

MAKING PAPER FROM MIXTURE OF OIL PALM FRONDS (OPF) AND OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCHES (OPEFB)

Nanna, Syahrul Rhamadhani, Siti Aminah, Aji Larasati Putri Riadi, Novy Pralisa Putri*

Department Chemical Engineering, Engineering Faculty, Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung No. 9, Kampus Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia

*E-mail corresponding author: np.putri@ft.unmul.ac.id

| ARTICLE INFO | ABSTRACT |
|--|--|
| <p><i>Article history:</i> Received: 31-08-2020 Received in revised form: 23-10-2020 Accepted: 24-10-2020 Published: 24-10-2020</p> <hr/> <p><i>Keywords:</i> OPF, OPEFB, folding endurance, tear strength and paper thickness</p> | <p><i>The oil palm industry produces solid waste such as oil palm fronds (OPF) and empty fruit bunches (OPEFB), but the utilization of the OPEFB waste is still limited to composting. Even the palm fronds are only left on the farm without being processed. While both types of waste contain a lot of cellulose and can be processed into more economic value. In addition to compost, the two types of waste can be used as pulp and paper. Hence, in this study, the two wastes are processed into the paper with a variety of concentrations of solvents and mixtures. The aim is to determine the effect of solvent concentration in the process of making paper pulp and the effect of the comparison of the mixture of paper pulp with the characteristics of the paper produced. Each material is processed into pulp by the soda process using sodium hydroxide as a solvent. While the solvent concentration used is 20%, 30%, and 40% for materials from OPEFB, while the material from OPF is only mixed with 20% sodium hydroxide solution. Then the pulp, OPEFB pulp with various variations of solvent, mixed pulp with the ratio of OPF pulp and OPEFB pulp of 1: 3; 1: 1; and 3: 1 processed into paper. The resulting paper was analyzed to study folding strength, tear strength, and paper thickness. The results of the study prove that the folding endurance and tear resistance of the paper have smaller in the greater concentration of the solvent. By contrast, the thickness of the paper is greater. Besides, more the mass of OPEFB in the pulp mixture, then the folding endurance and tear resistance of the paper have less, while the thickness is decreasing.</i></p> |

PEMBUATAN KERTAS DARI CAMPURAN PELEPAH KELAPA SAWIT DAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)

Abstrak-Industri kelapa sawit menghasilkan limbah padat seperti pelepah (PKS) dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS), namun pemanfaatan limbah TKKS ini masih terbatas pada pembuatan kompos. Bahkan pelepah sawit hanya dibiarkan saja di kebun tanpa diolah. Padahal PKS dan TKKS mengandung banyak selulosa yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, kedua limbah tersebut diolah menjadi kertas dengan berbagai konsentrasi pelarut dan campuran. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pelarut dalam proses pembuatan bubur kertas dan pengaruh perbandingan campuran bubur kertas dengan karakteristik kertas yang dihasilkan. Masing-masing bahan diolah menjadi *pulp* dengan proses soda menggunakan larutan natrium hidroksida dengan konsentrasi pelarut 20%, 30% dan 40% untuk bahan dari TKKS, sedangkan bahan dari PKS hanya dicampurkan dengan larutan NaOH 20%. Kemudian pulp PKS, pulp TKKS dengan berbagai variasi pelarut, campuran pulp dengan rasio pulp PKS dan pulp TKKS sebesar 1:3; 1:1; dan 3:1 diolah menjadi kertas. Kertas yang dihasilkan dianalisa untuk mengetahui ketahanan lipat, ketahanan sobek dan tebal kertas. Hasil penelitian menunjukkan semakin besar konsentrasi pelarut maka ketahanan lipat dan ketahanan sobek kertas semakin

kecil, sedangkan ketebalan kertas semakin besar. Selain itu semakin banyak massa TKKS dalam campuran pulp maka ketahanan lipat dan ketahanan sobek kertas semakin besar, sedangkan ketebalannya semakin berkurang.

Kata kunci: pelepah, TKKS, ketahanan lipat, ketahanan sobek, ketebalan

PENDAHULUAN

Peningkatan industri kelapa sawit menjadi minyak nabati menghasilkan limbah biomassa yang melimpah yang berasal dari perkebunan kelapa sawit dan pabrik kelapa sawit. Ketika tanaman kelapa sawit berusia 25-30 tahun maka ada proses peremajaan dan kegiatan pemangkasan yang menghasilkan pelepah dan batang kelapa sawit. Sementara pabrik kelapa sawit menghasilkan tandan kosong (TKKS), serabut, cangkang inti sawit, kernel, dan limbah cair (Muzammil, 2010; Hambali dan Rivai, 2017; Dungani *dkk.*, 2018; Ramlee *dkk.*, 2019).

Tandan kosong kelapa sawit biasanya dimanfaatkan oleh Pabrik Kelapa Sawit (PKS) sebagai pupuk kompos dengan cara menimbunnya di lahan kosong (Haryanti *dkk.*, 2014; Salmina, 2016). Pelepah kelapa sawit (PKS) merupakan limbah yang dihasilkan dari tanaman kelapa sawit mulai dari prapanen hingga proses pemanenan. Limbah pelepah kelapa sawit dihasilkan dari proses *pruning* kelapa sawit dimana untuk satu pohon kelapa sawit dapat dihasilkan 22–26 pelepah setiap tahunnya. Limbah pelepah kelapa sawit hasil *pruning* biasanya dibuang begitu saja atau dibiarkan membusuk dibawah pohon kelapa (Subari, 2014; Ambarita, Pandang dan Maulina, 2015). Hambali and Rivai (2017), memperkirakan bahwa industri kelapa sawit di Indonesia, akan menghasilkan 38 juta ton TKKS dan 129 juta ton pelepah pada tahun 2020. Jumlah limbah padat ini adalah potensi untuk dimanfaatkan menjadi suatu produk yang memiliki nilai ekonomi seperti pulp dan kertas karena limbah tersebut adalah sumber lignoselulosa (Dungani *dkk.*, 2018; Megashah *dkk.*, 2018).

Secara umum, biomassa kelapa sawit terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Chieng *dkk.*, 2017). Tandan kosong kelapa sawit terdiri dari 23,7 - 65,0% selulosa, 17 - 39,9% hemiselulosa, dan 13 - 37% lignin (Khalil *dkk.*, 2012; Chang, 2014; Megashah *dkk.*, 2018). Pelepah kelapa sawit terdiri dari 40 - 50% selulosa, 32 - 38% hemiselulosa, 16,9 - 21% lignin (Khalil *dkk.*, 2012; Megashah *dkk.*, 2018). Dalam industri pembuatan kertas, sumber serat yang memiliki selulosa tinggi dan kadar lignin rendah dapat membuat kertas kekuatan tinggi (Suseno *dkk.*, 2017; Yiin *dkk.*, 2019). Kertas bermolekul kuat yang memiliki ruang dan pori lebih sedikit berasal dari TKKS (Yiin *dkk.*, 2019).

Untuk mengolah *pulp* kertas dapat dilakukan dengan proses delignifikasi menggunakan natrium hidroksida (Anggraini dan Roliadi, 2011; Daud *dkk.*, 2013; Rahmadi *dkk.*, 2018). Daud *dkk.*, (2013) mengolah pulp dari TKKS menggunakan natrium hidroksida dengan variasi konsentrasi 1 – 10% selama 24 jam dengan rasio 8:1 untuk pelarut dan TKKS. Hasil yang diperoleh adalah indeks kekuatan sobeknya 4,2 – 5,8 $mN \cdot m^2/g$. Dalam studi literatur yang dilakukan oleh Daud dan Law (2011), kekuatan sobek untuk pulp dari PKS adalah 5,4 $mN \cdot m^2/g$ dan pulp dari TKKS sekitar 16 -17 $mN \cdot m^2/g$.

Penelitian ini menggunakan konsentrasi pelarut natrium hidroksida di atas 10% dengan mencampur pelepah dan tandan kosong kelapa sawit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pelarut dalam proses pembuatan bubur kertas dan pengaruh perbandingan campuran bubur kertas dengan karakteristik kertas yang dihasilkan seperti ketebalan, daya tahan lipatan dan kekuatan sobek.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Industri Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah pelepah kelapa sawit, TKKS, larutan NaOH dan *aquadest*. Limbah TKKS dan pelepah kelapa sawit yang digunakan berasal dari kelompok tani kelapa sawit yang berada di Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur.

Peralatan yang digunakan terdiri dari alat utama dan alat uji kertas. Alat utama pada pembuatan kertas yaitu *shaker digester*, alat pengering *pulp (desintegrator)*, alat pembagi *pulp* dan alat pencetak kertas (*hand sheet machine*). Sedangkan alat uji kertas terdiri dari alat uji kekuatan sobek (*tearing strenght tester*), alat pemotong kertas dan alat ukur tebal kertas (*micrometer*).

Adapun tahap penelitian meliputi pembuatan pulp, pembuatan kertas serta analisa yang dilakukan adalah analisa kadar air bahan dan setelah menjadi pulp, analisa *moisture factor* (MF), rendemen *pulp*, uji lipat kertas, tebal kertas dan uji sobek kertas.

Pembuatan pulp

Masing-masing bahan dikeringkan dan dicacah agar menjadi serat. Setelah itu, dilakukan proses pembuatan pulp dengan proses soda. Setiap bahan dicampurkan dengan larutan NaOH dalam digester pada suhu 150 °C selama dua jam. Untuk TKKS, larutan NaOH yang digunakan adalah 20% (TKKS A), 30% (TKKS B) dan 40% (TKKS C). Untuk pelepah hanya menggunakan larutan NaOH dengan variasi 20%. Perbandingan massa antara serat dengan larutan NaOH adalah 1:8. *Pulp* yang dihasilkan, dicuci hingga bersih dan disaring menggunakan saringan 200 *mesh*. Kemudian dihaluskan selama satu menit dan dikeringkan menggunakan *centrifugal dryer*.

Pembuatan kertas

Pulp dari PKS dan TKKS dicampurkan dengan berbagai variasi rasio dan diolah menjadi kertas dengan *hand sheet machine*. Adapun variasi rasio campuran adalah 100% PKS: 0% TKKS (Kertas A), 75% PKS : 25% TKKS (Kertas B), 50% PKS : 50% TKKS (Kertas C), dan 25% PKS : 75% TKKS (Kertas D).

Analisa kadar air

Berdasarkan persamaan yang digunakan:

$$Kadar\ air = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- W₁ = Berat awal (gram)
- W₂ = Berat akhir (gram)

Analisa Moisture Factor. Berdasarkan persamaan yang digunakan:

$$MF = \frac{W_2}{W_1} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- MF= *Moisture Factor*
- W₁ = Berat awal (gram)
- W₂ = Berat akhir (gram)

Analisa rendemen pulp

Rendemen *pulp* adalah perbandingan jumlah atau kuantitas *pulp* yang dihasilkan dari proses *pulping* terhadap bahan baku. Berdasarkan persamaan yang digunakan:

$$RP = \frac{P_2}{P_1} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- RP= Rendemen *Pulp*
- P₁ = Berat *pulp* kering (gram)
- P₂ = Berat bahan baku *pulp* (gram)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Pulp

Sebelum diolah menjadi *pulp*, dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) diperoleh kadar air dan MF TKKS sebesar 10,72% dan 0,893, sedangkan untuk pelepah sebesar 13,78% dan 0,862.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kadar Air, Moisture Faktor, dan Rendemen Pulp

| Sampel | Kadar air (%) | MF | Rendemen (%) |
|---------|---------------|-------|--------------|
| TKKS A | 66,80 | 0,332 | 56,31 |
| TKKS B | 68,86 | 0,311 | 29,28 |
| TKKS C | 69,73 | 0,303 | 33,33 |
| Pelepah | 68,96 | 0,310 | 28,44 |

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa TKKS C, pulp yang berasal dari campuran TKKS dengan larutan NaOH 40%, memiliki kadar air yang lebih tinggi dan MF lebih rendah dibandingkan TKKS A dan B. Hal ini dapat disebabkan nilai rata-rata kadar air meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaOH (Febriansyah, Pratama dan Gumilar, 2019).

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH, maka rendemen *pulp* akan semakin rendah. Hasil penelitian Surest dan Dodi Satriawan, (2010) juga menyatakan hal yang sama dimana semakin tinggi konsentrasi NaOH, maka rendemen dan kandungan selulosa pulp semakin rendah, sedangkan kandungan lignin pulp semakin tinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh larutan NaOH yang digunakan tidak cukup kuat untuk mendegradasi polisakarida yang terdapat di *pulp* akibatnya jumlah karbohidrat pada *pulp* tidak begitu banyak terdegradasi.

Selain kedua hasil tersebut, rendemen pulp yang berasal dari TKKS lebih besar daripada PKS, karena kandungan selulosa pada TKKS lebih tinggi dibandingkan dengan PKS dan kandungan lignin pada TKKS lebih rendah (Rahmasita, Farid dan Ardhyanta, 2017). *Moisture Factor* yang diperoleh seperti pada Tabel 1, digunakan dalam penentuan berat *pulp* untuk proses pencetakan kertas dengan cara 16 g, 12 g, 8 g, 4 g, dan 0 g kering tanur dibagi dengan MF, sehingga didapatkan hasil seperti pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Berat Pulp dari TKKS untuk Pencetakan Kertas

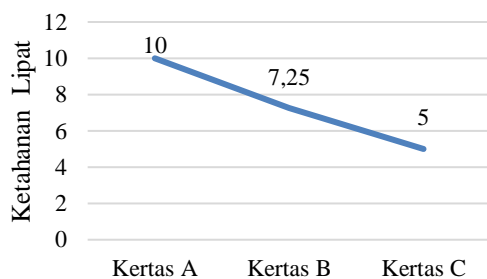
| Sampel | Berat bahan (gram) |
|--------|--------------------|
| TKKS A | 48,193 |
| TKKS B | 52,805 |
| TKKS C | 51,447 |

Tabel 3. Komposisi Campuran Pulp

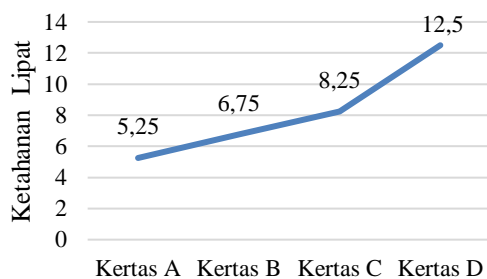
| Komposisi | Berat PKS:Berat TKKS (gram) |
|-----------|-----------------------------|
| Kertas A | 51,613:0 |
| Kertas B | 38,709:12,048 |
| Kertas C | 25,806:24,096 |
| Kertas D | 12,903:36,145 |

Pengaruh Konsentrasi Pelarut dan Rasio Pulp terhadap Ketahanan Lipat

Ketahanan lipat adalah lipatan yang dibutuhkan untuk memutus kertas. Pada penelitian ini, beban seberat 0,5 kg diberikan pada bahan uji kertas untuk dilihat ketahanan lipatnya. Berdasarkan Gambar 1 diperoleh ketahanan lipat tertinggi yaitu sebesar 10 pada komposisi 20% dan ketahanan lipat terendah sebesar 5 pada komposisi 40% TKKS pada lama waktu penggilingan 0 menit. Sedangkan Gambar 2 menunjukkan ketahanan lipat tertinggi yaitu sebesar 12,5 pada komposisi 25% PKS dan 75% TKKS.



Gambar 1. Ketahanan lipat pada kertas dari TKKS dengan variasi konsentasi NaOH



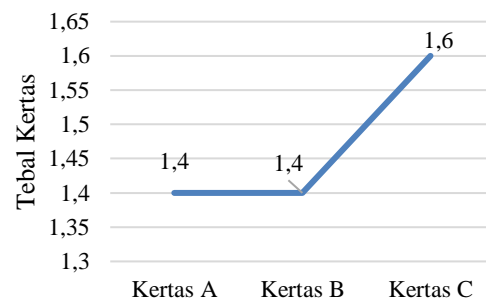
Gambar 2. Ketahanan lipat pada kertas dari campuran pulp

Ketahanan lipat dipengaruhi kandungan selulosa yang terdapat pada TKKS. Semakin banyak kandungan TKKS membuat ketahanan lipatnya meningkat, karena ikatan antar seratnya lebih kuat dibandingkan dengan ikatan serat

pelepeh. Ikatan serat kertas yaitu tingginya kadar selulosa dan rendahnya lignin dimana selulosa sendiri adalah zat yang akan membuat kertas sangat kuat dan lignin adalah zat pewarna dan menggumpal tidak mau melekat justru akan membuat kertas rapuh.

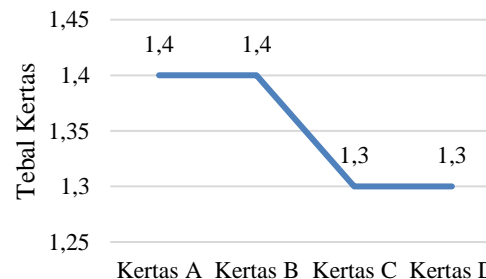
Pengaruh Konsentrasi Pelarut dan Rasio Pulp terhadap Tebal Kertas

Pengukuran tebal kertas dilakukan dengan pengukuran selembat kertas sebagai ketebalan tunggal menurut SNI ISO 534:2011, ketebalan tunggal merupakan jarak antar permukaan selembat kertas atau karton, diukur dibawah beban statis yang diterapkan, menggunakan metode uji standar. Hasil pengukuran tebal kertas dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Ketebalan kertas dari TKKS dengan variasi konsentasi NaOH

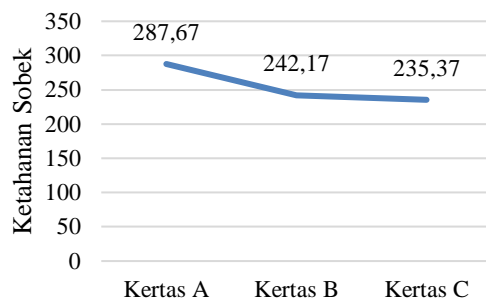
Berdasarkan Gambar 3 diperoleh ketebalan kertas tertinggi yaitu sebesar 1,6 cm pada konsentrasi 40% dan pada ketebalan terendah yaitu sebesar 1,4 cm pada komposisi 20% dan 30% waktu giling selama 0 derajat. Sedangkan berdasarkan gambar 4 diatas diperoleh ketebalan kertas tertinggi yaitu sebesar 1,4 cm pada komposisi 100% PKS: 0% TKKS dan 75% PKS : 25% TKKS pada waktu giling selama 0 menit. Sedangkan pada ketebalan terendah yaitu sebesar 1,3 cm pada komposisi 50% PKS : 50% TKKS dan 25% PKS : 75% TKKS pada waktu giling selama 0 menit.



Gambar 4. Ketebalan kertas dari campuran pulp PKS & TKKS

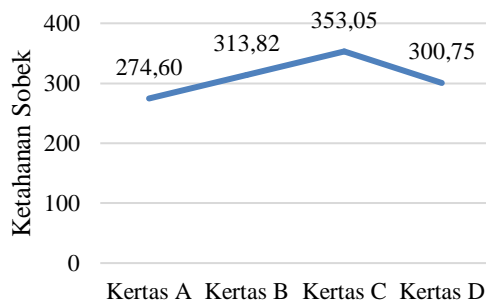
Pengaruh Konsentrasi Pelarut dan Rasio Pulp terhadap Ketahanan Sobek

Menurut SNI 0436:2009, ketahanan sobek adalah tenaga yang dibutuhkan untuk menyobek selembur sampel kertas. Ketahanan sobek merupakan gaya dalam milinewton (mN) yang diperlukan untuk menyobek kertas. Perolehan nilai dari kekuatan ini dilakukan dengan membaca nilai yang ditunjukkan oleh alat diakhiri proses pengujian. Hasil ketahanan sobek dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Ketahanan sobek dari TKKS dengan variasi konsentrasi NaOH

Berdasarkan Gambar 5 diperoleh nilai tertinggi yaitu 287,67 pada konsentrasi 20%. Sedangkan, berdasarkan gambar 6 di atas diperoleh nilai tertinggi yaitu 300,75 pada komposisi pelepah kelapa sawit 50% PKS: 50% TKKS.



Gambar 6. Ketahanan Sobek Pada Kertas dari Campuran Pulp

Pada perlakuan bahan baku PKS dengan campuran TKKS, dapat diketahui bahwa nilai ketahanan sobek lebih tinggi dibandingkan bila tidak dicampur dengan TKKS. Terbukti komposisi 100% Pelepah : 0% TKKS memiliki nilai ketahanan sobek paling rendah yaitu 275. Menurut penelitian (Dwi, 2017) hal ini disebabkan karena serat pelepah lebih rapuh dibandingkan dengan serat TKKS. Pada variasi konsentrasi bahan baku terhadap nilai

ketahanan sobek, menunjukkan adanya hubungan yang cukup erat. Pada perlakuan tandan kosong kelapa sawit dengan konsentrasi 20%, dapat diketahui bahwa nilai ketahanan sobek lebih tinggi dibandingkan dengan tandan kosong kelapa sawit dengan konsentrasi 30% dan 40%.

KESIMPULAN

Pada penelitian kali ini terdapat 2 jenis variasi yang dilakukan. Pertama, hasil dari variasi konsentrasi larutan pemasak (NaOH) pada pembuatan *pulp* dan kertas yaitu, semakin rendah konsentrasi NaOH, maka rendemen *pulp* semakin tinggi. Serta, semakin tinggi konsentrasi NaOH maka semakin baik pula karakteristik kertas yang dihasilkan, meliputi ketahanan lipat, tebal kertas, dan ketahanan sobek.

Kedua, hasil dari variasi perbandingan komposisi pelepah dan TKKS pada pembuatan *pulp* dan kertas yaitu, semakin rendah komposisi pelepah maka semakin baik ketahanan lipat dan tebal kertas. Serta, semakin tinggi komposisi pelepah maka semakin baik ketahanan sobek. Pada penelitian selanjutnya disarankan melakukan proses *bleaching* (pemutih kertas) agar hasil yang didapatkan lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarita, Y. P., Pandang, I. dan Maulina, S. (2015) "Pembuatan Asam Oksalat dari Pelepah Kelapa Sawit *Elaeis*," 4(4), hal. 46–50.
- Anggraini, D. dan Roliadi, H. (2011) "Pembuatan Pulp Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Karton Pada Skala Usaha Kecil," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(3), hal. 211–225. doi: 10.20886/jphh.2011.29.3.211-225.
- Chang, S. H. (2014) "An overview of empty fruit bunch from oil palm as feedstock for bio-oil production," *Biomass and Bioenergy*. Elsevier Ltd, 62, hal. 174–181. doi: 10.1016/j.biombioe.2014.01.002.
- Chieng, B. W. *dkk.* (2017) "Isolation and Characterization of Cellulose," *Polymers*, 9(355), hal. 1–11. doi: 10.3390/polym9080355.
- Daud, W. R. W. dan Law, K. (2011) "Oil palm fibers as papermaking material: potentials and challenges," 6, hal. 901–917.
- Daud, W. R. W., Wahid, K. A. dan Law, K. N. (2013) "Cold Soda Pulping of Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB)," 8, hal. 6151–6160.
- Dungani, R. *dkk.* (2018) "Biomaterial from Oil

- Palm Waste : Properties , Characterization and Applications,” in *Palm Oil*, hal. 1–15. doi: 10.5772/intechopen.76412.
- Dwi. (2017) “Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dan Serbuk Kayu Meranti Putih (*Shorea brateolata* Dyer) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Kertas”. Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Febriansyah, R., Pratama, A. dan Gumilar, J. (2019) “Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Rendemen, Kadar Air dan Kadar Abu Gelatin Ceker Itik (*Anas platyrhynchos* Javanica),” *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 14(1), hal. 1–10. doi: 10.21776/ub.jitek.2019.014.01.1.
- Hambali, E. dan Rivai, M. (2017) “The Potential of Palm Oil Waste Biomass in Indonesia in 2020 and 2030,” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 65(1). doi: 10.1088/1755-1315/65/1/012050.
- Haryanti, A. dkk. (2014) “Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit,” *Konversi*, 3(2), hal. 20–29. Tersedia pada: <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/konversi/article/view/161/114>.
- Khalil, A. H. P. . dkk. (2012) “Oil Palm Biomass fibres and Recent Advancement in Oil Palm Biomass Fibres Based Hybrid Biocomposites,” in. doi: <http://dx.doi.org/10.5772/57353>.
- Megashah, L. N. dkk. (2018) “Properties of Cellulose Extract from Different Types of Oil Palm Biomass,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 368(1). doi: 10.1088/1757-899X/368/1/012049.
- Muzammil, M. A. (2010) *Oil Palm Trunk (OPT) as An Alternative Cellulosic Material for Brown Paper Production*. doi: 10.1558/jsrnc.v4i1.24.
- Rahmadi, A. I., Madusari, S. dan Lestari, I. (2018) “UJI SIFAT FISIK DAN SIFAT KIMIA PULP DARI LIMBAH PELEPAH KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq .),” *Jurnal.Umj.Ac.Id/Index.Php/Semnastek*, hal. 1–6.
- Rahmasita, M. E., Farid, M. dan Ardhyanta, H. (2017) “Analisa Morfologi Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Penguat Komposit Absorpsi Suara,” *Jurnal Teknik ITS*, 6(2). doi: 10.12962/j23373539.v6i2.24332.
- Ramlee, N. A. dkk. (2019) “Tensile , physical and morphological properties of oil palm empty fruit bunch / sugarcane bagasse fibre reinforced phenolic hybrid composites,” *Integrative Medicine Research*. The Authors, 8(4), hal. 3466–3474. doi: 10.1016/j.jmrt.2019.06.016.
- Salmina (2016) “Studi pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit oleh masyarakat di jorong koto sawah nagari ujung gading kecamatan lembah melintang,” *Spasial*, 3(2), hal. 33–40.
- Subari, D. (2014) “Utilization of Oil Palm Midrib Waste for Particleboard with an Adhesive Mixture of Phenol Formaldehyde and Acacia Tannin,” *IOSR_JESTFT*, 8(1), hal. 10–15.
- Surest, A. H. dan Dodi Satriawan (2010) “Pembuatan Pulp Dari Batang Rosella Dengan Proses Soda (Konsentrasi NaOH, Temperatur Pemasakan, dan Lama Pemasakan),” *Jurnal Teknik Kimia*, 17(3), hal. 1–7.
- Suseno, N. dkk. (2017) “Effect of delignification process on physical properties of sugarcane baggase paper,” *AIP Conference Proceedings*, 1840(May). doi: 10.1063/1.4982300.
- Yiin, C. L. dkk. (2019) “Recovery of cellulose fibers from oil palm empty fruit bunch for pulp and paper using green delignification approach,” *Bioresource Technology*. Elsevier, 290(July), hal. 121797. doi: 10.1016/j.biortech.2019.121797.