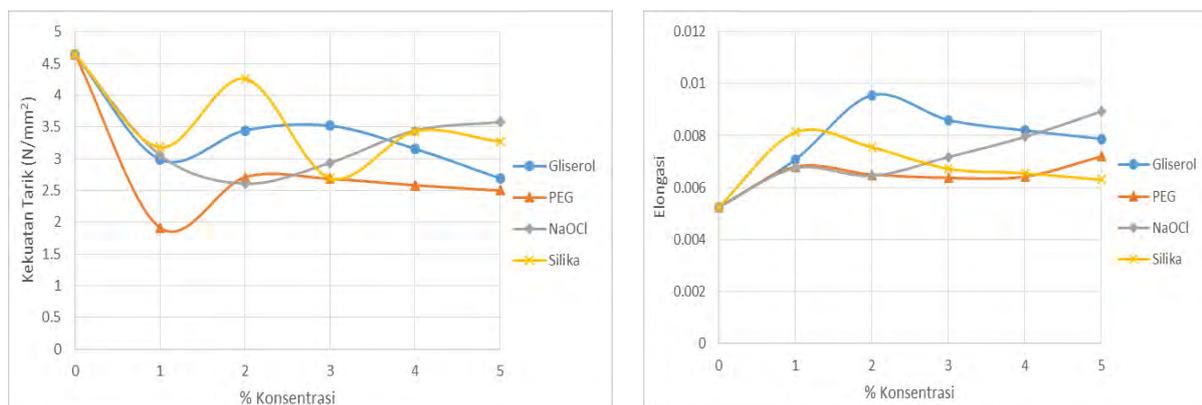
METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan pulp jerami padi dan kertas bekas dengan perbandingan 1:9. Pulp jerami padi dihasilkan melalui proses delignifikasi 2 tahap pada kondisi optimum delignifikasi tahap kedua menggunakan NaOH 6% pada suhu 50°C berdasarkan metode yang sudah dipaparkan pada penelitian sebelumnya (Sapei, 2014). Kertas bekas berupa HVS yang sudah mengalami pengecilan ukuran terlebih dahulu sebelum dicampur dengan pulp jerami menggunakan blender dengan penambahan 500 ml air. Setelah itu berbagai zat aditif seperti PEG, gliserol, silika, dan NaOCl sebanyak 1-5% ditambahkan ke dalam campuran tersebut dan dibiarkan beberapa saat sebelum pencetakan. Kertas daur ulang yang diperoleh diuji sifat fisik berupa daya serap air dan bilangan kappa serta sifat mekaniknya menggunakan uji tarik untuk mengetahui pengaruh zat aditif terhadap kertas daur ulang. Metode uji seperti yang telah dipaparkan pada penelitian terdahulu (Sapei, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Bahan Aditif terhadap Sifat Mekanik Kertas

Pengaruh penambahan zat aditif terhadap sifat mekanik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh Penambahan Bahan Aditif terhadap Kekuatan Mekanik Kertas. (A) Kekuatan Tarik; (B) Elongasi

Tampak dari Gambar 1 bahwa penambahan semua jenis bahan aditif secara umum menurunkan kekuatan tarik kertas dan meningkatkan elongasi kertas. Gliserol umumnya digunakan sebagai *plasticizer* dalam pembuatan plastik. *Plasticizer* merupakan bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud memperlemah kekakuan polimer. Sebelum penambahan zat aditif, *pulp* memiliki kekuatan tarik sebesar 4,641 N/mm², namun setelah gliserol ditambahkan pada kondisi optimum, kekuatan tariknya hanya berkisar 2,692 – 3,522 N/mm² namun elongasinya dapat meningkat hampir dua kalinya dengan penambahan 2% gliserol. Saat gliserol ditambahkan, gliserol akan merenggangkan ikatan serat. Ikatan yang terjadi antar serat merupakan ikatan hidrogen antara gugus-gugus OH dari molekul-molekul selulosa yang berdekatan (ikatan intermolekul) (Fengel&Wegener, 1997). Adanya gugus OH dari gliserol berikatan dengan gugus OH dari selulosa berakibat pada berkurangnya ikatan intermolekul. Berkurangnya ikatan intermolekul menyebabkan semakin merenggangnya ikatan antar serat. Peningkatan elongasi ini akan meningkatkan kelenturan pada kertas.

Penambahan polietilen glikol (PEG) menurunkan kekuatan tarik kertas, meningkatkan daya regang/elongasi kertas dan menurunkan kekuatan tarik. Kondisi optimum *pulp* sebelum ditambahkan bahan aditif memiliki nilai 4,641 N/mm², sedangkan sesudah dilakukan penambahan PEG 4000, kertas memiliki

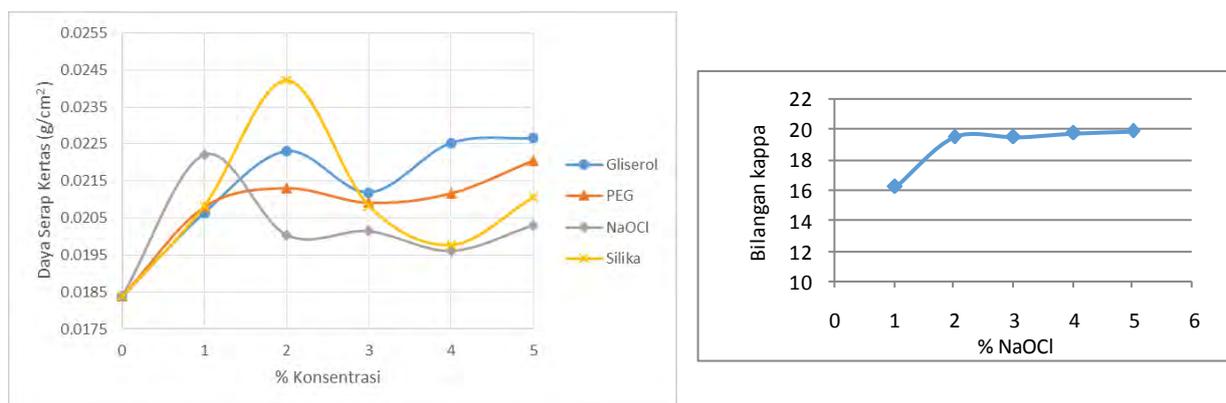
kekuatan tarik di bawah 3 N/mm^2 , hanya berkisar antara $1,92 - 2,71 \text{ N/mm}^2$. Saat PEG ditambahkan, PEG akan menggumpalkan serat-serat dalam kertas, sehingga saat pencetakan akan menyebabkan ikatan serat akan terbentuk secara acak sehingga ikatan yang terbentuk tidak teratur dan mengakibatkan kekuatan tarik antar serat semakin lemah. Menurunnya kekuatan tarik ini, diikuti dengan meningkatnya daya regang/elongasi kertas.

Penambahan silika menurunkan kekuatan tarik kertas dan menaikkan daya regang/elongasi kertas. Sesudah dilakukan penambahan silika, nilai kekuatan tarik berkisar antara $3.18 - 4.26 \text{ N/mm}^2$. Silika dilarutkan dalam NaOH terlebih dahulu sebelum ditambahkan sebagai aditif. Silika dilarutkan dalam NaOH dengan perbandingan mol silika : mol NaOH = 2:1 dan membentuk natrium silikat (Park, Jayhyun, 2012) Saat dilarutkan dalam NaOH, silika akan menjadi SiOH^4 , sehingga gugus -OH akan mengelilingi silika. Di samping itu, silika yang digunakan merupakan silika sekam padi yang sifatnya amorf dan memiliki gugus Si-OH pada permukaannya (Sapei, 2015). Gugus-gugus -OH tersebut akan berikatan dengan selulosa dan mengakibatkan merenggangnya ikatan antar serat, sehingga kekuatannya menurun namun menaikkan daya regang. Daya regang akan meningkat hingga konsentrasi silika 1%, dan cenderung menurun pada peningkatan konsentrasi lebih besar dari 1%.

Penambahan NaOCl menurunkan kekuatan tarik kertas dan menaikkan elongasi/daya regang kertas. NaOCl ini dikenal sebagai *bleaching agent*. NaOCl akan mengoksidasi lignin menjadi bahan yang tidak berwarna. Akan tetapi, kerugian pada reaksi ini adalah hipoklorit dapat merusak selulosa yang ada (Purba BF, 2009). Dengan demikian ada kemungkinan terjadinya degradasi selulosa dengan penambahan NaOCl. ikatan antar serat akan berkurang sehingga kekuatan tarik kertas menurun.

Pengaruh Bahan Aditif terhadap Sifat Fisik kertas

Pengaruh berbagai jenis aditif terhadap sifat fisik kertas terutama terhadap daya serap air dan derajat keputihan kertas yang ditunjukkan dengan bilangan Kappa dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Penambahan Bahan Aditif terhadap Sifat Fisik Kertas. (A) Daya serap kertas terhadap air; (B) Bilangan Kappa

Tampak dari Gambar 2A bahwa penambahan berbagai jenis bahan aditif secara umum menaikkan daya serap kertas terhadap air. Penambahan gliserol akan merenggangkan ikatan antar serat. Hal ini tidak hanya menyebabkan menurunnya kekuatan tarik, tetapi juga akan meningkatkan daya serap kertas terhadap air. Penambahan polietilen glikol meningkatkan daya serap kertas terhadap air. Hal ini disebabkan sifat polietilen glikol yang hidrofilik karena memiliki gugus -OH. Demikian pula dengan penambahan silika yang memiliki gugus -OH pada permukaannya. Adanya gugus -OH tersebut akan menaikkan daya serap kertas terhadap air. Daya serap kertas terhadap air tanpa penambahan aditif sebesar $0,01838 \text{ g/cm}^2$, sedangkan sesudah ditambahkan silika daya serap kertas lebih besar dari $0,02 \text{ g/cm}^2$, berkisar antara $0,01977 - 0,0242 \text{ gram/cm}^2$. Terjadi peningkatan daya serap kertas sebanyak $\sim 30\%$ dengan penambahan silika sebanyak 2%. Sedangkan penambahan NaOCl yang mengakibatkan terjadinya degradasi parsial pada selulosa juga turut menaikkan daya serap kertas terhadap air.

Pengaruh penambahan NaOCl sebagai *bleaching agent* terhadap derajat keputihan kertas yang ditunjukkan oleh bilangan kappa dapat dilihat pada Gambar 2.B. Tampak bahwa bilangan Kappa yang paling rendah diperoleh pada penambahan konsentrasi NaOCl 1%.

Namun nilai ini masih jauh lebih tinggi dibandingkan dengan nilai bilangan kappa pada kertas daur ulang tanpa NaOCl yang berada pada rentang 9,895-11,755 (Sapei, 2014). Tampak pula terjadinya peningkatan bilangan Kappa seiring dengan kenaikan konsentrasi NaOCl. Hal ini disebabkan oleh kerugian dari reaksi hipoklorit yang terjadi. Ketidakstabilan natrium hipoklorit disebabkan semakin tinggi konsentrasi natrium hipoklorit yang digunakan, sehingga tidak dapat menghasilkan kertas dengan keputihan yang semakin sempurna. Selain itu juga, pada proses pengelantangan konsentrasi hipoklorit harus sesuai dengan bahan. Jika dibandingkan dengan uji bilangan Kappa pada saat belum penambahan NaOCl, nilai bilangan Kappa pada saat penambahan NaOCl lebih besar dimana seharusnya nilai yang ada bertambah kecil. Hal ini kemungkinan disebabkan terdegradasinya larutan NaOCl pada saat penimbangan yang terlalu lama. Larutan NaOCl sangat mudah terdekomposisi (tereduksi) dalam penyimpanannya yang kemudian dapat menghasilkan zat klor.

Perbandingan sifat mekanik dan fisik kertas daur ulang tanpa dan dengan penambahan berbagai aditif dengan sifat mekanik dan fisik kertas komersial dapat dilihat pada Tabel I.

Tabel I. Perbandingan Kertas Daur Ulang dengan Berbagai Jenis Kertas

| Jenis Kertas | Kekuatan Tarik (N/mm ²) | Daya Serap air (g/cm ²) | Daya Regang |
|----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| HVS | 11,5 | 0,0045 | 4,07% |
| Buram | 7,2 | 0,0081 | 2,92% |
| Koran | 6,1 | 0,0071 | 4,05% |
| 6% NaOH, 50°C | 4,641 | 0,0184 | 0,524% |
| Gliserol 3% | 3,5221 | 0,0212 | 8,6% |
| Polietilen Glikol 3% | 2,684 | 0,0209 | 0,64% |
| Silika 4% | 3,432 | 0,0198 | 0,66% |
| NaOCl 5% | 3,5795 | 0,0203 | 0,89% |

Tampak dari Tabel I di atas bahwa nilai kekuatan tarik kertas daur ulang masih jauh lebih rendah dibandingkan dengan kertas HVS, buram, dan koran. Sedangkan daya serap kertas daur ulang terhadap air jauh lebih tinggi dibandingkan kertas komersial. Oleh karena itu, untuk menghasilkan kertas daur ulang yang memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dan daya serap air yang lebih rendah, perlu ditambahkan jenis bahan aditif lain yang sesuai pada kondisi proses yang tepat sehingga kertas daur ulang dapat dipakai untuk menggantikan produksi kertas dari bahan kayu.

KESIMPULAN

Penambahan zat aditif berupa gliserol, polietilen glikol (PEG 4000), silika dan NaOCl secara umum menurunkan kekuatan tarik kertas, namun meningkatkan elongasi kertas dan daya serap kertas daur ulang terhadap air. Hal ini disebabkan oleh keberadaan gugus -OH pada gliserol, PEG, dan silika sehingga melemahkan ikatan intermolecular serat selulosa di samping sifatnya yang hidrofilik dan mudah menyerap air. Sedangkan NaOCl berpotensi untuk merusak sebagian serat selulosa saat penghilangan lignin sehingga kekuatan tarik kertas menurun. Penambahan konsentrasi NaOCl tidak menurunkan bilangan kappa. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh ketidakstabilan NaOCl pada kondisi operasi proses yang digunakan. Masih diperlukan kajian mendalam untuk peningkatan sifat mekanik dan fisik kertas daur ulang. Namun demikian, kertas daur ulang yang dihasilkan cocok digunakan sebagai pembungkus atau kertas seni.

DAFTAR PUSTAKA

- Fengel, D and Wegener G, 1995, "Kayu: kimia, ultrastruktur, reaksi-reaksi", Gajah Mada University Press, Yogyakarta, Indonesia
- Park, Jayhyun et al, 2012, "Formation of Mesoporous Material from Silica Dissolved in Various NaOH Concentration: Effect of pH and Ionic Strength, Hindawi Publishing Corporation," Journal of Nanomaterials, 2012, 1-10.
- Purba, 2009, "Pengaruh Penambahan Hidrogen Peroksida (H₂O₂) terhadap Derajat Keputihan (Brightness) pada Tahap D2 di Unit Bleaching PT. Toba Pulp Lestari, Tbk-Porsea", Universitas Sumatera Utara.
- Sapei, L, Purwanto, E, Suseno, N, 2014, "Two-step Soda Pulping Process of Rice Straw for the Recycle Papermaking", Proceedings of Bali International Seminar on Science and Technology (Bisstech) II, A2. 7-1 – 7.5.
- Sapei, L, Padmawijaya, K.S, Sutejo, A, Theresia, L, 2015, "Karakterisasi Silika Sekam Padi dengan Variasi Temperatur *Leaching* Menggunakan Asam Asetat", Jurnal Teknik Kimia, Vol. 9, No. 2, 38-43, 2015