



ISOLASI DAN KARAKTERISASI PULP TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

ISOLATION AND CHARACTERIZATION ANALYSIS OF OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCH PULP (OPEFBP)

Dini Pratiwi ¹, Rosliana Lubis ²*

^{1,2}Prodi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Medan Area, Medan, Sumatera Utara Indonesia

*Corresponding Email :roslianalubis@staff.uma.ac.id

Abstract

This study aims to isolate and characterize pulp derived from oil palm empty fruit bunch fibers. Oil palm empty fruit bunch fiber has great potential as an alternative raw material in the paper industry due to its abundant availability and environmentally friendly nature. The pulp isolation process was carried out using acid and base hydrolysis methods. Characterization carried out includes measurement of cellulose content and pulp quality analysis. Pulp quality parameters analyzed included initial milled degree, bright degree, number of stains, extractive content (dichloromethane), moisture content (AD), and mechanical strength indices, such as tear index, crack index, and tensile index at a milled degree of 300 ml CSF. The results showed that the pulp produced from oil palm empty fruit bunch fibers through the acid-base hydrolysis process had a cellulose content of 56-58%. The quality analysis of this pulp refers to the quality requirements according to SNI 6107 for leaf-bleached Kraft Pulp (LBKP).

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi pulp yang berasal dari serat tandan kosong kelapa sawit. Serat tandan kosong kelapa sawit memiliki potensi besar sebagai bahan baku alternatif dalam industri kertas karena ketersediaannya yang melimpah dan sifatnya yang ramah lingkungan. Proses isolasi pulp dilakukan menggunakan metode hidrolisis asam dan basa. Karakterisasi yang dilakukan meliputi pengukuran kadar selulosa dan analisis mutu pulp. Parameter mutu pulp yang dianalisis mencakup derajat giling awal, derajat cerah, jumlah noda, kadar ekstraktif (diklorometana), kadar air (AD), serta indeks kekuatan mekanik, seperti indeks sobek, indeks retak, dan indeks tarik pada derajat giling 300 ml CSF. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pulp yang dihasilkan dari serat tandan kosong kelapa sawit melalui proses hidrolisis asam-basa memiliki kandungan selulosa sebesar 56–58%. Analisis mutu pulp ini mengacu pada persyaratan mutu sesuai SNI 6107 untuk Pulp Kraft Putih Kayu Daun (Leaf Bleached Kraft Pulp, LBKP).

Keywords: ; isolasi; karakteristik; pulp; selulosa; tandan kosong kelapa sawit

PENDAHULUAN

Industri pengolahan kelapa sawit merupakan salah satu sektor penting dalam perekonomian di Indonesia. Namun pertumbuhan industri ini juga berdampak pada meningkatnya jumlah limbah, termasuk tandan kosong kelapa sawit (TKKS). TKKS merupakan salah satu limbah biomasa yang dihasilkan dari proses produksi CPO (*Crude Palm Oil*). tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah organik berupa lignoselulosa yang mengandung banyak unsur karbon yang berupa karbohidrat hemiselulosa, selulosa, dan lignin sekitar 25,83%.(Jarupan, Hunsu-Udom, & Bumbudsanpharoke, 2022), (Wong, Chew, Toh, & Chng, n.d.).

Menurut Indriati & Elyani (2018), dari setiap satuan jumlah tandan buah segar (TBS) kelapa sawit yang diolah menghasilkan 25%-26% tandan kosong kelapa sawit dan dari setiap satuan TBS yang diolah akan dihasilkan 20%-22% tandan kosong kelapa sawit, hampir sama dengan rendemen CPO(Lies Indriati & Elyani, 2018) . Jika demikian, berdasarkan data (gabungan pengusaha kelapa sawit Indonesia) GAPKI (2023) yang menyatakan Produksi CPO bulan Oktober 2023 mencapai 4.523 ribu ton naik 9,2% dari produksi bulan September 2023 sebesar 4.143 ribu ton. Berdasarkan pada data yang didapat dari ***United States Department of Agriculture (USDA)***,

Indonesia menambah gelar sebagai negara dengan produsen minyak sawit terbesar di dunia yang menghasilkan CPO sekitar 45,5 juta metrik ton (MT) pada periode 2022/2023. Jumlah tersebut menunjukkan bahwa TKKS merupakan biomassa non-kayu yang memiliki nilai tinggi untuk digunakan. Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa TKKS memiliki komposisi kimia selulosa, hemiselulosa, dan lignin. (Susi, Ainuri, Wagiman, & Falah, 2023), (Hanifah, Mardawati, Rosalinda, Nurliasari, & Kastaman, 2022)

Isolasi pulp menggunakan serat TKKS umumnya mirip dengan pembuatan pulp dari serat kayu. TKKS di cacah menjadi serat dengan potongan yang lebih kecil. Serat TKKS yang telah dicacah kemudian menjalani proses pemasakan, bleaching, pencucian, pengeringan, dan pencetakan. Serat TKKS yang sudah dicacah dimasukkan ke dalam bejana pemasakan bersama dengan bahan kimia seperti soda atau sulfat. Tujuan dari proses pemasakan ini adalah untuk melarutkan lignin yang mengikat serat-serat selulosa sehingga serat-serat tersebut dapat dipisahkan. Metode-metode pemasakan yang dapat digunakan termasuk Soda Pulping menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) dan Sulfat Pulping (Kraft) yang menggunakan campuran natrium hidroksida dan natrium sulfida (Na₂S). Selain metode soda dan sulfat, telah diteliti juga beberapa

metode lain untuk pembuatan pulp dari serat TKKS seperti Soda Antrakuinon, Peroksida Alkali, Asetosolve, Prehidrolisis Soda-AQ, dan Kimia-Mekanis. (Sumardi, Hadiyane, Rumidatul, & Melani, 2020), (Mohd, Atirah, Hashim, Fikri, & Razif, 2020), (L. Indriati, Elyani, & Dina, 2020)

Tujuan dari Penelitian ini adalah mengisolasi dan mengkarakteristik selulosa dari tandan kosong kelapa sawit. Metode isolasi menggunakan hidrolisis asam dan basa. Tandan Kosong kelapa sawit diperoleh dari PT. Sawit Permai Abadi langkat.

METODE PENELITIAN

Bahan

Sampel TKKS (Tandan kosong kelapa sawit) diperoleh dari PT. Sawit Permai Abadi, Mancang, Langkat. Bahan-bahan kimia digunakan berbentuk Pro Analisis (pa) dari E.Merk, terdiri dari : asam nitrat, HNO_3 , natrium hidroksida, NaOH , natrium perklorat, NaOCl , hidrogen peroksida, H_2O_2 .

Preparasi serat Tandan kosong kelapa sawit

Preparasi dari serat tandan kosong kelapa sawit dilakukan menggunakan metode yang sama dengan penelitian kami sebelumnya.(Lubis, 2024). TKKS dicacah dengan ukuran serat sekitar 1 – 2 cm. Serat TKKS yang telah dicacah dikeringkan dengan menjemurnya langsung dibawah sinar

matahari. Pengeringan dilakukan sampai serat TKKS memiliki kadar air 7-10%. Serat yang telah dikeringkan di giling hingga menjadi bubuk dengan ukuran partikel 300 mesh.

Preparasi Pulp

75 gram serat ditambahkan dengan 1000 ml larutan asam nitrat (HNO_3 p.a) berkonsentrasi 3,5% kedalam reaktor autoclap. Proses steam dilakukan selama 30 menit. (jarum penunjuk suhu pada alat akan menunjuk ke angka 126°C dan tekanan 0,15 MPa. Saklar pemanasan dioffkan, dan proses pendinginan berlangsung hingga jarum penunjuk suhu ke angka nol, proses steam berakhir). Hasil proses ini, selanjutnya dicuci dengan air distilat hingga pH 7. Serat yang telah diautoclap dengan larutan larutan asam nitrat (HNO_3 p.a) ditambahkan dengan 750 ml larutan natrium hidroksida, NaOH 2% dan direfluks dengan suhu 70-80°C selama 30 menit. Hasil reflukas dibleaching dengan 500 ml larutan natrium perklorat, NaOCl 1,75% dengan suhu pemanasan 70-80°C selama 30 menit. Hasil dari proses bleaching dilanjutkan ke tahap pemurnian α -selulosa. Proses pemurnian dilakukan dengan penambahan 500 ml larutan natrium hidroksida, NaOH 17,5% dan suhu pemanasan 70-80°C selama 30 menit. Pencucian dilakukan dengan air destilat sampai pH 7. Setelah dicuci hingga pH 7, dilakukan bleaching kembali menggunakan 500 ml larutan hidrogen peroksida 10% dan suhu pemanasan 70-80° C selama 30 menit. Pencucian dilakukan menggunakan air destilat hingga aroma

hidrogen peroksida hilang. (Lubis, Wirjosentono, & Septevani, 2020) (Lubis, Wirjosentono, Eddyanto, & Septevani, 2020).

Analisis Kadar Selulosa (SNI 0492-1989-A, SII 0528-1981)

3 gr sampel dimasukkan kedalam beaker glass dan ditambahkan dengan 15 ml larutan NaOH 17,5% . Selanjutnya ditambahkan kembali 10 ml larutan NaOH 17,5%. Didiamkan selama 10 menit. Ditambahkan kembali 10 ml larutan NaOH 17,5%, diaduk dan didiamkan selama 10 menit. Penambahan larutan NaOH 17,5% dilakukan sebanyak 3 kali. Campuran didiamkan selama 30 menit dalam keadaan tertutup. Ditambahkan 100 ml air destilat dan campuran didiamkan kembali selama 30 menit. Campuran yang telah didiamkan tersebut disaring. Endapan yang diperoleh dicuci dengan air destilat sebanyak 5 kali ulangan atau sampai diperoleh pH-7. Filtrat yang diperoleh digunakan selanjutnya untuk analisa penentuan kadar hemiselulosa. Endapan yang telah netral ditambahkan dengan asam asetat (CH_3COOH) 2 N, disaring dan endapan yang diperoleh dicuci kembali hingga bebas asam (pH 7). Endapan dimasukkan kedalam cawan porselen dan dikeringkan didalam oven hingga diperoleh bobot konstan. Persentase selulosa dihitung dengan menggunakan Persamaan 1.

$\% \text{ selulosa} =$

$$\frac{\text{bobot endapan selulosa}}{\text{bobot sampel awal}} \times 100\% \quad (1)$$

Analisis Kadar Air (Metode AOAC 1984)

5 gr sampel dimasukkan kedalam cawan porselen yang telah diketahui bobotnya, kemudian dimasukkan kedalam oven suhu 100°C sampai diperoleh bobot konstan, setelah itu dikeluarkan dan dimasukkan kedalam desikator sampai dingin, ditimbang dan dihitung persentasi kadar airnya ($\%$, b/b) dengan menggunakan persamaan 2.

$\% \text{ kadar air}$

$$= \frac{\text{bobot sampel akhir} - \text{bobot sampel awal}}{\text{bobot sampel awal}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pulp Tandan Kosong Kelapa Sawit

Pulp atau bubur kertas merupakan bahan baku dalam proses pembuatan kertas dan turunannya. Pulp atau bubur kertas memiliki komposisi utama adalah selulosa. Pulp dapat dibentuk dari material kayu atau non kayu. Bahan-bahan non kayu dapat berupa limbah organik dari hasil perkebunan, misalnya TKKS, ampas tebu, jerami padi, tongkol jagung, dan lain sebagainya. (Rattanawongkun, Kunfong, Klayya, & Chotimarnon, 2020) (Morán, Alvarez, Cyras, & Vázquez, 2008), (Jarupan et al., 2022), (Chungsiriporn, Pongyeela, & Chairerk, 2022), (Buxoo & Jeetah, 2020) .

Proses pembentukan pulp atau Pulping terdiri dari hidrolisis asam, hidrolisis basa, dan bleaching (proses pemutihan). Hidrolisis asam dilakukan dengan menggunakan asam nitrat 3,5%. Tujuan proses hidrolisis asam adalah untuk memisahkan hemiselulosa, pati, wax, dan lemak yang terdapat pada bahan. Hidrolisis basa menggunakan larutan natrium hidroksida, NaOH dengan tujuan untuk memisahkan lignin (*delignifikasi*). (Wahyuni, Pahlevi, & Zulfansyah, 2011) (Liu et al., 2021). (Wahyuni et al., 2011) (Purwita, Sugesty, & Rachmanasari, 2020). Proses Bleaching menggunakan larutan pemutih Natrium Perklorat (NaOCl) dan Hidrogen Peroksida (H₂O₂). Tahapan proses Pulping TKKS ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1 : Skematik proses pulping dari TKKS : A. TKKS, B. Serat TKKS, C. Proses Hidrolisis Asam dari TKKS, D. Proses Hidrolisis Basa dari TKKS, E. Serat hasil hidrolisis Basa, F. Pulp dari TKKS yang telah di bleaching

Karakterisasi Pulp TKKS

Karakterisasi Pulp TKKS dilakukan dengan mengukur kadar selulosa, panjang serat, analisis sifat fisik dan analisis permukaan (morfologi).

A. Pengukuran kadar Selulosa

Pengukuran kadar selulosa dari pulp TKKS dilakukan dengan menggunakan SNI 0492-1989-A, SII 0528-1981. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar selulosa Pulp TKKS sekitar 56-58%. Angka ini menunjukkan potensi TKKS sebagai sumber bahan baku yang kaya selulosa, yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, seperti produksi kertas, *bioethanol*, atau material berbasis biopolimer. Kandungan selulosa yang tinggi menjadi salah satu indikator penting untuk menilai kualitas *pulp* TKKS dalam konteks pemanfaatan industri yang berorientasi pada biomaterial berkelanjutan.

B. Pengukuran Panjang Serat

Pengukuran panjang serat dari pulp TKKS dan Bambu menggunakan Persyaratan Mutu SNI 0698:2010 Pulp kraft putih kayu jarum/*Needle Bleached Kraft Pulp* (NBKP). Hasil pengukuran untuk panjang serat dari TKKS ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Panjang Serat Pulp TKKS

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Persyaratan Mutu SNI 0698 NBKP
1	Panjang serat rata-rata (TKKS)	Mm	0,76	min. 2,1

NBKP adalah pulp yang dihasilkan dari kayu serat panjang, persyaratan mutunya dibatasi memiliki panjang serat minimal 2,1 mm. Hasil pengukuran menunjukkan Pulp TKKS memiliki panjang serat 0,76 mm, lebih kecil dari 2,1 mm, dengan demikian pulp TKKS termasuk pulp serat pendek atau disebut sebagai Pulp kraft putih kayu daun/*Leaf Bleached Kraft Pulp* (LBKP).

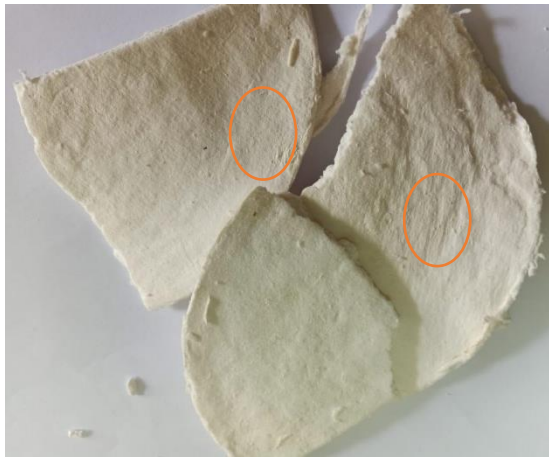
C. Analisis Sifat Fisik Pulp TKKS

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa pulp putih dari TKKS tergolong Pulp dengan serat pendek karena dari hasil pengukuran hanya memiliki panjang serat rata-rata 0,76, oleh karena itu, selanjutnya karakteristik fisik dari pulp putih TKKS dibandingkan dengan Persyaratan Mutu SNI 6107 Pulp kraft putih kayu daun/*Leaf Bleached Kraft Pulp* (LBKP), dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Mutu Pulp Putih TKKS

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Uji	Persyaratan Mutu SNI 6107 LBKP
1	Derajat giling awal	mL CSF	540	min. 430
2	Derajat cerah	% ISO	91	min. 85
3	Noda	mm ² /m ²	89	maks. 5
4	Kadar ekstraktif (diklorometana)	%	0,3	maks. 0,4
5	Kadar air (AD)	%	7	maks. 10
6	Indeks sobek pada derajat giling 300 ml CSF	mNm ² /g	2,8	min. 5,5
7	Indeks retak pada derajat giling 300 ml CSF	kPa m ² /g	0,3	min. 2,5
8	Indeks tarik pada derajat giling 300 ml CSF	Nm/g	5,3	min. 45

Pulp putih TKKS derajat giling awalnya sudah memenuhi persyaratan mutu SNI 6107 LBKP. Derajat cerahnya tinggi, jauh di atas persyaratan mutu SNI 6107 LBKP, akibat proses pemutihan ini kompensasinya kekuatan pulp putih TKKS menjadi rendah, indeks sobek, retak dan tariknya di bawah persyaratan mutu SNI 6107 LBKP. Walaupun derajat cerahnya tinggi, noda pulp putih TKKS masih tinggi (89 mm²/m²), di atas batas maksimal yang dipersyaratkan (maks. 5 mm²/m²), hal ini disebabkan pulp putih yang dihasilkan tidak bersih, masih ada titik noda, seperti nampak pada Gambar 2.



Gambar 2. Pulp putih dari TKKS dan sebagian noda yang tampak (ditandai lingkaran merah)

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi, yaitu mencapai 56-58%. Kandungan ini menjadikan TKKS sebagai bahan baku potensial dalam produksi pulp. Berdasarkan *Persyaratan Mutu SNI 6107 untuk Pulp Kraft Putih Kayu Daun (Leaf Bleached Kraft Pulp atau LBKP)*, pulp yang dihasilkan dari TKKS dapat diklasifikasikan sebagai pulp serat panjang, mengingat panjang seratnya yang mencapai 2,36 mm. Kualitas ini menjadikan TKKS tidak hanya sebagai limbah perkebunan, tetapi juga sumber daya yang bernilai tinggi dalam industri pulp dan kertas. Pemanfaatan TKKS untuk produksi pulp serat panjang dapat menjadi solusi berkelanjutan dalam mengurangi limbah sawit sekaligus memenuhi kebutuhan industri dengan bahan baku alternatif yang ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Yayasan Haji Agus Salim Universitas Medan Area atas dukungan dana internal penelitian yayasan (DIYA UMA) yang telah diberikan, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambusa, D. (2018). *Pembuatan dan Karakterisasi Dissolving Pulp Serat Panjang dari Bambu*. 8(1), 21–32.
- Buxoo, S., & Jeetah, P. (2020). Feasibility of producing biodegradable disposable paper cup from pineapple peels, orange peels and Mauritian hemp leaves with beeswax coating. *SN Applied Sciences*, 2(8), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-3164-7>
- Chungsiriporn, J., Pongyeela, P., & Chairerk, N. (2022). Production of Molded Pulp Packaging from Rice Straw and Bagasse Coating by Chitosan. *Burapha Science Journal*, 27(1), 1–11.
- Hanifah, A., Mardawati, E., Rosalinda, S., Nurliasari, D., & Kastaman, R. (2022). Analysis of Cellulose and Cellulose Acetate Production Stages from Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) and Its Application to Bioplastics. *Journal of Chemical Process Engineering*, 7(1), 17–26. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v7i1.1136>
- Indriati, L., Elyani, N., & Dina, S. F. (2020). Empty fruit bunches, potential fiber source for Indonesian pulp and paper industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 980(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/980/1/012045>
- Indriati, Lies, & Elyani, N. (2018). Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan

- Baku Kertas Kemasan. *Konversi*, 7(2), 45–54.
<https://doi.org/10.20527/k.v7i2.6497>
- Jarupan, L., Hunsu-Udom, R., & Bumbudsanpharoke, N. (2022). Potential Use of Oil Palm Fronds for Papermaking and Application as Molded Pulp Trays for Fresh Product under Simulated Cold Chain Logistics. *Journal of Natural Fibers*, 19(7), 2772–2784.
<https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1889433>
- Liu, Q., Loxton, C., Mohamed, A. A., Jawaidd, M., Braganca, R., & Elias, R. (2021). Development of pulp moulded packaging samples from empty fruit bunch fibre. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 29(4), 2901–2912.
<https://doi.org/10.47836/PJST.29.4.36>
- Lubis, R. (2024). *Jurnal natural*. 24(2), 107–114.
<https://doi.org/10.24815/jn.v24i2.37444>
- Lubis, R., Wirjosentono, B., Eddyanto, & Septevani, A. (2020). Influence of homogenization time to the physical properties of durian peel's pulp from north sumatera Indonesia. *AIP Conference Proceedings*, 2267(September).
<https://doi.org/10.1063/5.0017423>
- Lubis, R., Wirjosentono, B., & Septevani, A. A. (2020). *Preparation And Characterization Of Cellulose Pulp From Fiber Of Durian Peel*. 13(3), 1767–1776.
- Mohd, M., Atirah, N., Hashim, N., Fikri, A., & Razif, M. (2020). Pulp and paper production from oil palm empty fruit bunches: A current direction in Malaysia. *Journal of Agricultural and Food Engineering*, 1(2), 1–9.
<https://doi.org/10.37865/jafe.2020.0017>
- Morán, J. I., Alvarez, V. A., Cyras, V. P., & Vázquez, A. (2008). Extraction of cellulose and preparation of nanocellulose from sisal fibers. *Cellulose*, 15(1), 149–159.
<https://doi.org/10.1007/s10570-007-9145-9>
- Mutia, T., Risdianto, H., Sugesty, S., Hardiani, H., & Kardiansyah, T. (2017). Serat Dan Pulp Bambu Tali (*Gigantochloa apus*) Untuk Papan Serat. *Arena Tekstil*, 31(2), 63–74.
<https://doi.org/10.31266/at.v31i2.1936>
- Purwita, C. A., Sugesty, S., & Rachmanasari, H. (2020). Characteristics of Commercial Acid Sulfite and Prehydrolysis Kraft Rayon Pulp Based on SNI 938: 2017. *Jurnal Standardisasi*, 22(1), 35–44.
- Rattanawongkun, P., Kunfong, N., Klayya, S., & Chotimarnon, T. (2020). *Comparison of molded pulps from rice straw , pineapple leaf and banana stem pulps*. 79–84.
- Sumardi, I., Hadiyane, A., Rumidatul, A., & Melani, L. (2020). Characteristics of Empty Palm Bunch Fibers as Alternative Pulp Material. *American Journal of Applied Sciences*, 17(1), 129–134.
<https://doi.org/10.3844/ajassp.2020.129.134>
- Susi, S., Ainuri, M., Wagiman, W., & Falah, M. A. F. (2023). High-Yield Alpha-Cellulose from Oil Palm Empty Fruit Bunches by Optimizing Thermochemical Delignification Processes for Use as Microcrystalline Cellulose. *International Journal of Biomaterials*, 2023.
<https://doi.org/10.1155/2023/9169431>
- Wahyuni, L. S., Pahlevi, M. I., & Zulfansyah. (2011). Pembuatan pulp semi kimia dari tandan kosong sawit dengan ekstrak abu tandan kosong sawit. *Seminar Tjipto Utomo 2011*, (8), A8-1–7.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3836.3365>
- Wong, Y. H., Chew, E. M. T., Toh, P. Y., & Chng, L. M. (n.d.). *Evaluation of Oil Palm Empty Fruit Bunch for Cellulose Production Evaluation of Oil Palm Empty Fruit Bunch for Cellulose Production*. 0–7.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/945/1/012021>