



Prosiding Seminar Nasional Pertanian Pesisir (SENATASI)
Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

**UPAYA PENURUNAN KADAR PENGOTOR LIMBAH SERABUT KELAPA SAWIT
(PALM PRESS FIBRE) DALAM PEMBUATAN SERABUT PUTIH (WHITE
CELLULOSE)**

Efforts to Reduce Impurities Levels in Palm Press Fibre Waste in the Manufacture of White Cellulose

Fitri Yuwita¹, Muhammad Herdyenata¹, Devi Silsia^{1*},

¹⁾Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

*Corresponding author : devilsilsia@unib.ac.id

ABSTRAK

Pengolahan kelapa sawit menghasilkan berbagai limbah dimana salah satu limbah yang dihasilkan adalah serabut kelapa sawit (*palm press fibre*). Serabut ini hanya menumpuk saja dan menjadi permasalahan tersendiri di perusahaan tersebut sehingga perlu dicari alternatif pemanfaatannya untuk dijadikan produk baru. Serabut kelapa sawit merupakan salah satu serat alam yang dapat dimanfaatkan sebagai serat putih (*white cellulose*). Namun, tingginya kandungan kadar impuritis pada serabut kelapa sawit dapat menurunkan mutu dari serat putih yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi NaOH dan Waktu Perendaman untuk menentukan kadar pengotor pada serabut kelapa sawit sesuai SNI 12 6094-1999. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu konsentrasi NaOH yang terdiri dari 3 taraf yaitu 10%, 15%, 20% dan waktu perendaman yang terdiri 3 taraf yaitu 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam. Hasil penelitian menunjukkan kadar pengotor terendah 12,6% pada perendaman 2 jam dalam larutan NaOH 20% dan setelah dilakukan analisis lanjutan didapatkan kadar pengotor terendah 3% pada perendaman 24 jam dalam larutan NaOH 90% dan kadar air serat terendah 3,3%.

Kata Kunci : Limbah Sawit, Pengotor, Serat Putih

ABSTRACT

Palm oil processing produces various wastes where one of the wastes produced is palm press fiber. These fibers only accumulate and become a problem in the company so it is necessary to find alternative uses to be used as new products. Palm fiber is one of the natural fibers that can be used as white fiber (*white cellulose*). However, the high content of impuritis levels in oil palm fibers can reduce the quality of the white fiber produced. The purpose of the study was to determine the concentration of NaOH and Soaking Time to determine the level of impurities in oil palm fibers in accordance with SNI 12 6094-1999. The experimental design used in this study was a Complete Randomized Design (CRD) with two factors, namely NaOH concentration consisting of 3 levels, namely 10%, 15%, 20% and the immersion time which consisted of 3 levels, namely 1 hour, 1.5 hours and 2 hours. The results showed the lowest impurity content of 12.6% at 2-hour soaking in 20% NaOH solution and after further analysis, the lowest impurity

level was 3% at 24-hour immersion in 90% NaOH solution and the lowest fiber water content of 3.3%.

Key word : Impurities, Palm Waste, White Fiber

PENDAHULUAN

Provinsi Bengkulu termasuk daerah penghasil kelapa sawit di Indonesia dengan produksi *Crude palm oil* (CPO) 994 ribu ton pada tahun 2021 (BPS, 2022). Bengkulu sendiri memiliki pabrik pengolahan kelapa sawit salah satu perusahaan yang bergerak dibidang tersebut adalah PT. Agra Sawitindo yang merupakan sebuah perusahaan bergerak di bidang pengolahan minyak kelapa sawit. Sebagai sebuah pabrik industri, selain menghasilkan output berupa produk CPO dan kernel, juga menghasilkan buangan dari proses pengolahan yaitu limbah. Limbah yang dihasilkan di antaranya adalah limbah padat berupa cangkang, serabut, dan tandan kosong serta limbah cair, limbah gas, limbah B3 dan limbah domestik. Limbah industri kelapa sawit saat ini menjadi salah satu permasalahan yang harus diselesaikan pada saat ini.

Limbah yang dapat terdegradasi dan mudah didaur ulang semakin banyak dimanfaatkan salah satunya adalah limbah hasil pengolahan kelapa sawit berupa sabut. Sabut merupakan limbah berasal dari mesocarp yang telah melalui proses pengempaan kemudian stasiun pencacahan. Limbah kelapa sawit ini bisa dimanfaatkan menjadi bahan baku pembuatan serta putih yang bernilai tinggi. Serat putih merupakan salah satu alternatif pengolahan dari limbah padat sabut kelapa sawit yang dapat dijadikan bahan pengisi jok karena sabut kelapa sawit mengandung selulosa (Devita dan Srimurni, 2022). Tinggi nya kandungan selulosa membuat serabut kelapa bisa dimanfaatkan menjadi serat putih melalui beberapa tahap bleaching atau pemutihan. Senyawa kimia yang banyak digunakan yaitu NaOH, perlakuan bertujuan untuk melarutkan lapisan yang menyerupai lilin sehingga kekuatan komposit lebih tinggi (Asyraf *et al.*, 2022).

Salah satu pabrik pengolah kelapa sawit yang ada di Kota Bengkulu adalah PMKS PT. Agra Sawitindo. Pabrik ini menghasilkan serabut sebanyak 5,85 ton/jam dan jika dihitung dalam satu hari pengolahan, dapat menghasilkan serabut sebanyak 40,95 ton/hari. Dengan jumlah yang banyak tersebut, perlu dicari alternatif pemanfaatannya untuk diolah menjadi sebuah produk yang baru. Serat alam memiliki sifat biodegradable dan bila dapat dimanfaatkan dengan baik akan memiliki nilai tambah (Laksono *et al.*, 2019). PMKS ini menghasilkan limbah serabut yang cukup tinggi dan tidak dimanfaatkan dengan baik biasanya hanya dijadikan bahan bakar boiler, dibuang atau ditimbun dalam tanah saja.

Serabut kelapa masih memiliki Minyak dan kadar impuritis yang masih tinggi, hal ini dapat dapat mengganggu proses pengelolaannya. Oleh karena itu, perlunya mengurangi minyak dan kadar impuritis seminimal mungkin. Salah satunya dengan perlakuan alkali yang berfungsi membersihkan zat ekstraktif dari serat alam seperti lignin, pectin, wax dan kotoran (impuritas) sehingga diperoleh serat dengan permukaan yang relatif memiliki topografi seragam (Syafri *et al.*, 2015). Munawar (2017) juga telah melakukan penelitian sebelumnya yaitu tentang penurunan kadar impuritis serabut kelapa sawit menggunakan larutan NaOH. Penelitian tersebut menggunakan konsentrasi larutan NaOH 5%, 10% dan 15% direndam dengan waktu 30 menit, 60 menit dan 90 menit. Didapati bahwa konsentrasi larutan yang terbaik yaitu NaOH 15% dan waktu perendaman terbaik adalah 60 menit. Menurut Elwin *et al.*, (2014), NaOH yang bersifat

basa kuat memecah struktur hemiselulosa kemudian melarutkannya. Semakin lama perendaman, semakin banyak NaOH yang mampu masuk ke struktur sehingga membuat kandungan hemiselulosa yang dilarutkan semakin banyak. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menentukan konsentrasi NaOH dan waktu perendaman untuk menurunkan kadar impuritis pada serabut kelapa sawit sesuai SNI 12 6094-1999

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah serabut limbah padat kelapa sawit (*palm press fibre*) yang diperoleh dari PMKS PT. Agra Sawitindo Bengkulu Tengah, NaOH dan aquades. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah beaker glass, batang pengaduk, pengayak, gunting, cawan, oven, desikator, timbangan digital dan mistar.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu konsentrasi NaOH yang terdiri dari 3 taraf yaitu 10%, 15%, 20% dan waktu perendaman yang terdiri 3 taraf yaitu 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam. Masing-masing unit diulang sebanyak 3 kali sehingga didapatkan 27 unit percobaan.

Tabel 1. Rancangan percobaan

Waktu (Jam)	Konsentrasi NaOH		
	10% (N1)	15% (N2)	20% (N3)
1 (W1)	W1N1	W1N2	W1N3
1,5 (W2)	W2N1	W2N2	W2N3
2 (W3)	W3N1	W3N2	W3N3

Prosedur Penelitian

a. Persiapan Sampel

Serabut yang telah diambil dari Pt. Agra Sawitindo Bengkulu Tengah, diayak dan disortasi untuk memisahkan serabut dari kotoran berupa cangkang, kulit berondolan dan debu.

b. Perlakuan Alkali

Masing-masing sampel ditimbang 20 gram kemudian dimasukkan ke dalam beaker glass yang berisi larutan NaOH dengan konsentrasi sesuai perlakuan. Serat tersebut direndam selama waktu sesuai perlakuan. Setelah dilakukan perendaman, serat dibilas dengan aquades hingga bersih dari larutan alkali dan sisa-sisa pasir yang masih mengendap. Kemudian serabut dijemur hingga beratnya konstan dalam alat pengering energi surya model YSD-UNIB12. Tujuan penjemuran adalah untuk mengurangi kadar air serabut kelapa (Gultom *et al.*, 2014).

c. Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dari setiap sampel (unit percobaan) adalah kadar air, panjang serat, dan kadar pengotor

Kadar Air

Uji kadar air dilakukan sesuai prosedur dalam SNI 12-6094-1999. Kadar air ditetapkan berdasarkan jumlah berat zat yang menguap dalam masing-masing bagian contoh melalui pemanasan 105°C. Cawan kosong ditimbang untuk diketahui bobotnya. Sampel dipotong-potong dengan gunting sepanjang 1-2 cm. lalu sampel ditimbang sebanyak 1 gram. Sampel tersebut dimasukkan dalam cawan kosong dan ditimbang lagi. Catat berat cawan kosong dan cawan berisi sampel. Kemudian sampel dipanaskan dalam oven yang suhunya konstan pada 105°C. Berat sampel dihitung secara berkala setiap 2 jam hingga berat sampel tersebut konstan, selanjutnya diangkat dan didinginkan dalam desikator. Kemudian ditimbang untuk diketahui bobot akhir. Kadar air dihitung menggunakan rumus (BSN, 1999):

$$KA(\%) = \frac{b-c}{b-a} \times 100\%$$

Keterangan :

- a = berat cawan kosong (gram)
- b = berat cawan berisi bahan sebelum di oven (gram)
- c = berat cawan berisi bahan setelah di oven (gram)

Panjang Serat

Panjang serat diukur dengan menggunakan mistar dengan ketelitian 0,5 mm. Serat diambil masing-masing 1 gram di setiap sampelnya. Kemudian diukur panjangnya per-helai dari masing-masing perlakuan dan dihitung rata-ratanya (Kencanawati *et al.*, 2018).

Kadar Pengotor

Sampel diambil sebanyak 1 gram menggunakan timbangan OHAUS Scout Pro skala 600 gr, lalu diamati secara visual dan dilakukan pemisahan antara serat yang memiliki panjang diatas 2 cm dan dibawah 2 cm menggunakan mistar 30 cm dan benda asing selain serat secara teliti. Kemudian serat dan impuritis yang telah dipisah ditimbang masing-masing dengan timbangan analitik ketelitian 0,01 gr. Kadar impuritis dihitung dengan rumus (BSN, 1999) :

$$KI(\%) = \frac{\text{berat impuritis}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Analisis Data

Data dari hasil penelitian selanjutnya diuji secara statistik dengan analisis sidik ragam (ANOVA) menggunakan SPSS 24.0. Untuk hasil yang pengaruh nyata dilakukan uji lanjut dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan Baku

Karakteristik bahan baku berupa limbah padat *palm press fibre* sebelum dilakukan perlakuan dalam proses pembuatan serat putih (*white cellulose*) meliputi kadar air, panjang serat dan kadar pengotor seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Bahan Baku

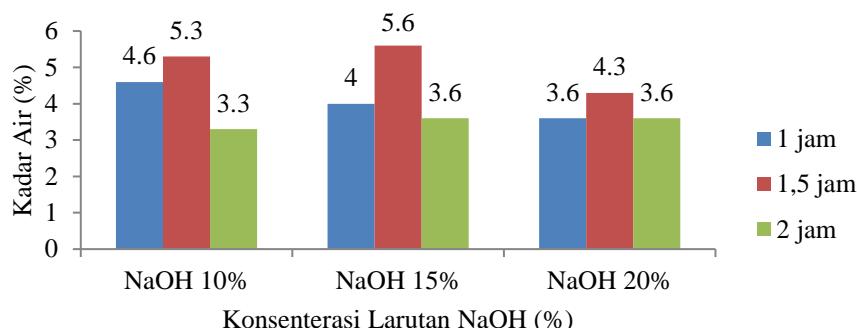
No.	Parameter	Mutu Sampel
1	Kadar Air (%)	30
2	Panjang Serat (cm)	3,71
3	Kadar Impuritis (%)	62

Karakteristik Serat Putih (*White cellulose*)

Karakteristik serat putih (*white cellulose*) dari limbah padat serabut kelapa sawit (*palm press fibre*) meliputi kadar air, panjang serat, dan kadar impuritis

Kadar Air

Kadar air serat putih serabut kelapa sawit diukur setelah diberikan perlakuan penelitian, perlakuan perendaman selama 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam dengan konsentrasi NaOH 10%, 15% dan 20%. Kadar air serat putih seraut kelapa dapat dilihat pada Gambar 1.

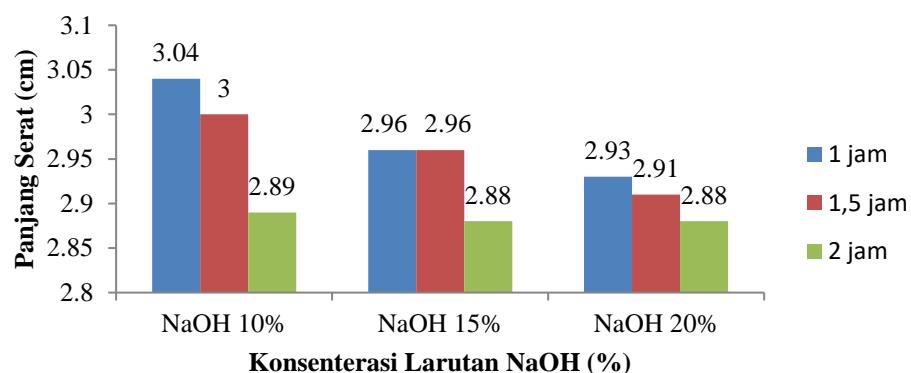


Gambar 1. Kadar air serat pada masing-masing perlakuan

Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar air dari masing-masing perlakuan mengalami penurunan dari nilai awal kadar air bahan baku sebelum perlakuan. Hasil analisis varian menunjukkan bahwa lama waktu perendaman, konsentrasi NaOH dan interaksi kedua faktor berpengaruh tidak nyata pada taraf signifikan $>0,05\%$ terhadap nilai kadar air. Kadar air sebelum perlakuan adalah 30%, sedangkan kadar air setelah perlakuan turun menjadi 3,3%. Setiadi *et al.*, (2017) menyatakan untuk mencapai kondisi optimum dari bahan dan tidak mempengaruhi kesetimbangan dari reaksi, kadar air bahan baku diusahakan tidak melebihi 10%. Menurut Munawar (2017) terjadinya penurunan terhadap kadar air bahan terjadi akibat adanya proses pemanasan dimana kandungan air bebas yang terdapat pada bahan telah menguap. Hal tersebut terjadi karena pemutusan ikatan molekul air dengan senyawa berupa minyak yang ada di dalam serat.

Panjang Serat

Serat alami jika dibandingkan dengan serat sintetis mempunyai panjang dan diameter yang tidak seragam pada setiap jenisnya (Agustina *et al.*, 2016). Serat alami sebagai penguat juga memiliki keunggulan memiliki kepadatan yang rendah dan harga yang murah serta tidak beracun dan ramah lingkungan (Asyraf *et al.*, 2022). Gambar 2 menggambarkan panjang serat setelah mengalami perlakuan penelitian.

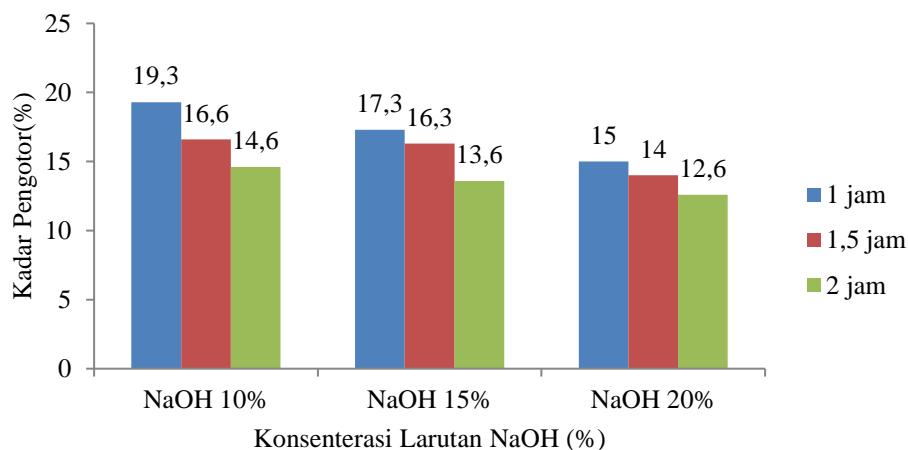


Gambar 2. Panjang Serat Putih pada Masing-Masing Perlakuan

Panjang serat mengalami perubahan setelah diberi perlakuan. Yunarti (2011) menyatakan jika panjang serat dapat mengalirkan beban maupun tegangan ke arah serat secara optimum maka panjang serat mempengaruhi kekuatan tarik. Hasil analisis varian menunjukkan bahwa lama waktu perendaman, konsentrasi NaOH dan interaksi kedua faktor berpengaruh tidak nyata pada taraf signifikan $>0,05\%$ terhadap panjang serat. Panjang serat sebelum perlakuan yaitu 3,71 cm dan setelah diberi perlakuan panjang serat berkisar antara 3,04 - 2,88 cm. Berdasarkan hasil uji tersebut panjang serat putih (*white cellulose*) dari *palm press fibre* telah memenuhi syarat mutu dari serat sabut kelapa SNI 12-6094-1999.

Kadar Pengotor (Impuritis)

Kadar impuritis adalah zat pengotor yang tidak diperlukan dalam pembuatan *white cellulose* (Munawar, 2017). Menurut Devita (2015) penurunan kadar pengotor tersebut dikarenakan pada saat pemutihan lignin yang terpisah dari serat menjadi sisa (residu) sehingga lignin serta zat yang tidak dibutuhkan dalam penelitian ini termasuk kedalam kadar pengotor. Lignin yang termasuk kedalam kadar pengotor tersebut terbuang bersama larutan sisa hasil perendaman serat. Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa kadar impuritis dari semua perlakuan mengalami penurunan yang cukup signifikan dari sebelumnya. Gambar 3 kadar impuritis serat putih serabut kelapa sawit setelah diberikan perlakuan.



Gambar 3. Kadar Pengotor pada masing-masing perlakuan

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa interaksi kedua faktor berpengaruh tidak nyata pada taraf signifikan $> 0,05\%$ terhadap nilai kadar pengotor sedangkan lama waktu perendaman dan konsentrasi NaOH berpengaruh nyata pada taraf signifikan $< 0,05\%$ terhadap nilai kadar pengotor, dimana lama waktu perendaman tersebut mengalami penurunan yaitu rata-rata sebesar 1,8% setiap penambahan waktu 30 menit. Penambahan konsentrasi NaOH mengalami penurunan kadar pengotor yaitu dengan rata-rata 1,4% setiap penambahan konsentrasi 5%. Interaksi dari kedua faktor tersebut menunjukkan bahwa perendaman selama 2 jam dalam larutan NaOH 20% adalah yang terbaik karena memiliki nilai kadar pengotor terendah yaitu 12,6%. Hasil uji lanjut DMRT kadar pengotor dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil uji lanjut DMRT pengaruh kadar pengotor serat terhadap waktu perendaman

Lama Waktu Perendaman	Rata – Rata Kadar Pengotor
1 jam	17,22 ^c
1,5 jam	15,66 ^b
2 jam	13,66 ^a

Tabel 4. Hasil uji lanjut DMRT pengaruh kadar pengotor serat terhadap konsentrasi NaOH

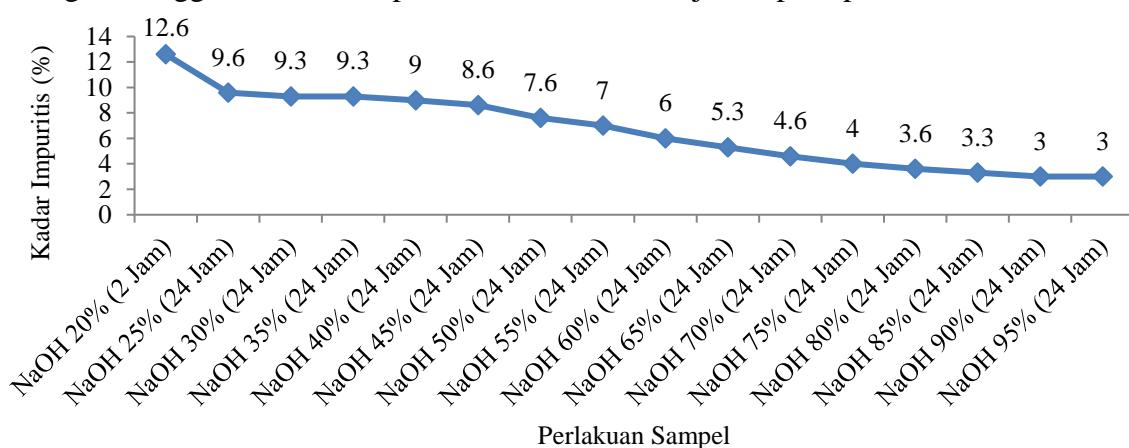
Konsentrasi NaOH	Rata – Rata Kadar Pengotor
10%	16,88 ^b
15%	15,77 ^b
20%	13,88 ^a

Uji Duncan menunjukkan bahwa waktu perendaman 1 jam berbeda nyata terhadap waktu perendaman 1,5 jam dan berbeda nyata terhadap waktu perendaman 2 jam. Serat yang direndam dengan waktu 2 jam memiliki nilai kadar pengotor terendah dari serat yang direndam dengan waktu 1 jam dan 1,5 jam. Pada konsentrasi larutan NaOH, uji Duncan menunjukkan bahwa larutan NaOH 20% berbeda nyata terhadap larutan NaOH 15% dan larutan NaOH 10%, sedangkan larutan NaOH 15% berbeda tidak nyata terhadap larutan 10%. Serat yang direndam menggunakan larutan NaOH 20% memiliki nilai kadar pengotor terendah dari serat yang direndam menggunakan larutan NaOH 10% dan larutan NaOH 15%.

Berdasarkan penelitian Munawar (2017), dengan menggunakan larutan NaOH pada proses alkali didapatkan jumlah kadar pengotor terendah 22,80% pada perendaman serat

menggunakan konsentrasi NaOH 15% selama 1 jam. Meskipun belum memenuhi standar yang telah ditetapkan, penelitian kali ini memiliki nilai kadar pengotor lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Munawar. Dengan menambah konsentrasi larutan NaOH dan lama waktu perendaman pada proses alkali didapatkan nilai kadar pengotor terendah 12,6% pada perlakuan perendaman selama 2 jam dalam larutan NaOH 20%.

Pada penelitian ini dihasilkan kadar pengotor antara 19,3% - 12,6%. Hasil uji tersebut menunjukkan bahwa kadar pengotor serat putih (*white cellulose*) dari *palm press fibre* belum memenuhi atau mendekati standar yang telah ditetapkan. Dengan melihat persentase penurunan kadar pengotor yang masih terus bertambah, artinya masih memungkinkan untuk menambah kembali waktu perendaman dan konsentrasi larutan NaOH untuk mendapatkan perlakuan terbaik, maka kembali dilakukan pengujian pada perlakuan sampel dengan menambah konsentrasi larutan NaOH setiap 5% dari perlakuan terbaik hingga nilai kadar pengotor memenuhi atau mendekati SNI dengan menggunakan waktu perendaman selama 24 jam seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Penurunan kadar pengotor setelah dilakukan penambahan konsentrasi larutan NaOH dan waktu perendaman terhadap perlakuan sampel

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa nilai kadar pengotor terus mengalami penurunan yang signifikan hingga nilai kadar pengotor mendekati nilai standar yang telah ditetapkan. Sehingga, didapati perlakuan dengan serat yang memiliki nilai kadar pengotor terendah yaitu 3% dengan konsentrasi larutan NaOH 90% dan lama waktu perendaman selama 24 jam.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Konsentrasi larutan NaOH terbaik dalam pembuatan serat putih (*white cellulose*) pada penelitian ini yaitu NaOH 20%. Akan tetapi, setelah dilakukan analisis lanjutan untuk mendapatkan perlakuan terbaik didapat konsentrasi terbaik yaitu NaOH 90%
2. Lama waktu perendaman terbaik dalam pembuatan serat putih (*white cellulose*) pada penelitian ini yaitu 2 jam. Akan tetapi, setelah dilakukan analisis lanjutan untuk mendapatkan perlakuan terbaik didapati waktu perendaman terbaik yaitu 24 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L., Udiantoro, dan Halim, H. 2016. Karakteristik serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan perlakuan perebusan dan pengukusan. *Ziraa 'Ah.* 41(1):97–102.
- Asyraf, M. R. M., Ishak, M. R., Syamsir, A., Nurazzi, N. M., Sabaruddin, F. A., Shazleen, S. S., Norrrahim, M. N. F., Rafidah, M., Ilyas, R. A., Rashid, M. Z. A., and Razman, M. R. (2022). Mechanical properties of oil palm fibre-reinforced polymer composites: a review. *Journal of Materials Research and Technology.* 17:33–65. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.12.122>
- Badan Standarisasi Nasional. 1999. SNI 12-6094-1999: Isi Jok Kursi Dari Serat Serabut Kelapa.
- BPS. 2022. Statistik Kelapa Sawit Indonsia 2022.16
- Devita, W. H., dan Srimurni, R. R. 2022. Analisis dan desain sistem produksi serat putih menggunakan limbah padat sabut kelapa sawit (*palm press fibre*). *Agroindustrial Technology Journal.* 6(1):1. <https://doi.org/10.21111/atj.v6i1.5840>
- Devita, W. H. 2015. Pembuatan serat putih (*white cellulose*) dari limbah padat sabut kelapa sawit (*press palm fibre*). Skripsi Fakultas Pertanian. Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Elwin, Musthofa, L., dan Yusuf, H. 2014. Analisis pengaruh waktu pretreatment dan konsentrasi NaOH terhadap kandungan selulosa, lignin dan hemiselulosa eceng gondok pada proses pretreatment pembuatan bioetanol. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem.* 2(2):110–116
- Gultom, F., Supriadi, H., dan Savetlana, S. 2014. Pengaruh perlakuan alkali terhadap kekuatan tarik serat tandan kosong kelapa sawit untuk digunakan pada komposit serat TKKS. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin FEMA.* 2(2):1–8. <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/mech/article/view/229>
- Kencanawati, C., Sugita, I. K. G., Suardana, N., dan Budiasa, I. W. 2018. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat fisik, dan mekanik serat kulit buah pinang. *Jurnal Energi Dan Manufaktur.* 11(1):6. <https://doi.org/10.24843/jem.2018.v11.i01.p02>
- Laksono, A. D., Basyaruddin dan Adlina, N. 2019. Pengaruh perlakuan alkalinisasi serat alam kayu bangkirai (*shorea laevifolia endert*) pada sifat mekanik komposit dengan matriks poliester. *Jurnal Sains Terapan.* 5(2):1–7. <https://doi.org/10.32487/jst.v5i2.672>
- Munawar, A. 2017. Penurunan kadar impuritis serabut kelapa sawit (*palm press fibre*) menggunakan larutan NaOH. Prosiding Seminar Nasional APTA 2017. Membangun Agroindustri Untuk Kemajuan Bangsa : Mewujudkan Agroindustri Kelapa Sawit yang Modern dan Berkelanjutan, 14 – 15 Agustus 2017. Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu.
- Setiadi, Mulyadi, Y., dan Kusmartono, B. 2017. Optimasi pembuatan nitroselulosa dari daun nanas dengan proses delignifikasi dalam upaya mewujudkan sumber energi bersih dan terbarukan. Prosiding Seminar Nasional XII “Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi 2017 Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta: 304–309. <https://journal.sttnas.ac.id/ReTII/article/view/623/523>
- Syafri, E., Kasim, A., Abral, H., dan Asben, A. 2015. Pengaruh chemical treatment terhadap sifat fisik , kandungan selulosa dan kekuatan tarik serat alam rami. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas.* 19(2):18–24.
- Yuniarti, M.A. 2011. Pengaruh perlakuan alkali, fraksi volume serat dan panjang serat terhadap kekuatan tarik skin komposit sandwich berbahan dasar serat tebu [skripsi]. Jurusan Teknik

Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret. Surakarta