KARAKTERISTIK SIFAT FISIKO KIMIA SERAT KARA RAWE (*Mucuna bracteata*) SEBAGAI BAHAN BAKU INDUSTRI**CHARACTERISTICS OF CHEMICAL PROPERTIES OF KARA RAWE FIBER (*Mucuna bracteata*) AS INDUSTRIAL RAW MATERIAL****Fauziati, Titik Nurwidayati, Hermanto**

Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda

Jalan M.T. Haryono/Banggeris No. 1 Samarinda, Telp. (0541) 7771364

email : fauziati8@gmail.com

Diterima: 26-11-2020

Direvisi: 23-12-2020

Disetujui: 31-12-2020

ABSTRAK

Untuk diversifikasi dan pengolahan serat sesuai dengan peruntukannya, maka terlebih dahulu perlu diketahui sifat-sifat fisik dan kimianya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik dan kimia serat kara rawe sesuai dengan fungsinya. Perlakuan pada penelitian ini yaitu lama fermentasi (1, 2, 3 dan 4 hari) pada proses pemisahan serat serta konsentrasi NaOH (0,5%, 1% dan 1,5%) yang digunakan pada proses pemasakan serat (*scouring*). Adapun hasil penelitian menunjukkan bahwa Karakteristik sifat fisika serat batang kara rawe dalam bentuk bundel adalah panjang serat antara 77,9 mm sampai dengan 1088 mm, *tenacity* diperoleh rata-rata 3,59 gr/tex – 5,51 g/tex. Hasil pengujian berat jenis pada ketiga perlakuan (F_2 , F_3 dan F_4) rata-rata 1,50 – 1,54 g/ml. Kadar air yang paling optimal adalah pada perlakuan F_2S_3 sebesar 9,53 %. Hasil karakterisasi sifat kimia serat batang tanaman kara rawe yaitu kandungan alfa selulosa tertinggi pada perlakuan F_3S_3 (86,16%) dan hasil lignin tertinggi pada F_4S_3 (14,33%). Berdasarkan karakteristik fisika serat kara rawe dapat digunakan sebagai sumber bahan baku industri kerajinan (kriya).

Kata kunci: Serat *mucuna bracteata*, sifat fisikokimia, rami, kapas, bahan kerajinan

ABSTRACT

In order to diversify and process fiber according to its designation, it is necessary to know its physical and chemical properties first. The purpose of this study was to determine the physical and chemical properties of kara rawe fiber according to their function. The treatments in this study were the length of fermentation (1, 2, 3 and 4 days) in the fiber separation process and the concentration of NaOH (0,5%, 1% and 1,5%) which is used in the fiber cooking process (scouring). The results showed that the physical characteristics of the rawe kara rawe fiber in the form of a bundle were the length of the fiber between 77,9 mm to 1088 mm, the average tenacity was 3,59 gr/tex – 5,51 g/tex. The results of the density test for the three treatments (F_2 , F_3 and F_4) averaged 1,50-1,54 g/ml. The most optimal water content is in the F_2S_3 treatment of 9,53%. The results of characterization of chemical properties of kara rawe stem fiber were the highest alpha cellulose content in F_3S_3 treatment (86,16%) and the highest lignin yield at F_4S_3 (14,33%). Based on the physical characteristics of rawe kara fiber, it can be used as a source of raw materials for the handicraft industry (craft).

Keywords: *Mucuna bracteata* fiber, physical and chemical properties, hemp fiber, cotton fiber for craft materials

PENDAHULUAN

M*ucuna bracteata* adalah jenis tanaman *Leguminosae Cover Crop* (LCC) atau penutup tanah, tumbuh dengan cepat pada areal perkebunan sawit yang fungsinya dapat mengendalikan erosi, pertumbuhan gulma, mempunyai kandungan biomassa yang tinggi dan memiliki kandungan phenol tinggi sehingga tidak disukai oleh hama dan ternak serta menambah unsur hara nitrogen (Sebayang et al., 2015)

Potensi tanaman kara rawe adalah 60% dari jumlah tanaman kelapa sawit yang ada. Sukses Program Satu Juta Hektar Kelapa Sawit Kalimantan Timur melanjutkan program pengembangan tahap 2 menyebabkan luas kelapa sawit mengalami kenaikan yang signifikan. Pada tahun 2015 luas tanaman kelapa sawit sebanyak 1.090.106 hektar dan pada tahun 2019 luas tanam bertambah menjadi 1.228.138 hektar, sehingga terjadi kenaikan sebanyak 138.032 hektar atau 12,66 persen, sedangkan luas tanaman kara rawe (*Mucuna bracteata*) di Kalimantan Timur sebesar 736.882,8 Ha (Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur, 2019).

Batang tanaman kara rawe tumbuh menjalar, merambat, membelit/memanjat, berwarna hijau muda sampai hijau kecoklatan, memiliki diameter 0,4 – 1,5 cm yang berbentuk bulat berbulu dengan panjang buku 25 – 34 cm, lentur, tidak berbau dan teksturnya cukup lunak serta mengandung banyak serat dan berair. Dengan ciri-ciri keadaan batang tanaman kara rawe yang ada tersebut merupakan sumber alternatif penghasil serat alami baru yang dapat dimanfaatkan sebagai tanaman penghasil serat lunak (Fauziati et al., 2019). Serat alami yang langsung didapat dari alam mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan serat buatan diantaranya harga lebih murah, bahan terbarukan yang mudah didegradasi serta aman untuk digunakan. Pada saat ini sektor industri mengupayakan penggunaan serat alam dari serat tanaman sebagai bahan baku pengganti serat sintetis (Suryanto et al., 2014).

Beberapa serat alam yang dapat dikembangkan sebagai pengganti serat sintetis dalam berbagai kegunaan seperti serat kelapa yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan baku utama fiberglass, serat MAT dan *Woven Roofing* (Oni, 2015). Kandungan sifat fisik, sifat kimia dan termal serat merupakan informasi dasar yang sangat diperlukan untuk pemanfaatan serat alam sebagai bahan baku industri. Hal ini berhubungan dengan produk yang akan dihasilkan maupun diversifikasi produk serat dimana dalam proses pembuatannya diperlukan data-data mengenai sifat-sifat tersebut, salah satu sifat fisika serat yaitu berat jenis, dimana berat jenis serat rami adalah sebesar 1,5 gr/cm³ dan serat kapas adalah 1,54 gr/cm³ dan sifat kimia serat yang mempunyai kandungan lignin yang tinggi dapat menghasilkan produk yang kuat, hal ini karena lignin menyebabkan sifat kekakuan pada struktur serat (Mulyawan et al., 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi dasar karakteristik sifat fisik dan kimia serta kegunaan dan manfaat sebagai bahan baku industri.

METODE PENELITIAN

Bahan dan peralatan

Bahan yang digunakan adalah batang tanaman kara rawe yang berasal dari lahan kebun tanaman kelapa sawit, *Effective Microorganism 4* (EM4) digunakan dalam proses pemisahan serat dan pemasakan, yaitu dalam bentuk cairan dan NaOH. Alat yang digunakan terdiri dari alat proses dan alat uji sifat fisik dan sifat kimia serat.

Metode

Tahapan proses pembuatan serat *Mucuna bracteata* sebagai berikut:

Pemisahan Serat

Pertama-tama batang *Mucuna bracteata* yang telah dipisahkan dipisahkan dari daunnya, direbus dengan air panas selama 1 jam sampai warna batang berubah dari hijau kekuningan sampai kecoklatan. Proses selanjutnya batang hasil perebusan dianginkan dalam

ruangan. kemudian dilakukan proses fermentasi untuk pemisahan serat yang dilakukan dengan 2 perlakuan yaitu penambahan EM4 dan kontrol (tanpa penambahan EM4), yaitu Perlakuan pertama batang dimasukkan ke dalam 2 liter larutan air dan EM4, dengan perbandingan 1mL EM4 : 1 L air, sampai terbasahi seluruhnya, untuk perlakuan kedua batang dimasukkan ke dalam 2 liter air tanpa penambahan EM4. Kemudian batang diangkat dan dimasukkan dalam plastik hitam lalu ditutup dan disimpan ditempat gelap, tujuannya agar kedap udara dan terhindar dari cahaya. Lamanya waktu pengeraman (fermentasi) diamati selama 1 hari, 2 hari, 3 hari dan 4 hari yang ditandai dengan tumbuhnya jamur pada batang dan tingkat kemudahan terkelupasnya kulit pada batang. Langkah berikutnya serat dipisahkan yang ada dalam kulit batang secara manual menggunakan tangan diserut dengan bambu tipis/sendok sambil direndam dalam air. Serat yang sudah terpisah dibersihkan atau dicuci dengan air kemudian dijemur, diangin-anginkan digantung diatas rak selama 12 jam di dalam ruangan yang tidak terkena cahaya matahari secara langsung.

Pemasakan (*Scouring*)

Serat *Mucuna bracteata* yang akan dimasak ditimbang sebanyak 1 kg, kemudian serat dimasukkan dalam larutan NaOH sebanyak 20 liter dengan konsentrasi tertentu. Pada proses pemasakan serat perlakuan konsentrasi NaOH dilakukan dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan variasi konsentrasi yaitu : P1 : Tanpa larutan NaOH; P2 : Larutan NaOH 0,5%; P3 : Larutan NaOH 1%; P4 : Larutan NaOH 1,5%.

Setelah serat dimasukkan dalam larutan NaOH pada bejana terendam uruhnya, sambil diaduk dipanaskan di atas *hotplate* pada suhu 70°C – 95°C selama 1 jam. Perlakuan percobaan ini dilakukan tiap perlakuan masing-masing 3 kali ulangan. Setelah pemasakan, bahan serat diangkat, dicuci dengan air lalu dijemur didalam ruangan. Adapun perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan lama fermentasi dan konsentrasi NaOH

Kode	Lama Fermentasi (Hari)	Konsentrasi NaOH (%)
F ₂ S ₁	2	0.5
F ₂ S ₂	2	1
F ₂ S ₃	2	1.5
F ₃ S ₁	3	0.5
F ₃ S ₂	3	1
F ₃ S ₃	3	1.5
F ₄ S ₁	4	0.5
F ₄ S ₂	4	1
F ₄ S ₃	4	1.5

Pada penelitian ini pengamatan yang dilakukan pada proses fermentasi adalah lamanya waktu tumbuh jamur pada batang, hal ini terkait dengan proses pengelupasan kulit dari batang.

Pengujian serat meliputi pengujian sifat fisik serat dan sifat kimia serat yang dibandingkan dengan hasil pengujian dari serat alam yang lain yaitu serat rami dan serat kapas. Parameter dan Lignin. pengujian sifat fisik serat adalah panjang serat (BSN, 1989), berat jenis (BSN, 2015), kadar minyak dan kadar air. Sedangkan parameter pengujian sifat kimia serat meliputi kadar alfa selulosa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses lamanya waktu pengeraman (fermentasi) berpengaruh terhadap proses pemisahan serat dalam batang tanaman kara rawe. Pada penelitian ini proses fermentasi selama 1 hari belum terlihat terjadinya pembusukan dan pertumbuhan jamur pada batang, kulit pada batang masih sulit untuk dipisahkan. Proses fermentasi selama 2 hari, pertumbuhan jamur sudah terlihat tapi belum optimal terlihat pada seluruh batang dan kulit pada batang belum lunak. Untuk proses fermentasi selama 3 hari, pertumbuhan jamur sudah terlihat diseluruh batang akan tetapi kulit pada batang masih sulit untuk dipisahkan dari batang. Sedang proses fermentasi selama 4 hari terjadi pembusukan yang sempurna dengan ditandai batang berbau busuk dan kulit mudah dikupas pada batang.

Tahapan yang paling penting dalam memproses produksi serat alam adalah pemisahan serat dari tanaman. Prinsip dasar pemisahan serat adalah adanya mikroorganisme tertentu yang pada kelembaban tertentu dapat membentuk enzim penghancur jaringan tanaman *non selulose* yang banyak mengandung pektin (Widiastuti et al., 2015).

Dalam penelitian ini digunakan *Effective Microorganism 4* (EM4) untuk mempercepat pembusukan, yaitu cairan berisi campuran beberapa mikroorganisme hidup yang bermanfaat dan berguna bagi proses penguraian. *Effective Microorganism 4* (EM4) mengandung bakteri fermentasi mulai dari genus *lactobacillus*, jamur fermentasi, bakteri fotosintetik *actinomyces*, bakteri pelarut fosfat dan ragi (Magna Kusuma et al., 2017). Sifat fisika serat kara rawe (*Mucuna bracteata*) seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisa Sifat Fisika Serat Kara Rawe (*Mucuna bracteata*)

No	Jenis Uji	Hasil Uji								
	Contoh	F ₂ S ₁	F ₂ S ₂	F ₂ S ₃	F ₃ S ₁	F ₃ S ₂	F ₃ S ₃	F ₄ S ₁	F ₄ S ₂	F ₄ S ₃
1	Panjang serat/mm CV %	77,9	82,0	880	1000	1031	1007	1088	984	1015
		22,0	38,4	27,6	15,7	23,3	25,6	27,2	22,7	26,6
2	Tenacity, g/tex CV%	5,51	5,09	5,19	4,79	4,54	4,72	3,59	4,11	4,13
		25,8	28,6	19,1	26,8	28,7	34,3	36,2	25,5	21,5
3	Berat Jenis, g/ml	1,53	1,50	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54
4	Kadar minyak,%	0,34	0,24	0	0	0	0	1,11	1,13	1,16
5	Kadar Air, %	8,86	8,55	9,53	8,71	7,87	7,32	8,37	8,59	8,79

Untuk mengetahui sifat fisik serat kararawe, maka dilakukan pengujian sifat fisiknya meliputi panjang serat, *tenacity*, berat jenis, kadar minyak dan kadar air. Hasil analisa pada tabel 2 diperoleh panjang serat rata-rata berkisar antara 77,9 mm – 1088 mm. Panjang serat merupakan salah satu faktor penting, makin panjang serat umumnya semakin halus dan kuat. Kehalusan dan kekuatan berkaitan erat dengan panjang serat.

Pengujian sifat fisik *tenacity* adalah merupakan sifat dari keuletan serat. Pada tabel 2 terlihat hasil analisa *tenacity* diperoleh rata-rata 3,59 gr/tex – 5,51 g/tex. Pada kondisi perlakuan fermentasi 3 hari, dan 4 hari dengan variasi konsentrasi NaOH 0,5%, 1% dan 1,5% (F₃S₁, F₃S₂ dan F₃S₃ dan F₄S₁, F₄S₂ dan F₄S₃) nilai *tenacity* turun yaitu kurang dari 5g/tex yaitu rata-rata 3,59 – 4,79 g/tex, sedang kondisi perlakuan fermentasi 2 hari dengan variasi konsentrasi NaOH 0,5%, 1% dan 1,5% (F₂S₁, F₂S₂ dan F₂S₃) *tenacity* > 5 g/tex yaitu berkisar 5,09 – 5,51 g/tex. Semakin lama waktu fermentasi dan variasi konsentrasi NaOH pada proses pemasakan (*scouring*) nilai *tenacity*nya semakin kecil. Hasil pengujian parameter *tenacity* serat

kara rawe dalam bentuk bundel dikategorikan sangat rendah hal ini sesuai dengan (Syabana dan Widiastuti, 2018). Hasil uji serat kararawe mempunyai nilai keuletan di bawah 32g/tex, dalam konsisi ini serat bergetah dan mudah patah bila kena tekanan.

Kandungan berat jenis pada serat menunjukkan serat bisa mengapung, tenggelam atau melayang apabila dimasukkan dalam larutan. Berat jenis serat kara rawe rata-rata dihasilkan adalah sama dari perlakuan fermentasi 2 hari, 3 hari dan 4 hari dan proses *scouring* pada perlakuan NaOH 0,5%, 1,0% dan 1,5% yaitu berkisar antara 1,50 – 1,54 g/ml. Semuanya perlakuan kandungan berat jenisnya lebih besar dari berat jenis air sehingga dapat tenggelam dalam air. Menurut Syabana dan Widiastuti (2018) menyatakan bahwa berat jenis yang rendah memberikan daya langasai/drape yang tidak baik, sebaliknya jika terlalu berat daya langainya juga tidak baik. Kandungan berat jenis dari ke 3 perlakuan hampir sama dengan berat jenis serat rami (1,54 g/ cm³) dan serat kapas (1,54 g/cm³).

Kadar minyak serat kara rawe dalam bentuk bundel untuk perlakuan fermentasi 2 hari dengan proses *scouring* konsentrasi NaOH 0,5% dan 1,0% adalah 0,34% dan 0,24% sedangkan konsentrasi 1,5% dan semua fermentasi 3 hari dengan konsentrasi NaOH 0,5%; 1,0% dan 1,5% kadar minyak 0% dan untuk fermentasi 4 hari dengan proses *scouring* konsentrasi NaOH 0,5%, 1,0% dan 1,5% adalah 1,11%; 1,13% dan 1,16%. Serat yang masih mempunyai kandungan minyak, menunjukkan bahwa serat tersebut masih mengandung getah/kotoran, hal ini akan menghambat pada saat pewarnaan. Pada kondisi fermentasi 2 hari dan proses *scouring* dengan larutan NaOH dengan konsentrasi 0,5%; 1,0% masih mengandung minyak berarti larutan NaOH mampu menurunkan kandungan minyak dengan waktu fermentasi 2 hari dengan konsentrasi NaOH 1,5%. Sedangkan pada fermentasi 3 hari dengan konsentrasi NaOH 0,5%, 1,0% dan 1,5% tidak mengandung kadar minyak (0%) berarti dalam kondisi waktu fermentasi dan proses *scouring* tersebut mampu menghilangkan kadar minyak pada serat. Sedangkan untuk fermentasi 4 hari pada konsentrasi NaOH 0,5%; 1,0% dan 1,5% mengandung kadar minyak sebesar 1,11%; 1,13% dan 1,16%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada kondisi fermentasi 4 hari dan konsentrasi NaOH 0,5%; 1,0% dan 1,5% (F₄S₁, F₄S₂, F₄S₃) kondisi proses untuk menghilangkan kandungan minyak sudah jenuh tidak mampu untuk menghilangkan kandungan minyak/kotoran di dalam serat.

Kadar air yang terkandung dalam serat menunjukkan tingkat kenyamanan apabila serat digunakan sebagai bahan industri/kerajinan. Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa kadar air serat untuk perlakuan F₂S₁ 8,86%, F₂S₂ turun menjadi 8,55% dan F₂S₃ naik menjadi 9,53%; F₃S₁, F₃S₂, F₃S₃ turun dari 8,71% menjadi 7,32%; sedangkan perlakuan F₄S₁ naik dan tetap sampai dengan F₄S₂ dan F₄S₃ yaitu 8,37 % dan 8,79 %. Bila dibandingkan dengan serat alam lainnya seperti rami (12%) dan kapas (8,5%), sehingga kadar air serat kara rawe masih dibawah serat rami dan kurang lebih sama dengan kapas. Menurut (Sukardan., et al 2016), Serat dengan kadar air yang cukup tinggi mempunyai kenyamanan dalam pemakaian karena memiliki daya serap yang cukup baik. Adapun sifat kimia serat Kara Rawe disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisa Sifat Kimia Serat Kara Rawe (*Mucuna Bracteata*)

No	Kode Sampel	Alfa selulosa (%)		Lignin (%)	
		Rerata an	Stdev	Rerataan	Std ev
1	F ₂ S ₁	84,33	0,35	12,99	0,47
2	F ₂ S ₂	82,00	0,00	12,18	0,24
3	F ₂ S ₃	80,73	0,35	13,15	0,24
4	F ₃ S ₁	83,00	0,00	11,86	0,00

5	F ₃ S ₂	79,38	0,35	12,70	0,00
6	F ₃ S ₃	86,16	0,35	12,00	0,47
7	F ₄ S ₁	75,60	0,35	14,00	0,00
8	F ₄ S ₂	75,80	0,35	14,23	0,00
9	F ₄ S ₃	75,50	0,00	14,33	0,00
10	BLK	73,21	0,35	13,65	0,00

Pengujian komponen kimia serat kara rawe untuk mengetahui kandungan alfa selulosa dan zat non selulo selainnya (*lignin*). Berdasarkan hasil analisa ditunjukkan bahwa kandungan alfa selulosa yaitu F₂, F₃ dan F₄ dan proses *scouring* dengan NaOH, rata-rata 75,50% – 86,16%, dan yang tertinggi pada perlakuan F₃S₃ (86,16%).

Bagian dari selulosa terdapat unsur alfa selulosa, unsur ini tahan dan tidak larut oleh larutan basa. Alfa selulosa merupakan parameter yang menyatakan kemurnian selulosa sehingga semakin tinggi kadar alfa selulosa maka semakin baik mutu serat menurut (Nurnasari dan Nurindah, 2017) Kandungan alfa selulosa pada serat kara rawe (rata – rata 75,50% – 86,16%), tergolong tinggi apabila dibandingkan dengan serat batang abaka (62,17%) dan serat daun sisal (69,18%). Serat dengan kandungan selulosa yang tinggi mempunyai peluang untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp untuk produk kertas special seperti kertas uang dan untuk industri kimia seperti biofuel. Menurut (Fatriasari dan Hermiati, 2008) didalam serat yang mempunyai kandungan alfa selulosa diatas 65 % dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pulp dengan kualitas dan rendemen yang tinggi.

Apabila dibandingkan dengan serat alam lainnya, kandungan alfa selulosa pada serat kara rawe hampir menyerupai kandungan pada serat rami (72 – 97%) dan serat kapas (88 – 96%). Kandungan lignin serat kara rawe berkisar antara 11,86% – 14,33% (Tabel 3). Lignin berfungsi sebagai perekat yang dapat mengikat sel – sel dalam dinding sel, dan juga berfungsi untuk memberikan ketegaran pada sel. Kadar lignin serat kara rawe tergolong rendah (<25%) sehingga sesuai digunakan untuk bahan baku pembuatan pulp dan kertas. Apabila kadar lignin tinggi dapat menghambat proses penggilingan dan kertas yang dihasilkan bersifat kaku. Kadar lignin yang rendah dapat menyebabkan kekuatan tarik serat menjadi tinggi.

KESIMPULAN

Karakteristik fisika serat batang kara rawe dalam bentuk bundel menunjukkan bahwa panjang serat adalah antara 77,9 mm sampai dengan 1088 mm, *tenacity* diperoleh rata-rata 3,59 gr/tex – 5,51 g/tex, nilai rating lemah dibawah nilai *tenacity* 32 gr/tex – 36 gr/tex, nilai *tenacity* terbaik pada perlakuan F₂S₁, F₂S₂ dan F₂S₃, Berat jenis yang dihasilkan dari ke tiga perlakuan F₂, F₃ dan F₄ rata-rata 1,50 – 1,54 g/ml hampir sama dengan berat jenis serat kapas dan rami, Kadar air yang paling optimal adalah perlakuan F₂S₃ dan mutunya berada dibawah serat rami dan kira-kira sama dengan serat kapas. Hasil karakterisasi sifat kimia serat batang tanaman kara rawe yaitu kandungan alfa selulosa selulosa tertinggi pada perlakuan F₃S₃ (86,16%) dan hasil lignin tertinggi pada F₄S₃ (14,33%). Berdasarkan karakteristik sifat fisiko serat kara rawe dapat digunakan sebagai sumber bahan baku industri kerajinan. Adapun berdasarkan karakteristik sifat kimia serat kara rawe dapat digunakan sebagai sumber bahan baku pulp untuk produk kertas special seperti kertas uang dan untuk industri kimia seperti biofuel.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN. 1989. *Tekstil* – Cara uji identifikasi serat pada bahan tekstil Vol. 230734.
BSN. 2015. *Tekstil*–Cara uji identifikasi serat pada bahan tekstil Vol. 230734, pp.1–4.

- Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Timur. 2019. Statistik Perkebunan Kalimantan Timur. Dalam Buku Statistik
- Fatriasari, W., dan Hermiati, E. 2008. Analisis morfologi serat dan sifat fisis-kimia pada enam jenis bambu sebagai bahan baku pulp dan kertas. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Hutan*, 1(2), 67–72.
- Fauziati, Nurwidayati, T, Hermanto, Susilowati, Widodo, S. dan Kirmiani, N. 2019. Laporan akhir litbangyasa identifikasi serat tanaman kararawe (*Mucuna bracteata*) sebagai pengganti serat sintesis. Baristand Industri Samarinda
- Sukardan, D. M, Dikdik Natawijaya, Puri Prettyanti, Cahyadi, E. N. 2016. Karakterisasi serat dari tanaman biduri (*Calotropis gigantea*) dan identifikasi kemungkinan pemanfaatannya sebagai serat tekstil. *Arena Tekstil*, 31(2), 51–62.
- Magna Kusuma, A. P., Biyanto, D., dan Margono, M. 2017. Pengaruh Penambahan EM-4 dan Molasses terhadap Proses Composting Campuran Daun Angsana (*Pterocarpus indicum*) dan Akasia (*Acacia auriculiformis*). *Jurnal Rekayasa Proses*, 11(1), 19. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.19145>
- Mulyawan, A. S., Wibi Sana, A., dan Kaelani, Z. 2015. Identifikasi sifat fisik dan sifat termal serat-serat selulosa untuk pembuatan komposit. *Arena Tekstil*, 30(1), 75–82.
- Nurnasari, E., dan Nurindah, N. 2017. Karakteristik Kimia Serat Buah, Serat Batang, dan Serat Daun. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 9(2), 64–72. <https://doi.org/10.21082/btsm.v9n2.2017.64-72>
- Oni, R. 2015. the Use of Composit Materials Alternative Fiberglass (Coco Fibers & Rags) on Fiberglass Ship in Traditional Shipyards Bengkalis Regency. *Kapal*, 12 (3), 121–132. <https://doi.org/10.12777/kpl.12.3.121-132>
- Sebayang, L., Siregar, I. hastuty, Hardyani, M. A., dan Nainggolan, P. 2015. *Budidaya Mucuna bracteata* pada lahan tanaman gambir. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatra Utara
- Suryanto, H., Marsyahyo, E., Irawan, Y. S., dan Soenoko, R. 2014. Effect of alkali treatment on crystalline structure of cellulose fiber from mendong (*Fimbristylis globulosa*) straw. *Key Engineering Materials*, 594–595, 720–724. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.594-595.720>
- Syabana, D. K., dan Widiastuti, R. 2018. Karakteristik fisik pada serat pelepah nipah (*Nypafruticans*). *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah*, 35 (1), 9–14. <https://doi.org/10.22322/dkb.v35i1.3771>
- Widiastuti, R., Syabana, D. K., dan Satria, Y. 2015. Pengolahan Batang Kudzu Menjadi Bahan Baku Serat untuk Produk Kerajinan. *Dinamika Kerajinan Dan Batik : Majalah Ilmiah*, 32(1), 31–40. <https://doi.org/10.22322/dkb.v32i1.1171>