

JURNAL SELULOSA

Vol. 5, No. 2, Desember 2015

ISSN 2088 - 7000

Akreditasi LIPI

Nomor : 552/AU3/P2MI-LIPI/06/2013

PENANGGUNG JAWAB

Ir. Andoyo Sugiharto, M.Sc.
(Kepala Balai Besar Pulp dan Kertas)

DEWAN REDAKSI

Ketua : Dra. Susi Sugesty
(Teknologi Pulp)

Anggota : Nursyamsu Bahar, M.Si.
(Teknologi Pulp)

Ir. Taufan Hidayat, M. Kom.
(Teknologi Kertas)

Ir. Lies Indriati
(Teknologi Kertas)

Ir. Sri Purwati
(Teknologi Lingkungan)

Rina S. Soetopo, M.Si.
(Teknologi Lingkungan)

REDAKSI PELAKSANA

Ketua : Dr. Hendro Risdianto S.T., M.T.
(Bioteknologi)

Anggota : Rina Masriani, S.Si., M.Si.
Mukharomah Nur Aini, S.T., M.I.L
Teddy Kardiansyah, S.Si
Prima Besty Asthary, S.Si.

Sekretariat : Wachyudin Aziz, S.T.
Nadia Ristanti, S.Sn

Penerbit : Balai Besar Pulp dan Kertas
(BBPK)

Alamat Redaksi : Jl. Raya Dayeuhkolot No.132
Bandung, 40258
Telp. 022 5202980
Fax. 022 5202871
e-mail : selulosa@bbpk.go.id
website : <http://www.bbpk.go.id>

Redaksi menerima artikel yang berkaitan dengan bidang pengetahuan dan teknologi selulosa. Naskah dikirim dalam bentuk *softcopy* melalui e-mail: selulosa@bbpk.go.id dan jurnalselulosa@gmail.com.

Terbit tiap 6 bulan (Juni dan Desember)

MITRA BESTARI

Teknologi Proses dan Energi

Prof. Dr. Ir. Herri Susanto (ITB)
Caecilia Rining Vitasari, Ph.D (BiChem Technology BV)

Teknologi Proses Kimia

Prof. Dr. Ir. Suprpto, D.E.A. (ITS)

Bahan Baku Industri

Prof. Dr. Ir. Tini Surtiningsih, D.E.A. (UNAIR)

Proses Produksi Pulp dan Kertas

Ir. Darono Wikanaji, M.Eng. (Univ. Pancamarga)
Ir. Wieke Pratiwi, M.S. (B4T)

Bioteknologi

Dr. Trisanti Anindyawati (LIPI)
Prof. Zeily Nurachman, D.Sc. (ITB)

Teknologi Membran

Prof. Ir. I Gede Wenten, M.Sc., Ph.D. (ITB)
Prof. Dr. Cynthia L. Radiman (ITB)

Bioproses dan Teknologi Pengelolaan Lingkungan

Prof. Dr. Tjandra Setiadi, Ph.D (ITB)
Dr. Ir. Euis Hermiati, M.Sc (LIPI)

Polimer dan Nanoteknologi

Dr. Veinardi Suendo (ITB)

UCAPAN TERIMA KASIH

Redaksi JURNAL SELULOSA mengucapkan banyak terima kasih kepada para Mitra Bestari yang telah berpartisipasi dalam menelaah naskah yang diterbitkan di jurnal ilmiah ini, sehingga jurnal ini dapat terbit tepat pada waktunya. Mitra Bestari yang telah berpartisipasi dalam terbitan Vol. 5. No. 2, Desember 2015 adalah :

- Dr. Ir. Myrtha Karina, M. Agr
- Caecilia Rining Vitasari, Ph.D
- Ir. Darono Wikanaji, M.Eng.
- Dr. Veinardi Suendo
- Dr. rer. nat. Ir. Neni Sintawardani

JURNAL SELULOSA

Vol. 5, No. 2, Desember 2015

ISSN 2088 - 7000

Akreditasi LIPI

Nomor : 552/AU3/P2MI-LIPI/06/2013

KATA PENGANTAR

Pada terbitan kedua tahun 2015 ini, Jurnal Selulosa menampilkan lima artikel hasil penelitian dan *review* para peneliti dari Arsip Nasional Republik Indonesia, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, dan Balai Besar Pulp dan Kertas.

Penyajian diawali dengan artikel yang membahas tentang pemanfaatan rejeck hidropulper untuk meningkatkan nilai kertas bekas sebagai bahan baku industri kertas. Artikel kedua membahas tentang perekat untuk pembuatan pelet pupuk organik dari residu proses digestasi anaerobik lumpur biologi industri kertas. Artikel ketiga membahas tentang potensi dan peluang tandan kosong sawit sebagai bahan baku pulp dan kertas: studi kasus di Indonesia. Artikel keempat membahas evaluasi teknik pemutihan dalam restorasi kertas arsip. Artikel terakhir membahas tentang penggunaan xylanase pada pemutihan *dissolving pulp Acacia crassicarpa*.

Kami berharap jurnal ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Indonesia.

Ketua Dewan Redaksi

DAFTAR ISI

LEMBAR ABSTRAK

Taufan Hidayat, Yusup Setiawan

Pemanfaatan Rejek Hidropulper untuk Meningkatkan Nilai Kertas Bekas sebagai Bahan Baku Industri Kertas

The Utilization of Hydropulper Reject for Increasing Recovered Paper Value as Raw Materials for Paper Industry 59 - 68

Krisna Adhitya Wardhana, Rina S. Soetopo, Saepulloh, Prima Besty Asthari, Mukharomah Nur Aini

Perekat untuk Pembuatan Pelet Pupuk Organik dari Residu Proses Digestasi Anaerobik Lumpur Biologi Industri Kertas

The Adhesives for Organic Fertilizer Pelletization from The Anaerobic Digestion Residue of Paper Mill Biological Sludge 69 - 78

Erwinsyah, Atika Afriani, Teddy Kardiansyah

Potensi dan Peluang Tandan Kosong Sawit sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas: Studi Kasus di Indonesia

Potency and Opportunity of Oil Palm Empty Fruit Bunch as Raw Material for Pulp and Paper: A Case Study in Indonesia 79 - 88

Sari Hasanah

Evaluasi Teknik Pemutihan dalam Restorasi Kertas Arsip

Evaluation of Bleaching Technique in Restoration of Archival Paper 89 - 98

Susi Sugesty, Teddy Kardiansyah, Wieke Pratiwi

Penggunaan Xylanase pada Pemutihan *Dissolving Pulp Acacia crassicarpa*

The Use of Xylanase in Bleaching of Dissolving Pulp from Acacia crassicarpa 99 - 106

INDEKS KATA KUNCI 107 - 1

INDEKS JUDUL 107 - 2

INDEKS PENULIS 107 - 3

Keywords used are free terms. Abstracts can be reproduced without permission or charge

ABSTRACT**DDC 668.9****Lik Anah *et al*** (Indonesian Institute of Sciences)**SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF HYDROGEL SUPER ABSORBENT POLYMER (SAP) BASED ON CELLULOSE USING WATER SOLUBLE CARBODIIMIDE (WSC) AS CROSSLINKING AGENT**

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 1, June 2015, Page 1 - 6

Carboxymethylcellulose (CMCNa), *hydroxyethyl cellulose* (HEC) were used as raw materials for synthesizing a superabsorbent polymer (SAP) hydrogel by solution polymerization techniques using of 2.5% water-soluble carbodiimide (WSC) as crosslinking agent and 1% *citric acid* as catalysator. The ratio of CMCNa to HEC at 1 : 1; 3 : 1; 5 : 1 and 10 : 1 were used as variable of process. The effect of monomer concentration on water absorbency and water uptake was studied. The swelling test showed that the highest water retention capacity (6.58 g/g) was reached at ratio CMCNa to HEC = 5 : 1 in 100 minutes and the deswelling test (61.47%) was reached at ratio CMCNa to HEC = 5 : 1 in 120 minutes. PPA absorb hydrogel was used as standard with equilibrium swelling 123 g/g. The SAP hydrogel were characterized by infra red spectroscopy, and the result showed that there were some of structural changes in height of few bands of hydrophylic groups such as =C-H at 2930 cm⁻¹, C-H antisym and sym at 2875 cm⁻¹, H-bonded -OH at 2375 cm⁻¹, -COO- antisym at 1600 cm⁻¹ whereas C-O at 1025 cm⁻¹.

Keywords: hydrogel, SAP, swelling, crosslinking, WSC

DDC 621.042**Syamsudin** (Center for Pulp and Paper)**A REVIEW OF UTILIZATION OF SLUDGE CAKE FROM THE KRAFT PULP MILL AS ALTERNATIVE ENERGY THROUGH GASIFICATION PROCESS**

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 1, June 2015, Page 7 - 20

Kraft pulp mills generate large amounts of sludge cake with typical calorific value of 24 MJ/kg (dry and ash-free basis). Sludge cake could be utilized as an alternative energy through gasification to produce medium gaseous fuel. Sludge cake has a high moisture content and low dewaterability, probably due to biomass from the microbial growth in the wastewater treatment by activated sludge. These problems could be overcome by the addition of filtration aid utilizing biomass waste from pulp mill and dewatering processes by TAMD method. Drying was continued by utilizing hot flue gas from the boiler or lime kiln. Steam gasification of sludge cake by allothermal model could produce a gaseous fuel with a calorific value of 11 MJ/Nm³. Allothermal gasification model of two reactors was able for handling sludge cake with a moisture content of <55%, but produce gas with a high tar content. Gasification or combustion of sludge cake on this model should be performed at temperatures >1200°C to prevent slagging and fouling problem. In contrast, allothermal gasification model of three reactors could produce gas with a low tar content. Heat of gasification reaction might be supplied from the combustion of volatile gas. Pyrolysis could be performed at temperatures <500°C to permit adequate heat supply for gasification and high char yield. Substitution of natural gas with producer gas need to pay attention to the redesign of the combustion process associated with the lower heat of combustion.

Keywords: sludge cake, dewatering, gasification, steam, CO₂, medium gaseous fuel

DDC 676.1

Susi Sugesty *et al* (Center for Pulp and Paper)

THE POTENTIAL OF *Acacia crassicaarpa* AS PULP AND PAPER RAW MATERIAL FOR INDUSTRIAL PLANTATION FOREST

Jurnal Selulosa, Vol. 5, No. 1, June 2015, 21 - 32

Industrial Plantation Forest of *Acacia mangium* for pulp industry in Indonesia has declined its productivity due to a decrease in the quality of soil on the second cycle and thereafter. Therefore, the alternative raw material for pulp has to be found as a substitute for *Acacia mangium*. Research on the various ages of *Acacia crassicaarpa* (4; 5 and 6 years old) as the pulp raw material has been done. Pulp was prepared using the kraft process. The optimum cooking condition with target Kappa Number of 15 ± 1 was obtained at 20-22% active alkali, 30% sulfidity, temperature of 165 °C, liquor ratio 1:4 and H factor of 1300. Pulp was then bleached using ECF (Elemental Chlorine Free) process with the sequence of ODEDED and XDEDED. Results showed that pulp yield was high enough and meet the standard requirement according to SNI 6107:2009, Pulp Kraft Putih Kayudaun (LBKP). Hollocellulose content of *Acacia crassicaarpa* (79,99-80,87%) and α cellulose content (43,33-48,62%) were higher compared to those of *Acacia mangium* (<79% and <43%) respectively, while lignin and extractive contents were significantly low. It was found that *Acacia crassicaarpa* of 5 years old resulted in better bleached kraft pulp compared to those of 4 and 6 years old. It is concluded that *Acacia crassicaarpa* has a good prospect to be developed in Industrial Plantation Forest as raw material for pulp.

Keywords: *Acacia crassicaarpa*, ages, raw material, ECF, pulp

DDC 676.142

Sonny Kurnia Wirawan *et al* (Center for Pulp and Paper)

QUALITY IMPROVEMENT OF OLD CORRUGATED CARDBOARD USING CMC

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 1, June 2015, Page 33 - 38

The use of recycled fibers derived from old corrugated cardboard (OCC) potential for enhanced strength properties through the addition of *carboxy methylcellulose* (CMC). Research carried out on local OCC with variation of time reaction, temperture, and the dosage of of CMC and CaCl_2 . Handsheet laboratory was made, and then analyzed the strength properties include tensile index, tensile energy absorption (TEA) index , bursting index and folding endurance, as well as coarseness and kink. The results show the optimum condition is achieved on the conditions of the reaction time of 20 minutes, the reaction suhu 25°C, the concentration of CMC 0.75% and concentration CaCl_2 0.5% . Strength properties improvement was achieved at 3.07% tensile index, folding endurance 43.75% and bursting strength 36.81% .

Keywords: CMC, OCC, strength properties

DDC 621.042

Kristaufan Joko Pramono *et al* (Center for Pulp and Paper)

**BIOCONVERSION ON WASTEWATER TREATMENT OF PULP AND PAPER MILL USING
MEMBRANE-LESS MICROBIAL FUEL CELL (ML-MFC)**

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 1, June 2015, Page 39 - 46

Pulp and paper industry produces large amount of wastewater that has high pollution potentials. Nowadays, development of renewable energy resources is being researched. Membrane-less Microbial Fuel Cell (ML-MFC) can be an alternative for wastewater treatment and bioenergy producers of renewable electricity. This study was subjected to evaluate the performance of ML-MFC in pulp and paper wastewater treatment and to analyze the potentials production of electricity energy. ML-MFC reactors in laboratory scale used in this experiment were made of acrylic, provided with electrodes functioning as anode and cathode which have surface area of $1.4778 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ and $4.926 \times 10^{-3} \text{ m}^2$, respectively. In this experiment, wastewater from pulp and paper mill was continuously fed into the reactor with retention time of 48 hours and organic load about 0.23 – 0.51 kg COD/m³.day. The results showed that there was potential of electricity production from pulp and paper mill's wastewater treatment by ML-MFC. The maximum COD reduction and maximum power supply voltage that could be achieved were 38.50% and 118.8 mV, respectively. The maximum electric power obtained on the anode surface area of $1.4778 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ was 8.46 mW/m² when the electric current value was 101.50 mA/m² and the resistance was 500 Ω .

Keywords: wastewater, organic, bioconversion, electricity, membrane-less microbial fuel cell (ML-MFC)

DDC 620.118

Dian Anggraini Indrawan *et al* (Forest Products Research and Development Center)

**MANUFACTURE OF HARDBOARD FROM ALTERNATIVE FIBER MATERIALS USING ITS
LIGNIN AND TANNIN FORMALDEHYDE AS BINDER**

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 1, June 2015, Page 47 - 58

The most numerous uses of hardboard are for sound-deadening barrier, insulation wall, furniture, part of electronic appliances, and vehicle interior. Nowadays, in Indonesia the availability of natural-forest woods (the conventional ligno-cellulosic fibrous raw material) for fiberboard manufacture becomes limited and scarce. Thus, non-wood alternative fibers should be considered as raw material for fiber board. In this study, experiment was done using alternative fibers which were *Saccharum spontaneum* grasses (SSG), empty oil-palm bunches (EOPB), and bamboo. The pulping and mat forming employed consecutively an open-hot soda semi-chemical process and wet-forming process. The additives for hardboard forming comprised wax emulsion and *tannin formaldehyde* (TF) adhesive. Alkali consumption in the pulping of alternative fibers (SSG, EOPB, and bamboo) for hardboard ranged about 88-99% (regarded as quite high, near 100%). SSG was the most prospective for hardboard, followed by consecutively EOPB and bamboo. Also, physical-strength properties of hardboard from SSG satisfied the JIS and ISO requirement the most. The prospective results of fiberboard manufacture from the alternative fiber materials will expectedly lessen the dependency on natural-forest woods thereby sustaining the natural resources, and alleviating environment concerns. The high alkali consumption and wet-forming implementation hinted that this fiberboard-manufacturing experiment is more suitable for small-medium scale endeavor (SME).

Keywords: hardboard, alternative ligno-cellulosic fiber materials, prospective results, sustaining natural resources, small-to-medium scale endeavor (SME)

ABSTRACT**DDC 676.142**Taufan Hidayat *et al* (Center for Pulp and Paper)**THE UTILIZATION OF HYDROPULPER REJECT FOR INCREASING RECOVERED PAPER VALUE AS RAW MATERIALS FOR PAPER INDUSTRY**

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 2, December 2015, Page 59 - 68

Limited case study of biorefinery implementation in paper industry has been done through the investigation of fibers component separation from hydropulper reject for papermaking. Pulper rejects was cleaned from metal contaminant, crushing, screening sequentially through the screen 6, 2, and 1 size, and drying. Reject fibers (R) then mixed with Old Corrugated Container or OCC (O) in the ratio of R:O as 100:0; 75:25; 50:50; 25:75; and 0:100. The handsheets then made at the basis weight of 70, 125, and 150 g/m² or GSM, followed by testing and evaluating. The results showed that the furnish of reject and OCC mixing is feasible for papermaking, and still have some opportunities to develop further mechanically, chemically, and or fiber reinforcement. Based on the evaluation of handsheets quality, it is recommended that improved 70 GSM paper suitable for wrapping paper, while improved 125 and 150 GSM papers supposed to be a liner board and fluting medium.

Keywords: biorefinery, hydropulper reject, wrapping paper, liner board, fluting medium

DDC 631.8Krisna Adhitya Wardhana *et al* (Center for Pulp and Paper)**THE ADHESIVES FOR ORGANIC FERTILIZER PELLETIZATION FROM THE ANAEROBIC DIGESTION RESIDUE OF PAPER MILL BIOLOGICAL SLUDGE**

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 2, December 2015, Page 69 - 78

The residue from anaerobic digestion of paper mill biological sludge has the potency to be used as organic fertilizer. Physically, organic fertilizer in pellet form has smaller volume and easily stored and transported. The aim of this study is to obtain the appropriate adhesive to make fertilizer pellets from the residue from anaerobic digestion of paper mill biological sludge. The experiment were performed with two variable treatments which are the types of adhesive (sago flour, cassava starch, molasses) and the adhesive doses (0.5%, 1.0%, and 1.5%) with respectively 3 replications. The physical properties of resulting pellets were tested including yield, density, water holding capacity, and durability. The effect of pellets on plant germination and growth was also done using tomato seed. The results explained that the pellets meet minimum requirements of organic fertilizers according to Indonesian National Standard (SNI 7847:2012) and Regulation of the Minister of Agriculture Number 70/2011, unless the water content is too low. The pelletization of organic fertilizer to the size of 3-5 mm can be done by adding the best adhesive material, namely cassava starch 1% with the physical properties of the pellets including a yield of 99.56%, density of 1.84 g/ml, water holding capacity of 65.53%, and durability of 99.65-99.84%, but organic fertilizer pellets (with sago flour as adhesive) at a dose of 0.5 g/50 g media is the best for tomato germination and growth.

Keywords: anaerobic digestion residue, organic fertilizer pellet, molasses, cassava starch, sago flour

DDC 676.1

Erwinsyah *et al* (Indonesian Oil Palm Research Institute)

POTENCY AND OPPORTUNITY OF OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCH AS RAW MATERIAL FOR PULP AND PAPER: A CASE STUDY IN INDONESIA

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 2, December 2015, Page 79 - 88

Oil palm biomass derived from oil palm processing plant has a very abundant availability or nearly equal to the yield of crude palm oil. This paper provides a review of the chemical and fibers characteristics from the empty fruit bunches of oil palm tree associated with the properties of pulp and papermaking. Potential use of fibers from oil palm tree, which is included in the group of nonwood, as raw material for pulp and paper is large enough for wood substitution. Opportunities to use oil palm tree fibers as raw material for pulp and paper in industrial scale is very prospective.

Keywords: empty fruit bunches, characteristics, utilization, pulp, paper

DDC 676.2

Sari Hasanah (National Archives of Indonesia)

EVALUATION OF BLEACHING TECHNIQUE IN RESTORATION OF ARCHIVAL PAPER

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 2, December 2015, Page 89 - 98

The objective of this research is to study the effects of bleaching on paper archives so the possibilities of bleaching techniques used in the restoration of archives will be known. Experiments were conducted on papers often used as the based material for the archives and archives that have hundreds years old age. Bleaching was done by soaking the solution of potassium permanganate and oxalic acid for fifteen minutes. Control papers and treated papers were analyzed for physical and chemical characteristics, including physical condition, acid content, tear resistance and folding endurance. The effects of bleaching were known by comparing analysis results of control papers and treated papers. The results showed that the bleaching process on white paper made the color of paper darker, but on brown paper be whiter. Other results showed that bleaching process reduced the physical and chemical properties of paper and risky very much such as losing the letter on the paper, tearing, wrinkling / waving, uneven color and the emergence of new stains. The bleaching technique do not recommended for historical and national interest archives.

Keywords: archives, bleaching, historical value, paper, stains

DDC 676.1

Susi Sugesty *et al* (Center for Pulp and Paper)

THE USE OF XYLANASE IN BLEACHING OF DISSOLVING PULP FROM *Acacia crassicarpa*

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 2, December 2015, Page 99 - 106

The use of xylanase in pulp bleaching process is intended to reduce chemicals consumption in Pulp Industry that still using chlorine compounds (*chlorine dioxide*), it needs to be modified at the bleaching stage without reducing the dissolving pulp quality. Dissolving pulp produce using *Acacia crassicarpa* as raw materials with ages 6 years old and using the Pre-hydrolysis-Kraft process, then the pulp is bleached with the ECF (elemental chlorine free) process which is more environmentally friendly than chlorine elements, using xylanase (X) at an early stage of bleaching sequence of XDEDED and ODEDED as a comparison. Results showed that dissolving pulp with active alkali of 22%, sulphidity of 30%, the temperature of 165°C, the ratio of 1:4 and H-factor of 1300 is the optimal conditions. Cellulose content, viscosity and brightness were, which is above 94%, 6.2 cP and 88% ISO, respectively. *Dissolving pulp* obtained has a high yield enough and the quality meets to the specification requirements of SNI 0938:2010, Pulp rayon.

Keywords: *Acacia crassicarpa*, xylanase, Prehydrolysis-Kraft, dissolving pulp, rayon pulp

Kata kunci yang digunakan adalah istilah bebas. Lembar Abstrak ini boleh dikopi tanpa ijin dan biaya

ABSTRAK

DDC 668.9

Lik Anah, dkk. (Pusat Penelitian Kimia-LIPI)

SINTESA DAN KARAKTERISASI HIDROGEL SUPER ABSORBEN POLIMER (SAP) BERBASIS SELULOSA MENGGUNAKAN *CROSSLINKING AGENT WATER-SOLUBLE CARBODIIMIDE* (WSC)

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 1, Juni 2015, Hal. 1 - 6

Super Absorbent Polymer (SAP) hydrogel yang disintesa melalui proses polimerisasi *Carboxymethylcellulose* (CMCNa), *Hydroxyethyl Cellulose* (HEC) menggunakan *Water-soluble Carbodiimide* (WSC) sebagai *crosslinking agent* telah dilakukan melalui teknik polimerisasi larutan (*solution polymerization techniques*). Pada percobaan awal telah ditetapkan konsentrasi monomer sebagai variabel proses yaitu CMCNa / HEC rasio = 1:1, 3:1, 5:1, 10:1 dan masing-masing rasio direaksikan dengan 2,5 % WSC dan 1 % asam sitrat sebagai katalisator. Pengaruh konsentrasi monomer diuji dari kemampuan hasil gel yang terbentuk dalam menyerap dan mengikat air (*water uptake*) yang divisualisasikan sebagai *swelling* dan *deswelling ratio*. Hasil uji *swelling* menunjukkan bahwa derajat *swelling* tertinggi dicapai pada rasio CMCNa / HEC = 5:1 dalam waktu 100 menit dengan derajat *swelling* = 6,58 g/g. Hidrogel PPA absorb komersial digunakan sebagai standar pembandingan dengan derajat *swelling* 123 g/g. Hasil uji *deswelling* menunjukkan bahwa persentase retensi air dalam gel adalah 61,47 % untuk rasio CMCNa / HEC = 5:1 pada 120 menit. Hasil karakterisasi gugus fungsi melalui analisis FTIR menunjukkan bahwa ada perbedaan nyata antara selulosa awal dengan selulosa yang direaksikan dengan WSC. Pita serapan tajam untuk gugus fungsi =C-H berada pada bilangan gelombang 2930 cm⁻¹ dan C-H *antisym* dan *sym* terjadi pada 2875 cm⁻¹, H-bonded-OH pada 2375 cm⁻¹, gugus fungsi -COO- *antisym* berada pada bilangan gelombang 1600 cm⁻¹, dan C-O terjadi pada 1025 cm⁻¹.

Kata kunci: hidrogel, SAP, *swelling*, *crosslinking*, WSC

DDC 621.042

Syamsudin (Balai Besar Pulp dan Kertas)

TINJAUAN PEMANFAATAN *SLUDGE CAKE* PABRIK PULP KRAFT SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF MELALUI PROSES GASIFIKASI

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 1, Juni 2015, Hal. 7 - 20

Pabrik pulp kraft menghasilkan *sludge cake* dalam jumlah besar dengan nilai kalor tipikal 20 MJ/kg (dasar kering dan bebas abu). *Sludge cake* dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif melalui gasifikasi untuk menghasilkan bahan bakar gas medium. *Sludge cake* memiliki kadar air tinggi dan *dewaterability* rendah, disebabkan adanya biomassa hasil pertumbuhan mikroba pengolahan air limbah secara lumpur aktif. Kendala ini diatasi dengan penambahan media bantu filtrasi memanfaatkan limbah biomassa pabrik pulp dan proses *dewatering* dengan metode TAMD. Pengeringan dilanjutkan dengan memanfaatkan gas panas dari boiler atau *lime kiln*. Proses gasifikasi-kukus *allothermal* terhadap *sludge cake* dapat menghasilkan gas bakar dengan nilai kalor 11 MJ/Nm³. Gasifikasi *allothermal* model dua reaktor mampu menangani *sludge cake* dengan kadar air <55%, namun menghasilkan gas dengan kadar tar yang tinggi. Gasifikasi atau pembakaran *sludge cake* pada model ini sebaiknya dilakukan pada suhu di bawah 1200°C untuk menghindari terjadinya *slagging* dan *fouling*. Sebaliknya, gasifikasi *allothermal* model tiga reaktor dapat menghasilkan gas dengan kadar tar rendah. Panas reaksi gasifikasi mungkin dapat dipenuhi dari pembakaran gas volatil hasil pirolisis. Pirolisis dapat dilakukan pada suhu <500°C dengan mempertimbangkan kecukupan suplai panas gasifikasi dan *yield* arang tinggi. Penggantian gas bumi dengan gas produser perlu memperhatikan *redesign* proses pembakaran terkait dengan panas pembakaran yang lebih rendah.

Kata kunci: *sludge cake*, *dewatering*, gasifikasi, kukus, CO₂, bahan bakar gas kalor medium

DDC 676.1

Susi Sugesty dkk. (Balai Besar Pulp dan Kertas)

POTENSI *Acacia crassicarpa* SEBAGAI BAHAN BAKU PULP KERTAS UNTUK HUTAN TANAMAN INDUSTRI

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 1, Juni 2015, Hal. 21 - 32

Hutan Tanaman Industri *Acacia mangium* untuk industri pulp yang dikembangkan di Indonesia saat ini mengalami penurunan produktivitas akibat penurunan kualitas tempat tumbuh pada daur kedua dan seterusnya. Oleh sebab itu perlu dicari bahan baku alternatif pengganti *Acacia mangium*. Untuk itu telah dilakukan penelitian terhadap *Acacia crassicarpa* berbagai umur yaitu 4 ; 5 dan 6 tahun. Pembuatan pulp kertas dilakukan dengan proses kraft. Kondisi pemasakan yang optimal dan memenuhi target bilangan Kappa 15 ± 1 , diperoleh pada penggunaan alkali aktif 20-22%, sulfiditas 30%, suhu 165 °C, ratio 1:4 dan faktor H 1300. Pemutihan pulp dilakukan dengan proses ECF (Elemental Chlorine Free) yang dikenal ramah lingkungan dengan tahapan ODEDED dan XDEDED. Hasil pulp kraft putih mempunyai rendemen cukup tinggi dan memenuhi persyaratan spesifikasi SNI 6107:2009, Pulp Kraft Putih Kayudaun (LBKP) kecuali indeks sobek. Kayu *Acacia crassicarpa* mempunyai kadar holoselulosa (79,99-80,87%) dan selulosa alfa (43,33-48,62%) yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan *Acacia mangium* (<79% dan <43%), serta kadar lignin dan ekstraktif yang cukup rendah. Kayu *Acacia crassicarpa* umur 5 tahun menghasilkan pulp kraft putih paling baik dibandingkan umur 4 dan 6 tahun. Dengan demikian, kayu *Acacia crassicarpa* mempunyai potensi untuk dikembangkan di Hutan Tanaman Industri sebagai bahan baku pulp.

Kata kunci: *Acacia crassicarpa*, umur, bahan baku, ECF, pulp

DDC 676.142

Sonny Kurnia Wirawan dkk. (Balai Besar Pulp dan Kertas)

PENINGKATAN MUTU SERAT DAUR ULANG KOTAK KARTON GELOMBANG BEKAS MENGGUNAKAN CMC

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 1, Juni 2015, Hal. 33 - 38

Sifat kekuatan serat daur ulang yang berasal dari kotak karton gelombang (KKG) bekas berpotensi untuk ditingkatkan melalui penambahan karboksi metil selulosa (CMC). Penelitian dilakukan terhadap KKG bekas lokal dengan variasi waktu, suhu, dan dosis penambahan CMC dan CaCl_2 . Lembaran kertas dibuat secara laboratorium, kemudian dianalisis sifat kekuatan meliputi indek tarik, indek *tensile energy absorption* (TEA), indek retak, dan ketahanan lipat, serta analisis *coarseness* dan *kink*. Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum dicapai pada waktu reaksi 20 menit, suhu reaksi 25°C, konsentrasi CMC 0,75% dan konsentrasi CaCl_2 0,5%. Peningkatan kekuatan yang dihasilkan adalah indeks tarik 3,07%, ketahanan lipat 43,75% dan indeks retak 36,81%.

Kata kunci: CMC, KKG bekas, sifat kekuatan

DDC 621.042

Kristaufan Joko Pramono dkk. (Balai Besar Pulp dan Kertas)

BIOKONVERSI BAHAN ORGANIK PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI PULP DAN KERTAS MENJADI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN *MEMBRANE-LESS MICROBIAL FUEL CELL* (ML-MFC)

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 1, Juni 2015, Hal. 39 - 46

Industri pulp dan kertas menghasilkan air limbah dalam jumlah besar yang memiliki potensi pencemaran tinggi. Saat ini, upaya pengembangan sumber energi terbarukan terus dilakukan. *Membrane-less Microbial Fuel Cell* (ML-MFC) adalah salah satu alternatif pengolahan air limbah dan penghasil bioenergi listrik yang dapat terbarukan. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja ML-MFC dalam pengolahan air limbah pulp dan kertas proses biologi dan menganalisa potensi produksi energi listrik. Reaktor ML-MFC skala laboratorium yang digunakan dalam percobaan terbuat dari akrilik dengan rangkaian elektroda yang berfungsi sebagai anoda dengan luas permukaan $1,4778 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ dan katoda dengan luas permukaan $4,926 \times 10^{-3} \text{ m}^2$. Pada percobaan ini, air limbah industri pulp dan kertas dialirkan melalui reaktor secara kontinu dengan waktu tinggal 48 jam dan beban organik 0,23 – 0,51 kg COD/m³.hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat potensi produksi energi listrik dari proses pengolahan air limbah industri pulp dan kertas oleh ML-MFC. Reduksi maksimum nilai COD dan tegangan listrik maksimum yang dapat dicapai adalah 38,50% dan 118,8 mV. Daya listrik maksimum yang diperoleh pada luas permukaan anoda sebesar $1,4778 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ adalah 8,46 mW/m² pada saat nilai arus listrik 101,50 mA/m² dan beban resistansi 500 Ω .

Kata kunci: air limbah, organik, biokonversi, energi listrik, *membrane-less microbial fuel cell* (ML-MFC)

DDC 620.118

Dian Anggraini Indrawan dkk. (Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan)

PEMBUATAN *HARDBOARD* DARI SERAT ALTERNATIF MENGGUNAKAN LIGNIN ALAMINYA DAN TANIN FORMALDEHIDA SEBAGAI PEREKAT

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 1, Juni 2015, Hal. 47 - 58

Hardboard banyak digunakan antara lain untuk bahan peredam suara, dinding penyekat, mebel, bagian dari peralatan elektronik dan interior kendaraan. Di Indonesia, ketersediaan kayu hutan alam (bahan baku serat berligno-selulosa konvensional) untuk pembuatan papan serat di Indonesia semakin terbatas dan langka. Oleh karena itu bahan serat alternatif harus dipertimbangkan sebagai bahan baku papan serat. Dalam penelitian ini dilakukan percobaan pembuatan papan serat (*hardboard*) dari bahan serat alternatif, yaitu rumput gelagah (RG), tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan bambu. Pengolahan pulp (*pulping*) dan pembentukan lembaran untuk papan serat menggunakan proses semi-kimia soda panas terbuka dengan pembentukan cara basah (*wet process*). Bahan aditif yang digunakan adalah emulsi lilin dan perekat tanin formaldehida (TF) Konsumsi alkali pada *pulping* adalah 88-99% (dianggap cukup tinggi, mendekati 100%). RG paling berprospek untuk *hardboard* diikuti oleh TKKS dan bambu, dan sifat fisik-kekuatan *hardboard* dari RG paling banyak memenuhi persyaratan JIS dan ISO. Hasil prospektif pemanfaatan serat alternatif untuk papan serat diharapkan bermanfaat mengurangi ketergantungan pada kayu hutan alam sehingga ikut melestarikan sumber daya alam. Tingginya konsumsi alkali dan penerapan cara basah berindikasi bahwa pengolahan papan serat ini lebih sesuai untuk usaha kecil menengah (UKM).

Kata kunci: *hardboard*, bahan baku serat alternatif, hasil prospektif, melestarikan sumber daya alam, usaha kecil menengah (UKM)

Kata kunci yang digunakan adalah istilah bebas. Lembar Abstrak ini boleh dikopi tanpa ijin dan biaya

ABSTRAK

DDC 676.142

Taufan Hidayat dkk. (Balai Besar Pulp dan Kertas)

**PEMANFAATAN REJEK HIDROPULPER UNTUK MENINGKATKAN NILAI KERTAS BEKAS
SEBAGAI BAHAN BAKU INDUSTRI KERTAS**

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 2, Desember 2015, Hal. 59 - 68

Studi kasus terbatas tentang penerapan *biorefinery* di industri kertas telah dilakukan melalui penelitian pemisahan komponen serat dari rejeK hidropulper untuk dimanfaatkan kembali menjadi kertas. RejeK hidropulper dibersihkan dari pengotor logam, dicacah, disaring secara berurutan melalui saringan berukuran 6, 2, dan 1 mm, dan dikeringkan. Serat rejeK (R) dicampur dengan *Old Corrugated Container* atau OCC (O) dan komposisi R:O adalah 100:0; 75:25; 50:50; 25:75; 0:100, kemudian selanjutnya dibuat lembaran kertas dengan gramatur 70, 125, dan 150 g/m² atau GSM. Kertas dikondisikan dalam ruang standar sebelum diuji mutu lembarannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *furnish* campuran serat rejeK dan OCC layak untuk dibuat lembaran kertas, tetapi masih memerlukan perlakuan lanjutan untuk meningkatkan mutunya. Berdasarkan peluang peningkatan mutu tersebut disarankan kertas gramatur 70 GSM digunakan untuk kertas bungkus, sedangkan kertas gramatur 125 dan 150 GSM untuk kertas lainer dan medium.

Kata Kunci : *biorefinery*, rejeK hidropulper, OCC, kertas bungkus, kertas lainer, kertas medium

DDC 631.8

Krisna Adhitya Wardhana dkk. (Balai Besar Pulp dan Kertas)

**PEREKAT UNTUK PEMBUATAN PELET PUPUK ORGANIK DARI RESIDU PROSES DIGESTASI
ANAEROBIK LUMPUR BIOLOGI INDUSTRI KERTAS**

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 2, Desember 2015, Hal. 69 - 78

Residu proses digestasi anaerobik lumpur biologi industri kertas berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Secara fisik, pupuk organik dalam bentuk pelet lebih kecil volumenya dan lebih mudah disimpan dan diangkut. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh bahan perekat yang sesuai untuk membuat pelet pupuk organik dari residu proses digestasi anaerobik lumpur biologi industri kertas. Percobaan dilakukan dengan 2 variabel perlakuan, yaitu jenis perekat (tepung sagu, tepung kanji, molase) dan dosis perekat (0,5%; 1,0%; dan 1,5%) dengan masing-masing 3 replikasi. Pelet yang dihasilkan diuji sifat fisiknya meliputi *yield*, densitas, *water holding capacity* dan durabilitas. Percobaan pengaruh pelet berperekat terhadap perkecambahan dan pertumbuhan biji tanaman tomat juga dilakukan. Hasil penelitian menjelaskan bahwa pelet memenuhi persyaratan minimal pupuk organik sesuai SNI 7847:2012 dan PERMENTAN No 70 tahun 2011, kecuali kadar air yang terlalu rendah. Pembuatan pelet pupuk organik dengan ukuran 3–5 mm dapat dilakukan dengan menambahkan bahan perekat terbaik, yaitu tepung kanji 1% dengan sifat fisik : *yield* 99,56%, densitas 1,84 g/ml, *water holding capacity* 65,53% dan durabilitas 99,65-99,84%, namun penggunaan pelet pupuk organik (berperekat tepung sagu) 0,5 g/50 g media untuk perkecambahan dan pertumbuhan biji tanaman tomat merupakan yang terbaik.

Kata kunci: residu digestasi anaerobik, pelet pupuk organik, molase, tepung kanji, tepung sagu

DDC 676.1

Erwinsyah dkk. (Pusat Penelitian Kelapa Sawit)

POTENSI DAN PELUANG TANDAN KOSONG SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKU PULP DAN KERTAS: STUDI KASUS DI INDONESIA

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 2, Desember 2015, Hal. 79 - 88

Biomassa sawit yang berasal dari pabrik pengolahan sawit memiliki ketersediaan sangat melimpah atau hampir sama dengan rendemen minyak sawit mentah. Makalah ini memberikan tinjauan mengenai karakteristik kimia dan serat dari tandan kosong sawit terkait dengan sifat-sifat pembuatan pulp dan kertas. Potensi penggunaan serat dari tanaman sawit yang termasuk dalam kelompok nonkayu sebagai bahan baku pulp dan kertas cukup besar, untuk substitusi kayu. Peluang penggunaan serat tanaman sawit serta pemanfaatannya sebagai bahan baku pulp dan kertas skala industri cukup prospektif.

Kata kunci: tandan kosong sawit, karakteristik, pemanfaatan, pulp, kertas

DDC 676.2

Sari Hasanah (Arsip Nasional Republik Indonesia)

EVALUASI TEKNIK PEMUTIHAN DALAM RESTORASI KERTAS ARSIP

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 2, Desember 2015, Hal. 89 - 98

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efek pemutihan pada kertas arsip sehingga akan diketahui kemungkinan penerapan penggunaan teknik pemutihan dalam restorasi arsip. Penelitian dilakukan terhadap kertas yang sering digunakan sebagai bahan dasar arsip dan juga terhadap arsip yang telah berusia ratusan tahun. Pemutihan dilakukan dengan merendam kertas dalam larutan kalium permanganat dan asam oksalat selama lima belas menit. Kertas kontrol dan kertas yang diberi perlakuan pemutihan dianalisis dengan parameter fisik dan kimia meliputi kondisi fisik, kadar asam, ketahanan sobek dan ketahanan lipatnya. Efek dari pemutihan diketahui dari perbandingan hasil analisis terhadap kertas kontrol dengan kertas yang telah dilakukan proses pemutihan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pemutihan pada bahan kertas berwarna putih akan mengotori warna kertas dan membuat warna semakin gelap sedangkan proses pemutihan pada bahan kertas yang berwarna coklat akan membuat warna kertas menjadi lebih putih. Hasil lainnya menunjukkan proses pemutihan dapat menurunkan sifat fisika dan kimia kertas dan menimbulkan resiko yang sangat tinggi terhadap kertas yaitu hilangnya tulisan, robeknya kertas, timbulnya kerutan/gelombang, warna yang tidak merata serta timbulnya noda baru. Berdasarkan efek yang ditimbulkan pemutihan, maka kertas arsip yang bernilai kesejarahan dan memiliki kepentingan nasional tidak dianjurkan dilakukan proses pemutihan.

Kata kunci: arsip, pemutihan, nilai sejarah, kertas, noda warna

DDC 676.1

Susi Sugesty dkk. (Balai Besar Pulp dan Kertas)

PENGGUNAAN XILANASE PADA PEMUTIHAN *DISSOLVING PULP Acacia crassicarpa*

Jurnal Selulosa Vol. 5, No. 2, Desember 2015, Hal. 99 - 106

Penggunaan xilanase pada proses pemutihan pulp dimaksudkan untuk mengurangi konsumsi bahan kimia yang digunakan selama ini di industri pulp, yang masih menggunakan senyawa klorin (klorin dioksida), untuk itu perlu dilakukan modifikasi pada tahap pemutihannya tanpa mengurangi kualitas *dissolving pulp* yang dihasilkan. Pembuatan *dissolving pulp* dilakukan menggunakan bahan baku kayu *Acacia crassicarpa* berumur 6 tahun dengan proses Prahidrolisa–Kraft, selanjutnya pulp diputihkan dengan proses ECF (*Elemental Chlorine Free*) menggunakan xilanase (X) dan oksigen (O) sebagai pembanding pada awal pemutihan dengan 6 tahapan proses, yaitu X/OEDEDED (xilanase atau oksigen; klorin dioksida; ekstraksi-1; klorin dioksida-1; ekstraksi-2; klorin dioksida-2) dengan perlakuan oksigen sebagai pembanding. Hasil pembuatan *dissolving pulp* dengan alkali aktif 22%, sulfiditas 30%, suhu 165°C, rasio 1:4 adalah kondisi yang optimal. Kandungan selulosa, viskositas dan derajat cerah yang diperoleh masing-masing yaitu di atas 94%, 6,2 cP dan 88% ISO. Kualitas *dissolving pulp* hasil pemutihan dengan penambahan xilanase lebih tinggi daripada menggunakan oksigen dan memenuhi persyaratan spesifikasi SNI 0938:2010, *pulp rayon*.

Kata kunci : *Acacia crassicarpa*, xilanase, Prahidrolisa-Kraft, *dissolving pulp*, *pulp rayon*

