

MODIFIKASI SIFAT KIMIA SERBUK TEMPURUNG KELAPA (STK) SEBAGAI MATRIKS KOMPOSIT SERAT ALAM DENGAN PERBANDINGAN ALKALISASI NAOH DAN KOH

Ummul Habibah Hasyim, Nur Adry Yansah, Mochammad Fadhilah Nuris

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta 10510
ummul.hh@umj.ac.id

Abstrak

Komposit secara umum tersusun atas gabungan material yang terbentuk dari dua atau lebih material yang memiliki sifat kimia dan fisika berbeda dari material pembentuknya. Komposit terdiri atas material penyusun sebagai matriks dan serat sebagai bahan penguat (*reinforcement*). Perlakuan alkali dari serat alam adalah salah satu tahapan kimia dalam pembuatan komposit dengan tujuan meningkatkan selulosa dengan menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan limbah batok kelapa agar bernilai ekonomis, mengetahui alkali terbaik dalam proses kimia pembuatan komposit dari serbuk tempurung kelapa, mengetahui massa jenis dari serbuk tempurung kelapa, mengetahui persen kadar selulosa dalam serbuk tempurung kelapa setelah proses delignifikasi dengan *Fourierr Transform Infrared* (FT-IR), serta mengetahui *bending strength* setelah menjadi komposit. Dengan variasi variabel yang digunakan adalah variasi alkali NaOH dan KOH, 5%, 10%, 15% dan 20%. Metode yang digunakan adalah dengan perendaman (maserasi) serbuk tempurung kelapa terhadap variasi alkali dalam waktu yang sudah ditentukan. Setelah itu dilakukan pencetakan komposit serbuk kelapa. Pengujian dilakukan dengan uji kualitatif menggunakan spektrofotometer IR, dan uji mekanis *bending strength*. Hasil uji *bending* paling optimal yaitu spesimen KOH 5% dengan tebal 0,4 cm sebesar 18,89 MPa. Analisa data yang didapat pada uji *bending* hasil delignifikasi dengan NaOH mempunyai nilai $R^2 = 0,809$. Sedangkan pada spesimen KOH diperoleh dengan nilai $R^2 = 0,868$.

Kata Kunci : Komposit, Alkalisasi, NaOH, KOH, Serbuk kelapa

Abstrack

Composites are generally composed of a combination of materials formed from two or more materials that have different chemical and physical properties from their constituent materials. Composite consists of constituent material as matrix and fiber as reinforcing material. Alkaline treatment of natural fibers is one of the chemical stages in the manufacture of composites with the aim of increasing cellulose by eliminating the content of lignin and hemicellulose. The purpose of this study was to utilize coconut shell waste for economic value, to know the best alkali in the process of making chemical composites from coconut powder, to determine the density of coconut shell powder, to know the percentage of cellulose content in coconut shell powder after the delignification process with *Fourierr Transform Infrared* (FT -IR), and knowing bending strength after being composite. With the variation of the variables used are alkaline variations of NaOH and KOH, 5%, 10%, 15% and 20%. The method used is by immersion (maceration) of coconut shell powder on alkaline variations in the time that has been determined. After that, composite of coconut powder printing is done. The test was carried out by qualitative test using IR spectrophotometer, and bending strength mechanical test. The most optimal bending test results are 5% KOH specimens with 0.4 cm thickness of 18.89 MPa. Analysis of the data obtained in the bending test results of

delignification with NaOH has a value of $R^2 = 0.809$. While the KOH specimen was obtained with a value of $R^2 = 0.868$.

Keyword : Composites, Alkali, NaOH, KOH, Coconut Powder

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan mendorong kita untuk terus berinovasi dalam menghasilkan teknologi-teknologi terbaru dan terbaharukan. Salah satu teknologi yang terus dikembangkan adalah teknologi rekayasa komposit.

Yang dimaksud komposit adalah material yang terbentuk dari dua atau lebih material pembentuknya. yang memiliki sifat kimia dan fisika berbeda. Gabungan tersebut membentuk material baru yang memiliki sifat – sifat berbeda dengan material penyusunnya. Dalam literturnya disebutkan bahwa komposit tersusun atas dua tipe material penyusun yang berbeda yang dikenal dengan matriks sebagai pengikat dan serat sebagai bahan penguat (*reinforcement*).

Bahan serat yang telah digunakan sebagai komposit alam pun telah beragam dikembangkan, antara lain serat rami, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), serat batang bamboo, serat kulit nenas dan juga serat sabut kelapa. Segala material tersebut merupakan limbah yang coba dimnafaatkan kembali untuk menghasilkan material baru yang bermanfaat bagi masyarakat dan juga menghasilkan nilai ekonomis dari limbah yang tak bernilai sebelumnya.

Penelitian ini bertujuan mencari alkali terbaik atau alkali alternatif yang dapat digunakan dalam proses pembuatan komposit serbuk tempurung kelapa.

Komposit mempunyai banyak kelebihan dan keistimewaan dari segi sifat mekanis, fisik, termal, dan kimianya, yaitu:

- Sifat kekuatan, kekakuan dan keliatannya yang cukup baik .
- Kestabilan dimensi dan ketahanan termal yang tinggi.
- Peningkatan modulus spesifik (modulus /massa jenis) dan kekuatan spesifik (kekuatan / massa jenis) menyebabkan berat jenis komposit semakin berkurang.

- Peningkatan ketahanan terhadap bahan kimia.
- Biaya produksi dapat dikurangi karena bahan dasar yang digunakan berkurang

Namun perlu diketahui bahwa semua sifat diatas tidak dapat diperoleh secara bersamaan. Misalnya, peningkatan sifat kekakuan dan kekuatan umumnya mengurangi sifat keliatan bahan komposit tersebut. Jadi pencapaian kekuatan optimum komposit yang dihasilkan disesuaikan dengan penggunaan komposit tersebut. (Harry Abrido S, 2012)

Umumnya dalam komposit terdapat bahan yang disebut sebagai “matriks” dan bahan “penguat”. Bahan matriks umumnya dapat berupa logam, polimer, keramik, karbon. Matriks dalam komposit berfungsi untuk mendistribusikan beban kedalam seluruh material penguat komposit. Sifat matriks biasanya “ulet”(ductile). Bahan penguat dalam komposit berperan untuk menahan beban yang diterima oleh material komposit. Sifat bahan penguat biasanya kaku dan tangguh. Bahan penguat yang umum digunakan selama ini adalah serat karbon, serat gelas, keramik. Serat alam sebagai jenis serat yang memiliki kelebihan-kelebihan mulai diaplikasikan sebagai bahan penguat dalam komposit polimer.

Soda kaustik apabila dilarutkan dalam air akan menimbulkan reaksi eksotermis. NaOH dapat digunakan untuk membantu pemisahan lignin dari serat selulosa sehingga terurai menjadi bubur (Saleh, et al., 2009).

Kalium hidroksida adalah suatu senyawa anorganik dengan rumus kimia KOH, dan umumnya disebut sebagai *potash*kaustik. Bersama dengan natrium hidroksida (NaOH), padatan tak berwarna ini adalah suatu basa kuat. Senyawa ini memiliki banyak aplikasi industri dan *niche*, sebagian besar yang memanfaatkan sifat korosif dan reaktivitasnya terhadap asam. Diperkirakan 700,000 hingga 800,000 ton telah diproduksi pada tahun 2005. Sekitar 100 kali lebih banyak NaOH dibanding

KOH diproduksi setiap tahunnya. KOH penting sebagai prekursor dalam pembuatan sabun yang paling lembut dan cair serta berbagai bahan kimia yang mengandung kalium. KOH dan NaOH dapat digunakan secara bergantian untuk sejumlah aplikasi, meskipun dalam industri, NaOH lebih disukai karena biaya yang lebih rendah.

Penelitian ini bertujuan mencari alkali terbaik atau alkali alternatif yang dapat digunakan dalam pembuatan komposit serat alam yang mana pada penelitian ini serat alam yang digunakan adalah serbuk tempurung kelapa. Batasan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain ; massa serbuk tempurung kelapa, lama perendaman pada proses alkalisasi (NaOH dan KOH), dan suhu pengeringan.

METODE

Adapun alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

Bahan : serbuk tempurung kelapa, resin polyester, katalis MEKP, KOH, NaOH, KOH, aquadest,

Alat : *beaker glass*, gelas ukur, batang pengaduk, kain saring, aluminium foil, plastik *wrap*, penggaris, jangka sorong, alat cetak komposit, alat uji *bending strength*.

Tahapan – tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain:

1. Persiapan Bahan

Serbuk tempurung kelapa berukuran 120 mesh ditimbang masing – masing sebanyak 50 g. Kemudian dimasukkan ke dalam *beaker glass* untuk proses alkalisasi.

2. Proses Alkalisasi

Dalam tahap ini dilakukan proses alkalisasi serbuk tempurung kelapa menggunakan variasi alkali NaOH dan KOH dengan variasi konsentrasi untuk masing-masing alkali 5%, 10%, 15% dan 20%. Serbuk tempurung kelapa dilarutkan dengan 1000 ml larutan yang telah ditetapkan kadar konsentrasinya, campuran diaduk hingga homogeny dan ditutup rapat. Perendaman dilakukan selama 4 jam, setiap 1 jam dilakukan pengadukan dengan menggunakan batang pengaduk. Serbuk tempurung kelapa kemudian

disaring dan dicuci dengan air hingga pH netral. Serbuk tempurung kelapa yang sudah dicuci bersih kemudian dikeringkan menggunakan aluminium foil dalam oven selama 2 hari dengan suhu 40°C. Sesudahnya serbuk tempurung kelapa kering dihaluskan kembali dan diayak untuk mendapatkan ukuran seragam.

3. Prosedur Pembuatan Komposit Serbuk Tempurung Kelapa

Serbuk tempurung kelapa dicampur dengan resin *polyester* (yang sudah ditambahkan katalis) dengan perbandingan 30 % : 70%. Campuran kemudian diletakkan ke dalam cetakan yang telah diolesi *mirror glass* terlebih dulu untuk mencegah komposit melekat pada cetakan. Komposit dibuat menjadi 4 kali lapisan. Pompa cetakan komposit dengan tekanan 2500 ton pada lapisan pertama, 5000 ton pada lapisan kedua, 7500 ton ketiga dan 10.000 ton pada lapisan terakhir. Setelah 15 menit keluarkan komposit dari cetakan.

Kemudian komposit serbuk tempurung kelapa dianalisa dengan beberapa metode:

1. Pengukuran Densitas

Pengukuran densitas serat dilakukan menggunakan metode Archimedes, dengan cara menimbang berat wadah di udara (M_1), berat wadah didalam cairan aquadest (M_2), berat wadah + serat di udara (M_3), berat wadah + serat di dalam cairan aquadest (M_4). Dengan memasukkan hasil penimbangan (M_1 , M_2 , M_3 , M_4) dan densitas cairan aquadest sebesar $0,791\text{g/cm}^3$ pada persamaan berikut:

$$\rho_f = \frac{(M_3 - M_1)\rho_1}{\{(M_3 - M_1) - (M_4 - M_2)\}} \quad (1)$$

2. Uji *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui ikatan kimia serat tandan kosong kelapa sawit . Ikatan kimia tersebut diindikasikan dengan puncak-puncak yang berbeda. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ikatan dari serat tandan kosong kelapa sawit serta untuk mengkonfirmasi apakah bahan yang dipakai telah sesuai. Alat

uji FTIR yang digunakan ditunjukkan oleh Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Alat Uji *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

3. Pengujian Kuat Lentur (*Bending Strength*)

Pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya kuat lentur dari material komposit yang telah dibuat. Cara yang dilakukan saat pengujian yaitu komposit dalam bentuk *slab* atau plat diletakan diantara penyangga alat komposit yang telah diatur jaraknya. Lalu diberikan beban secara perlahan-lahan sampai komposit mengalami patahan. Pada bagian atas spesimen mengalami proses penekanan dan pada bagian bawah spesimen mengalami proses tarik yang akan mengalami patahan karena tidak mampu untuk menahan tegangan tarik. Kemudian dilakukan perhitungan kuat lentur pada komposit dengan rumus sebagai berikut :

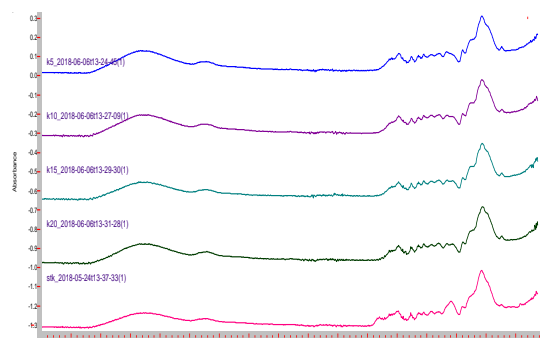
$$MOF = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times H^2} \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

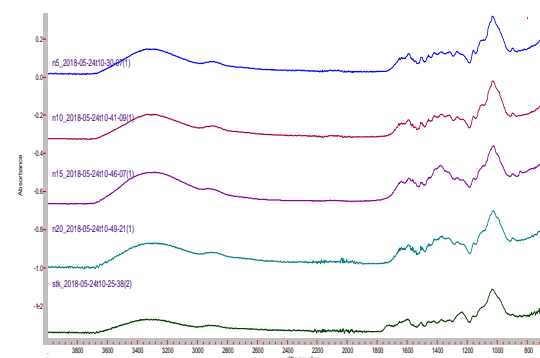
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan serbuk tempurung kelapa dengan ukuran 120 mesh yang diperoleh dari pengrajin serbuk tempurung kelapa di kawasan Bogor. Perlakuan awal adalah perlakuan alkalisasi serbuk tempurung kelapa dengan menggunakan variasi alkali yaitu NaOH dan KOH dengan konsentrasi masing-masing alkali adalah 5%, 10%, 15% dan 20%. Kekuatan dan kekakuan dari serat tanaman terutama tergantung pada kandungan

selulosanya, peningkatan kandungan selulosa adalah faktor kunci untuk meningkatkan sifat serat. Perlakuan alkali (NaOH) dan KOH dari serat alami adalah salah satu perlakuan kimia yang telah dikenal untuk meningkatkan kandungan selulosa melalui penghilangan hemiselulosa dan lignin. Kegunaan proses alkalisasi ini adalah untuk menghilangkan lignin, silika hemiselulosa, dan empulur dari serat agar memiliki impregnasi lebih baik antara serat dan matriks dan meningkatkan kekasaran permukaan serat agar dapat terjadi interaksi yang lebih baik yang menjadi tujuan utama pengolahan secara kimia.

Perlakuan alkali adalah metode umum untuk membersihkan dan memodifikasi permukaan serat untuk menurunkan tegangan permukaan dan meningkatkan adhesi antarmuka antara serat alami dan matriks polimer. (Witono, et al., 2013). Hasil dari alkalisasi diuji secara kualitatif untuk memastikan adanya serat selulosa pada komposit. Gambar 2 dan 3 di bawah ini merupakan hasil uji kualitatif inframerah terhadap komposit sebelum dan sesudah perlakuan alkalisasi menggunakan KOH dan NaOH.



Gambar 2. FTIR Komposit KOH



Gambar 3. FTIR Komposit KOH

Tabel 1. Daerah Serapan Inframerah Komposit Serbuk Kelapa Tanpa Perlakuan dan Alkalisasi

Alkali	Tanpa Alkali	Ikatan Jenis Gugus Fungsi
896,142	658,114	C-H Deformasi
1025,221	1030,687	C-C Stretching
1156,704	1160,606	C-O-C Stretching
1225,976	1238,758	C=C Cincin aromatic
1457,989	1594,547	-CH2 Deformasi
1507,714	1716,462	O-H Deformasi
1590,800	2029,125	CH Stretching
3327,700	3287,512	O-H Stretching

Dari Gambar 2 dan 3 grafik Spektoskopo FTIR dengan spesimen larutan KOH dan NaOH serta tanpa menggunakan larutan alkali pada serbuk tempurung kelapa. Pada serbuk tempurung kelapa yang di uji, sampel serbuk tempurung kelapa sebelum melalui proses alkalisasi didapatkan gugus hidroksil (OH) pada panjang gelombang 3287,512 cm^{-1} . Puncak tersebut dianggap berasal dari peregangan ikatan hidrogen dan pembengkokan dari gugus hidroksil (OH) pada struktur selulosa. Sedangkan setelah proses delignifikasi, spesimen yang telah di kenakan larutan NaOH dan KOH memiliki gugus hidroksil dengan rata-rata pada panjang gelombang 3383,909 cm^{-1} pada spesimen NaOH, kemudian panjang gelombang rata-rata pada spesimen KOH adalah 3334,390 cm^{-1} . Hal tersebut menandakan bahwa pada uji secara kualitatif ini kandungan selulosa pada awal sebelum perlakuan dengan sesudah perlakuan alkalisasi mengalami peningkatan kandungan gugus hidroksil (OH) yang merupakan struktur dari selulosa. Kandungan selulosa terbaik terjadi pada spesimen NaOH 20% (N20) yang memiliki panjang gelombang hidroksil 3531,124 cm^{-1} .

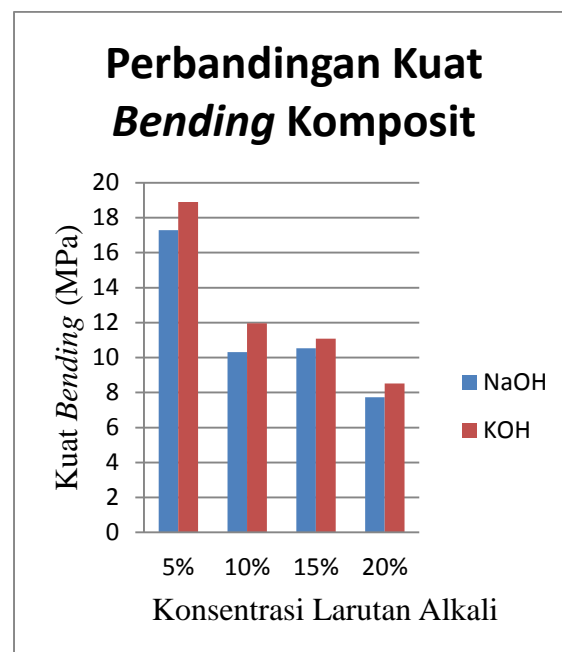
Kelompok gugus ester dan gugus asetil pada hemiselulosa atau kelompok asam karboksil pada *ferulic* dan *p-coumeric* yang terdapat pada lignin, ditunjukkan pada STK

sebelum delignifikasi dengan panjang gelombang 1716,462 cm^{-1} yang merupakan gugus C=O (Alemdar, 2008). Gugus C=O ini merupakan gugus yang berada pada hemiselulosa dan lignin. Setelah perlakuan alkalisasi panjang gelombang tersebut menghilang yang menunjukkan bahwa kandungan lignin dan hemiselulosa sudah menghilang atau dapat dipastikan sudah berkurang dari kadar awal.

Hasil tersebut menandakan bahwa setelah dilakukannya perlakuan alkalisasi secara kimiawi kandungan selulosa meningkat, serta kandungan serat non selulosa telah hilang atau dapat dipastikan sudah berkurang karena telah terlarut oleh pelarut yang digunakan (NaOH dan KOH).

Pengaruh Spesimen NaOH dan KOH Proses Delignifikasi STK pada Kuat Bending.

Pada hasil yang didapat kuat *bending* komposit STK menunjukkan bahwa sifat mekanik yang paling unggul terdapat pada hasil delignifikasi STK dengan menggunakan KOH dibandingkan dengan NaOH. Pada Gambar 4.6 ini menunjukkan perbedaan uji bending pada spesimen konsentrasi hasil delignifikasi



Berdasarkan gambar di atas tersebut kuat *bending* tertinggi terdapat pada konsentrasi alkali 5%, pada NaOH dengan

kuat *bending* sebesar 1744,24 J atau 17,28 MPa dan KOH sebesar 1906,9 J atau 18,89 MPa. Dan kuat *bending* terendah terdapat pada konsentrasi alkali 20% dengan kuat *bending* pada NaOH 781,12 J atau 7,74 MPa dan pada KOH yaitu 860,25 J atau 8,52 MPa. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi larutan alkali yang digunakan akan menjadikan kuat *bending* berkurang. Faktor utama yang menyebabkan hal ini adalah sifat kimia yang dimiliki matriks *polyester* terhadap alkali kuat menyebabkan kerusakan pada resin tersebut (matriks) sehingga mempengaruhi sifat dari komposit tersebut, walaupun *filler* atau penguat STK mengandung selulosa tinggi pada hasil delignifikasi NaOH 20%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Harini dkk pada tahun 2017 melakukan uji *bending* pada komposit dari penguat sekam padi dengan menggunakan matriks urea formaldehid dan dicetak dengan metode *hot press* diperoleh hasil uji *bending* terbaik terdapat pada volume sekam padi 40% dan 60% matriks urea formaldehid yaitu sebesar 2,73 MPa dengan tebal 0,5 cm. Jika dibandingkan dengan penguat STK yang telah didelignifikasi hasilnya jauh lebih kuat dari sekam padi yaitu 18,89 MPa pada STK hasil delignifikasi KOH dengan tebal komposit 0,4 cm. Sedangkan komposit STK dengan komposisi 70% resin *epoxy* dan STK 30% tanpa perlakuan delignifikasi dan menggunakan tambahan penguat Magnesium Oksida (MgO) sebanyak 30% yang dilakukan oleh Muhammad Agus Salim diperoleh hasil uji *bending* terbaik yaitu 20,37 MPa. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan MgO pada komposisi komposit mempengaruhi sifat mekanik komposit. Maka jika dibandingkan dengan komposit STK kami, hasil uji *bending* memiliki kekuatan lebih tinggi.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan mengenai data densitas atau berat jenis dari STK dengan menggunakan metode Archimedes yaitu gaya apung suatu benda diperoleh densitas seberat $1,428 \text{ gr/cm}^3$. Pada uji kualitatif Spektroskopi FT-IR menunjukkan bahwa didapatkan panjang gelombang tertinggi pada larutan NaOH 20% yaitu $3442,158 \text{ cm}^{-1}$ menandakan bahwa kandungan selulosa awal dan setelah alkalisasi

mengalami peningkatan. Pada analisa kuat mekanik komposit dengan menggunakan uji *bending* menggunakan komposisi resin *polyester* dan STK sebanyak 70% : 30% menggunakan variasi konsentrasi hasil delignifikasi NaOH dan KOH (5%, 10%, 15%, dan 20%) diperoleh hasil kuat *bending* tertinggi pada kadar NaOH 5% sebesar 17,28 MPa dengan tebal 0,3 cm dan KOH 5% sebesar 18,89 MPa dengan tebal 0,4 cm. Data tersebut menunjukkan bahwa KOH 5% merupakan hasil uji *bending* terbaik karna memiliki sifat mekanik komposit yang kuat. Karna resin *polyester* lemah terhadap alkali berkonsentrasi tinggi maka serat selulosa tertinggi pada NaOH 20% mempengaruhi sifat matriks yang menyebabkan berkurangnya sifat mekanik pada komposit.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Jakarta dalam Hibah Penelitian Unggulan LPPM Universitas Muhammadiyah Jakarta Tahun 2018. Dan kepada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta yang telah memeberikan kesempatan penelitian kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

Bledzki Andrzej K., A.Mamun Abdullah and Volk Jurgen Barley husk and coconut shell reinforced polypropylene composites : The effect of fibre physical, chemical and surface properties [Journal] // Composition Science and Technology. - 2010. - Vol. 70. - pp. 840 - 846.

HarryAbrido S Johannes Leonard S, Maulida Pengaruh Penggunaan Larutan Alkali Dalam Kekuatan Bentur Dan Uji Degradasi Pada Komposit Termoplastik Berpengisi Serbuk Serabut Kelapa [Journal] // Jurnal Teknik Kimia USU. - 2012. - 2 : Vol. 1.

Kasjoko Pengaruh Perendaman (NaOH) Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending

- Bahan Komposit Serat Bambu Tali (Gigantochloa Apus) Bermatriks Polyester [Journal] // Info Teknik. - Desember 2014. - 2 : Vol. XV. - pp. 139-148.
- Kristina, Sari Evi Retno and Novia** Alkaline Pretreatment Dan Proses Simultan Sakarifikasi - Fermentasi Untuk Produksi Etanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit [Journal] // Jurnal Teknik Kimia. - 2012. - Vol. 18. - pp. 34 - 43.
- Kumar Parveen [et al.]** Methodes For Pretreatment of Lignocellulosic Biomass For Efficient Hydrolysis and Biofuel Production [Journal] // I&EC Research. - 2009. - pp. A-Q.
- Mardina Primata [et al.]** Pengaruh Proses Delignifikasi Pada Produksi Glukosa Dari Tongkol Jagung Dengan Hidrolisis Asam Encer [Journal] // Konversi. - 2013. - Vol. 2. - pp. 17 - 23.
- Maryono, Suddin and Rahmawati** Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji [Journal] // Jurnal Chemica. - 2013. - Vol. 14. - pp. 74-83.
- Mulyawan Mukti, Setyowati Eny and Widjaja Arief** Surfaktan Sodium Ligno Sulfonat (SLS) dari Debu Sabut Kelapa [Journal] // Jurnal Teknik ITS. - 2015. - Vol. 4.
- Permatasari Harry Rizka, Gulo Fakhilil and Lesmini Bety** Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ Dan NaOH Terhadap Delignifikasi Serbuk Bambu (Gigantochloa Apus) [Journal]. - 2013. - pp. 131 - 140.
- Popescu Ana-Maria [et al.]** Physical and Electrochemical Properties of 2-Hydroxy-Ethyl-Trimethyl Ammonium Chloride Based Ionic Liquids as Potential Electrolytes for Metals Electrodeposition [Journal]. - 2011. - pp. 531-537.
- Pugersari Dewi, Syarief Achmad and Larasati Dwinita** Eksperimen Pengembangan Produk Fungsional Bernilai Komersial Berbahan Baku Tempurung Kelapa Berusia Muda dengan Teknik Pelunakan [Journal] // ITB J. Vis Art & Des. - 2015. - Vol. 5. - pp. 74-91.
- Riwayanti Indah** Penurunan Kandungan Amonia Dalam Air Dengan Elektrolisa Menggunakan Elektroda Stainless Steel/Platina [Report]. - 2010.
- S Abrido Harry, S Leonard Johannes and Maulida** Pengaruh Penggunaan Larutan Alkali Dalam Kekuatan Bentur Dan Uji Degradasi Pada Komposit Termoplastik Berpengisi Serbuk Serabut Kelapa [Journal] // Jurnal Teknik Kimia USU. - 2012. - 2 : Vol. 1. - pp. 1-4.
- Saleh Abdullah [et al.]** Pengaruh Konsentrasi Pelarut, Temperatur dan Waktu Pemasakan Pada Pembuatan Pulp dari Serabut Kelapa Muda [Journal] // Jurnal Teknik Kimia. - 2009. - Vol. 16. - pp. 35 - 44.
- Tirono M. and Sabit Ali** Efek Suhu Pada Proses Pengarangan Terhadap Nilai Kalor Arang Tempurung Kelapa (Coconut Shell Charcoal) [Journal] // Jurnal Neutrino. - 2011. - Vol. 3. - pp. 143-153.
- Witono Kris [et al.]** Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Terhadap Morfologi Dan Kekuatan Tarik Serat Mendong [Journal] // Jurnal Rekayasa Mesin. - 2013. - 3 : Vol. III. - pp. 227-234.