

## Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu Proses Kostikasi Terhadap Pengurangan Massa Serat Daun Nanas

Nurfadhia Ikhsani<sup>1</sup>, Fahmi Fawzy Rusman<sup>2</sup>, Andrian Wijayono<sup>3</sup>, Verawati Nurazizah<sup>4</sup>, Reski Alya Pradifita<sup>5</sup>  
Wilda Murti<sup>6</sup>

1,2 Program Studi Teknik Pembuatan Benang,  
3,4 Program Studi Teknik Pembuatan Kain Tenun,  
5,6 Program Studi Teknik Pembuatan Garmen,  
Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta,  
\*Email : [nurfadilahikhsani09@kemenperin.go.id](mailto:nurfadilahikhsani09@kemenperin.go.id)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu proses kostikasi terhadap pengurangan massa serat daun nanas sebagai alternatif bahan baku tekstil yang ramah lingkungan. Proses kostikasi dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH pada berbagai konsentrasi dan waktu untuk menguraikan senyawa pektin dan hemiselulosa yang mengikat serat. Variasi konsentrasi terdiri dari 7,5 g/L, 7 g/L, 6,5 g/L, 5 g/L, 3 g/L, dan 1 g/L, sedangkan variasi waktu terdiri dari 600 detik, 300 detik, 60 detik, 30 detik, dan 10 detik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi NaOH dan durasi waktu proses kostikasi berpengaruh signifikan terhadap pengurangan massa serat. Konsentrasi NaOH yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama menyebabkan pengurangan massa yang lebih besar, dengan efektivitas tertinggi tercatat pada konsentrasi 7,5 g/L dan waktu 600 detik. Nilai regresi menunjukkan hubungan positif antara konsentrasi NaOH dan efektivitasnya dalam mengurangi massa serat, serta hubungan negatif antara waktu proses dan efektivitasnya. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan serat daun nanas sebagai bahan baku tekstil ramah lingkungan.

**Kata kunci : Kostikasi, Serat Daun Nanas, NaOH, Waktu Proses, Pengurangan Massa**

### Abstract

*This study aims to explore the effect of NaOH concentration and costication process time on the reduction of pineapple leaf fiber mass as an alternative environmentally friendly textile raw material. The costication process is carried out using NaOH solution at various concentrations and times to decompose pectin and hemicellulose compounds that bind the fiber. The results showed that increasing NaOH concentration and costication process time had a significant effect on fiber mass reduction. Higher NaOH concentrations and longer times reduced greater mass reduction, with the highest effectiveness recorded at a concentration of 7.5 g/L and a time of 600 seconds. The regression value showed a positive relationship between NaOH concentration and its effectiveness in reducing fiber mass, as well as a negative relationship between process time and its effectiveness. This study contributes to the development of pineapple leaf fiber as an environmentally friendly textile raw material.*

**Keywords: Costication, Pineapple Leaf Fiber, NaOH, Processing Time, Weight reduce**

### Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, industri tekstil yang ramah lingkungan menjadi topik yang banyak menarik minat dan terus dikembangkan oleh pelaku industri maupun peneliti dan akademis (Islam et al., 2021). Tren ini menekankan pada pentingnya penggunaan bahan baku yang ramah lingkungan dan *biodegradable* diberbagai aplikasinya. Salah satu yang menarik yaitu pemanfaatan limbah tumbuhan sebagai alternatif serat tekstil, seperti limbah daun nanas (*Ananas comosus*) (Hazarika et al., 2017).

Daun nanas yang sebelumnya hanya dianggap limbah pertanian, menawarkan potensi besar sebagai sumber serat yang dapat diperbaharui dan *biodegradable*. Studi menunjukkan bahwa serat daun nanas memiliki kandungan selulosa antara 70% hingga 82%. Kandungan selulosa ini berkontribusi pada kekuatan tarik dan sifat mekanis yang cukup tinggi, sehingga berpotensi digunakan sebagai penguat dalam komposit dan tekstil berkualitas tinggi (Daarol et al., 2023; Mayangsari et al., 2019). Konsentrasi selulosa yang tinggi ini tidak hanya meningkatkan sifat mekanis serat, tetapi juga mendukung sifat biodegradabilitasnya (Ravindran et al., 2019).

Proses pengolahan serat daun nanas diawali dengan proses ekstraksi serat yang dapat dilakukan dengan metode *retting* dan *water retting*. Proses ini bertujuan untuk memisahkan serat dari daunnya (Rozyanty et al., 2021). Namun, serat daun nanas yang dihasilkan dari proses ekstraksi menggunakan kedua metode tersebut cenderung masih terikat dalam bundel, sedangkan untuk dapat dilakukan pada proses pemintalan menjadi benang, serat harus sudah terpisah menjadi serat individu. Hal ini disebabkan karena adanya senyawa kimia seperti pektin, hemiselulosa, dan lignin yang mengikat serat-serat tersebut (Rozyanty et al., 2021). Senyawa-senyawa tersebut yang menyebabkan serat kesulitan dalam memisah menjadi serat individu, sehingga dibutuhkan pengolahan lanjutan yang bertujuan untuk menguraikan senyawa-senyawa tersebut, salah satunya melalui proses kostikasi.

Proses kostikasi merupakan proses perendaman serat batang dalam larutan alkali yang bertujuan untuk melarutkan pektin dan hemiselulosa, sehingga serat menjadi lebih terurai dan mudah diproses lebih lanjut (Rozaq & Wedyatmo, 2021). Proses kostikasi menggunakan natrium hidroksida (NaOH) merupakan salah satu metode untuk melarutkan lignin dan hemiselulosa pada serat alam (Fareez et al., 2018). Beberapa penelitian telah menunjukkan keberhasilan proses kostikasi pada berbagai jenis serat alam, seperti serat rami, jute dan linen. Penelitian sebelumnya telah berhasil membahas proses kostikasi pada serat daun nanas terhadap sifat mekanik dan kimia yang dianalisa persen pengurangan berat yang dilakukan setelah perlakuan stabilitas termal (Zin et al., 2018). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa proses kostikasi pada serat daun nanas dapat mengurangi komponen hemiselulosa dan lignin sehingga mengurangi berat dan meningkatkan kompatibilitas antara serat (Gnanasekaran et al., 2021). Namun, hingga

saat ini, belum ada penelitian yang secara khusus membahas penerapan proses kostikasi pada serat daun nanas yang evaluasinya menggunakan analisis persen pengurangan massa dengan variasi konsentrasi NaOH dan waktu proses kostikasi.

Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu proses kostikasi terhadap pengurangan massa serat daun nanas menggunakan analisis pendekatan validasi eksperimental. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan serat daun nanas sebagai alternatif bahan baku tekstil yang ramah lingkungan.

### **Metode**

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu proses kostikasi terhadap pengurangan massa serat daun nanas yang dianalisa menggunakan pendekatan validasi eksperimental. Setiap variasi eksperimen dilakukan sebagai tiga kali replikasi, sedangkan data hasil analisa merupakan data hasil rata-rata. Serat daun nanas yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 1,5 - 2 gram yang telah dilakukan proses mekanikal retting, yang sebelumnya telah ditimbang sebagai massa awal sebelum diproses. Proses kostikasi dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi berbeda, yang terdiri dari 7,5 g/L, 7 g/L, 6,5 g/L, 5 g/L, 3 g/L, dan 1 g/L. Rasio larutan NaOH terhadap serat sebesar 1:50. Proses kostikasi dilakukan pada suhu 90°C selama 10 menit (Mahmud et al., 2025; Triastuti, 2021a)

Setelah proses kostikasi selesai, serat dicuci dengan air suhu 80°C selama 5 menit dan air mengalir untuk menghilangkan sisa larutan alkali, kemudian serat dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C hingga mencapai berat konstan. Serat yang sudah kering selanjutnya dilakukan penimbangan untuk memperoleh massa akhir serat.

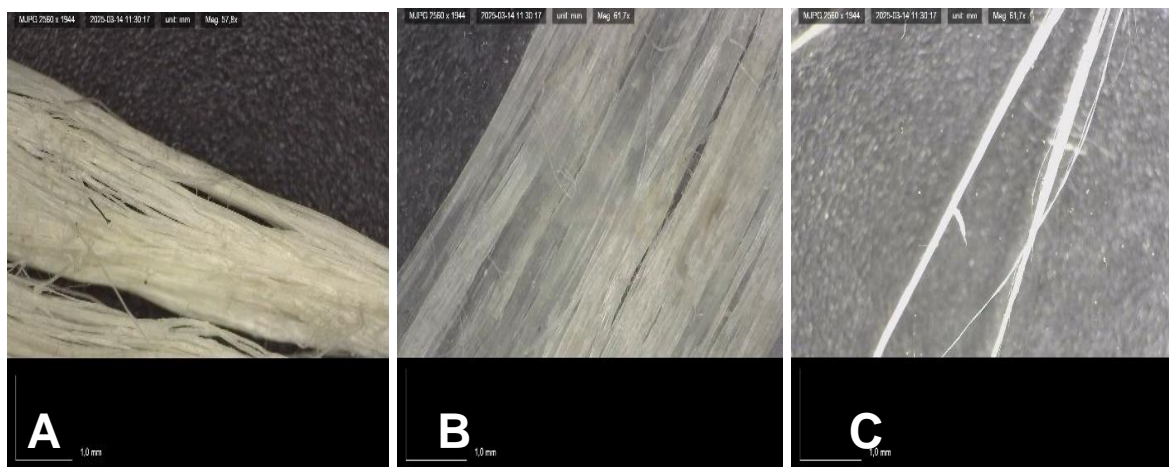
Selain konsentrasi NaOH, penelitian ini juga mengkaji pengaruh waktu kostikasi terhadap pengurangan massa serat daun nanas. Untuk variasi waktu, konsentrasi NaOH yang digunakan yaitu 7,5 g/L pada suhu 90°C dan waktu kostikasi yang divariasikan yaitu 10 menit, 5 menit, 1 menit, 30 detik, dan 10 detik. Prosedur yang dilakukan pada variasi waktu ini sama dengan variasi konsentrasi yaitu pencucian, pengeringan dengan oven dan perhitungan persen pengurangan massa (Aprilyanti, 2018a; Mul'alim et al., n.d.).

Data yang diperoleh dari hasil observasi pengurangan massa serat kemudian dianalisis secara statistik menggunakan analisis regresi untuk mengetahui pengaruh signifikan dari variasi konsentrasi NaOH dan waktu terhadap persen pengurangan massa serat.

## Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini telah dilakukan pengamatan mengenai pengaruh konsentrasi NaOH terhadap persen pengurangan massa serat daun nanas pada proses kostikasi. Serat daun nanas yang digunakan pada penelitian ini adalah serat daun nanas hasil ekstraksi dengan metode mekanikal *retting*. Serat daun nanas akan dilakukan proses kostikasi dengan variasi konsentrasi NaOH dan waktu proses yang divarisikan menggunakan metode exhaust dengan rasio 1:50 pada suhu 90°C.

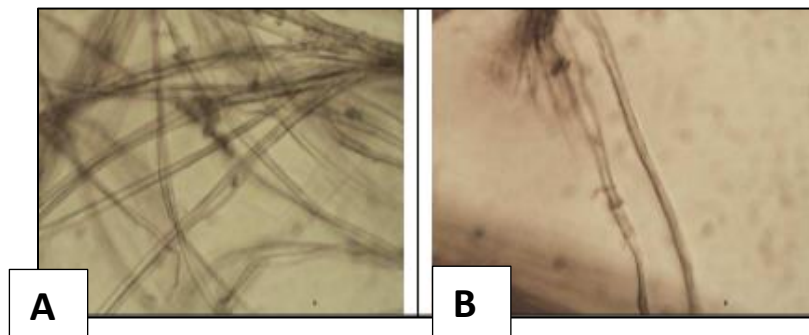
Serat daun nanas yang telah dilakukan proses kostikasi dianalisa secara visual. Berikut adalah hasil perbandingan serat sebelum dan setelah dilakukan proses kostikasi.



**Gambar 1.** Hasil Pengamatan Serat Daun Nanas Secara Visual

Gambar A merupakan serat daun nanas hasil ekstraksi dengan mekanikal *retting* yang belum dilakukan proses kostikasi. Pada gambar tersebut terlihat serat daun nanas masih dalam bentuk bundel serat yang terikat erat antara satu dengan yang lainnya oleh pektin dan hemiselulosa (Sathish et al., 2021). Pada tahap ini, serat daun nanas belum terurai dengan baik, sehingga akan mengurangi kualitas serat jika diproses lebih lanjut tanpa pengolahan lanjutan. Gambar B menunjukkan serat daun nanas setelah dilakukan proses kostikasi. Pada gambar tersebut, terlihat serat-serat yang telah terurai menjadi serat individu. Hal ini menunjukkan bahwa proses kostikasi telah berhasil memutuskan ikatan-

ikatan antara serat-serat tersebut, yang umumnya diikat oleh pektin dan hemiselulosa (Gnanasekaran et al., 2021; Zin et al., 2018). Pada gambar C, serat daun nanas terlihat lebih jelas dari penampang membujurnya yang menunjukkan bahwa serat telah terpisah menjadi serat individu. Hasil pengujian ini selaras dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan analisa mikroskopik untuk melihat penampang membujur serat daun nanas sebelum dan setelah proses kostikasi dengan NaOH konsentrai 7,5 g/L (Wardani, 2019). Hasil pengujian pada penelitian sebelumnya tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



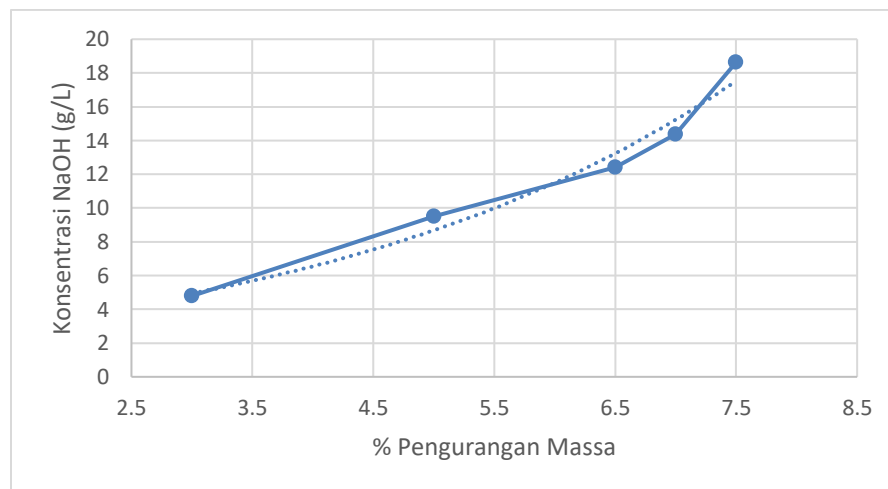
**Gambar 2.** Penampang Membujur Serat Daun Nanas (A. Sebelum Proses Kostikasi; B. Setelah Proses Kostikasi)

Hasil pengujian tersebut memberikan informasi bahwa proses kostikasi bisa digunakan untuk menguraikan serat daun nanas, sehingga memungkinkan serat untuk dipintal dan dilakukan proses lebih lanjut. Selain itu, proses kostikasi berpengaruh pada peningkatan sifat kekuatan tarik. Penelitian sebelumnya menunjukkan proses kostikasi dengan NaOH meningkatkan kekuatan serat daun nanas hingga 52,6 Mpa pada fraksi volume serat 25% (Yuliyanto et al., 2023). Penelitian lain menunjukkan bahwa proses kostikasi berpengaruh juga pada modulus elastisitas serat. Modulus elastisitas serat merupakan nilai kekakuan serat ketika diberikan beban. Semakin tinggi nilai modulus elastitas maka semakin stabil serat tersebut. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH maka nilai modulus elastisitas serat daun nanas semakin tinggi (Gashawtena et al., 2024; Sia et al., 2021).

Hasil pengamatan pengaruh variasi konsentrasi NaOH terhadap persen pengurangan massa dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 3. Berdasarkan data hasil pengujiannya, konsentrasi NaOH yang lebih tinggi dan waktu proses yang lebih lama memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pengurangan massa serat daun nanas.

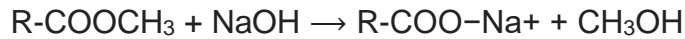
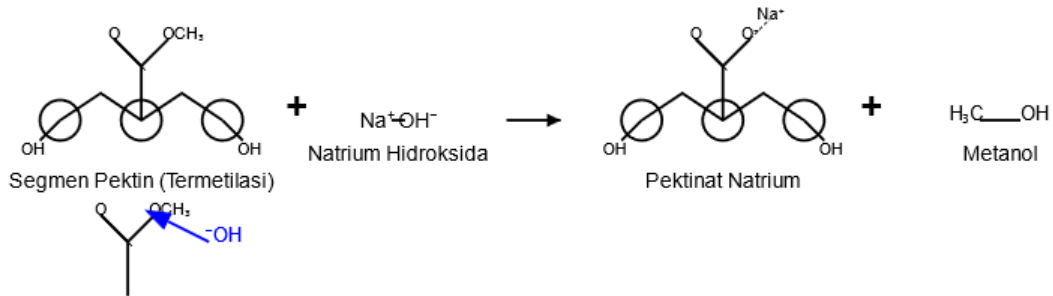
**Tabel 1.** Persen pengurangan massa serat daun nanas untuk setiap variasi konsentrasi NaOH saat proses kostikasi

Konsentrasi NaOH (g/L)	%Pengurangan Massa	Nilai Efektivitas Konsentrasi
7,5	18,64	2,49
7,0	14,36	2,05
6,5	12,42	1,91
5,0	9,52	1,90
3,0	4,79	1,60

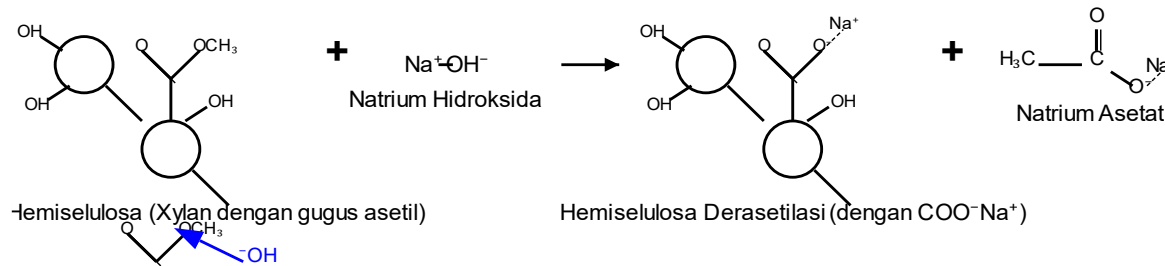


**Gambar 3.** Pengaruh Konsentrasi NaOH pada Proses Kostikasi Terhadap Persen Pengurangan Massa Serat Nanas

Hasil pengamatan menunjukkan kecenderungan bahwa semakin besar konsentrasi NaOH akan menghasilkan persen pengurangan massa yang lebih besar. Hal ini karena pada proses tersebut terjadi reaksi hidrolisis antara NaOH dengan pektin. NaOH akan memecah ikatan ester pada pektin dan menghidrolisisnya menjadi asam galakturonat yang akan terionisasi menjadi garam natrium dan methanol. Garam natrium yang dihasilkan berbentuk fragmen yang lebih kecil dan bersifat larut dalam air, sedangkan methanol akan terpisah dan menguap (Aprilyanti, 2018b; Mamungkas & Subeki, 2019; Triastuti, 2021b). Reaksi antara NaOH dan pektin adalah sebagai berikut.



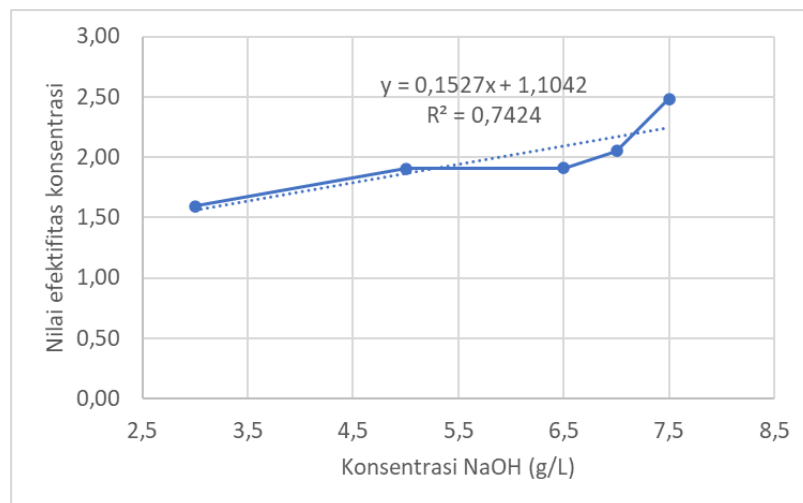
Selain melarutkan pektin, NaOH juga bertindak melarutkan hemiselulosa. Hemiselulosa merupakan polisakarida seperti xilosa terikat dengan ikatan glikosidik. Dalam kondisi basa kuat seperti proses kostikasi menggunakan NaOH, hemiselulosa bisa mengalami depolimerisasi. Hal ini terjadi karena OH<sup>-</sup> dari NaOH akan memecah ikatan glikosidik menjadi rantai polisakarida yang pendek dan menghasilkan fragmen dengan derajat polimerisasi yang lebih rendah sehingga mudah larut dalam air (Ramli et al., 2017). Reaksi yang terjadi antara hemiselulosa dengan NaOH adalah sebagai berikut.



Pada penelitian ini juga telah diamati mengenai efektivitas konsentrasi NaOH terhadap persen pengurangan massa terhadap yang diberikan. Efektivitas konsentrasi NaOH dinilai dengan cara menghitung nilai pengurangan massa untuk setiap konsentrasi yang diberikan, yang dihitung sesuai dengan persamaan (1). Nilai efektivitas konsentrasi NaOH dari setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 4. Dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi NaOH yang diberikan, maka nilai efektivitas konsentrasi semakin besar. Pada konsentrasi sebesar 3 gram/L hanya didapatkan nilai efektivitas sebesar 1,60, yang artinya hanya terjadi 1,60 % pengurangan massa untuk tiap 1 gram/L NaOH yang diberikan. Nilai efektivitas konsentrasi NaOH dapat ditingkatkan hingga mencapai 2,49

dengan cara menggunakan konsentrasi pada nilai 7,5 gram/L, yang artinya terjadi sebesar 2,49 % pengurangan massa untuk tiap 1 gram/L NaOH yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan konsentrasi NaOH yang semakin besar dapat menghasilkan persen pengurangan massa yang lebih besar, sehingga secara langsung meningkatkan efisiensi penggunaan NaOH untuk tiap pengurangan massa yang terjadi. Nilai efektivitas konsentrasi dapat dihitung dengan persamaan (1) berikut:

$$\text{Nilai efektivitas konsentrasi} = \frac{\text{persen pengurangan berat [\%]}}{\text{konsentrasi NaOH [g/L]}}$$



**Gambar 4.** Hubungan Nilai Efektivitas Konsentrasi Terhadap Konsentrasi NaOH

Analisis regresi linear telah digunakan untuk menjelaskan tren hubungan nilai efektivitas konsentrasi terhadap konsentrasi NaOH. Hasil analisis regresi linear menunjukkan bahwa telah diperoleh persamaan regresi linear sebesar  $Y=0,1527x+1,1042$  dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,7424. Persamaan regresi linear tersebut menjelaskan bahwa untuk setiap kenaikan 1 g/L konsentrasi NaOH akan menghasilkan kenaikan nilai efektivitas konsentrasi sebesar 0,1527. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi NaOH yang digunakan, maka semakin besar nilai efektivitas yang diperoleh. Sudjana (2025) menjelaskan bahwa model yang memiliki nilai koefisien determinasi 0,6 – 0,8 dapat dikatakan baik dalam menjelaskan hubungan antar variabel, sedangkan koefisien determinasi 0,8 – 1,0 dapat dikatakan sangat baik dalam menjelaskan hubungan antar variabel. Pada analisis ini juga telah diperoleh nilai koefisien determinasi atau  $R^2$  sebesar 0,8361 (dari rentang 0 – 1), yang artinya bahwa model persamaan regresi dapat

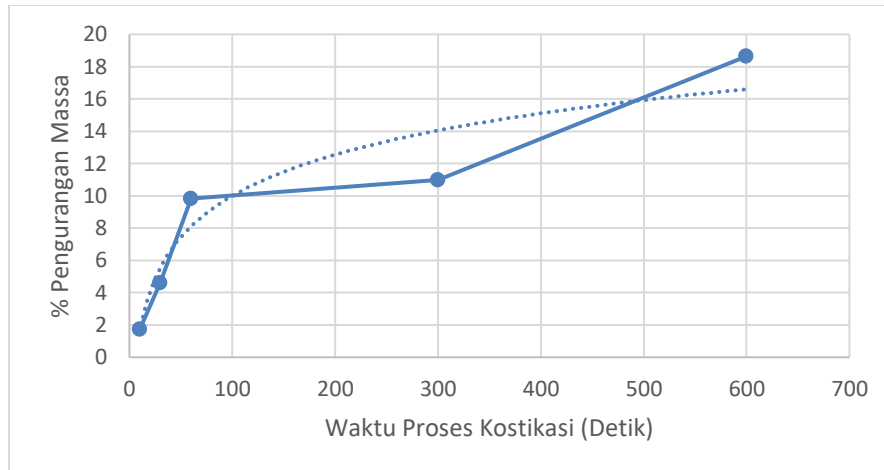
menjelaskan secara baik hubungan antara konsentrasi NaOH dan nilai efektivitas konsentrasi.

Pada penelitian ini juga telah dilakukan pengamatan mengenai pengaruh waktu proses kostikasi terhadap persen pengurangan massa serat daun nanas. Variasi waktu proses kostikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah 10, 30, 60, 300, dan 600 detik. Variasi waktu proses kostikasi menunjukkan tren yang serupa, di mana pengurangan berat serat meningkat seiring bertambahnya durasi proses. Hasil pengamatan pengaruh variasi waktu proses kostikasi terhadap persen pengurangan massa dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 5.

**Tabel 2.** Persen Pengurangan Massa Serat Daun Nanas Untuk Setiap Variasi Waktu Proses Kostikasi

Waktu proses (detik)	% Pengurangan Massa	Nilai efektivitas Waktu
600	18,64	0,03
300	10,98	0,04
60	9,83	0,16
30	4,62	0,15
10	1,72	0,17

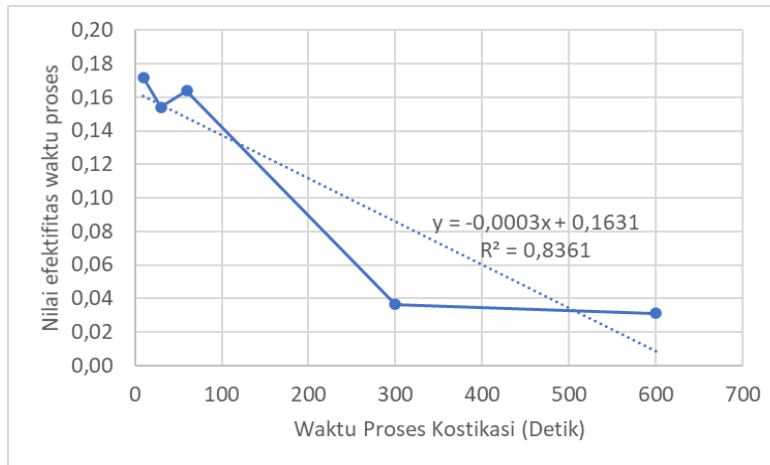
Hasil pengamatan menunjukkan kecenderungan bahwa semakin besar waktu proses kostikasi akan menghasilkan persen pengurangan massa yang lebih besar. Hal ini terjadi karena reaksi hidrolisis alkali pada serat daun nanas berlangsung secara bertahap. Dimana selama proses kostikasi, NaOH akan berinteraksi dengan pektin dan hemiselulosa dalam serat. Semakin lama waktu yang diberikan, semakin banyak reaksi hidrolisis yang terjadi, sehingga memungkinkan lebih banyak pektin dan hemiselulosa yang terdegradasi dan larut dalam larutan NaOH. Proses kostikasi melibatkan reaksi ionisasi dan pemecahan ikatan kimia, sehingga pada waktu proses yang lebih lama, NaOH akan bekerja lebih efektif untuk merusak ikatan lignin dan hemiselulosa (Asim et al., 2018; Gaba et al., 2021).



**Gambar 5.** Pengaruh Waktu Proses Kostikasi Terhadap Persen Pengurangan Massa Serat Nanas

Pada penelitian ini juga telah diamati mengenai efektivitas waktu proses terhadap persen pengurangan massa terhadap yang diberikan. Efektivitas waktu proses dinilai dengan cara menghitung nilai pengurangan massa untuk setiap waktu proses yang dilakukan, yang dihitung sesuai dengan persamaan (2). Nilai efektivitas waktu proses dari setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 6. Dapat dilihat bahwa semakin lama waktu proses yang dilakukan, maka nilai efektivitas konsentrasi semakin besar. Pada waktu proses selama 600 detik hanya didapatkan nilai efektivitas waktu sebesar 0,03, yang artinya hanya terjadi 0,03 % pengurangan massa untuk tiap 1 detik waktu proses kostikasi. Nilai efektivitas waktu proses yang lebih besar akan terjadi pada waktu proses yang lebih singkat. Telah dicapai nilai efektivitas waktu proses sebesar 0,16 dengan pada waktu 60 detik, yang artinya terjadi sebesar 0,16 % pengurangan massa untuk tiap 1 detik waktu proses kostikasi. Hal ini menunjukkan bahwa laju pengurangan massa akan cenderung lebih besar pada waktu yang lebih singkat, serta melambat ketika waktu proses yang relatif lebih lama. Efektivitas waktu proses turun secara signifikan pada waktu proses selama 300 detik, yang hanya menghasilkan nilai sebesar 0,04. Nilai efektivitas waktu proses dapat dihitung dengan persamaan (2) berikut:

$$\text{Nilai efektivitas waktu proses} = \frac{\text{persen pengurangan berat [\%]}}{\text{Waktu proses [detik]}}$$



**Gambar 6.** Hubungan Nilai Efektivitas Waktu Proses Terhadap Waktu Proses Kostikasi

Analisis regresi linear telah digunakan untuk menjelaskan tren hubungan nilai efektivitas waktu proses terhadap waktu proses kostikasi. Hasil analisis regresi linear menunjukkan bahwa telah diperoleh persamaan regresi linear sebesar  $Y = -0,0003x + 0,1631$  dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,8361. Persamaan regresi linear tersebut menjelaskan bahwa untuk setiap kenaikan 1 detik waktu proses kostikasi akan menghasilkan penurunan nilai efektivitas waktu sebesar 0,0003. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu proses kostikasi yang dilakukan, maka semakin kecil nilai efektivitas yang diperoleh. Sudjana (2025) menjelaskan bahwa model yang memiliki nilai koefisien determinasi 0,6 – 0,8 dapat dikatakan baik dalam menjelaskan hubungan antar variabel, sedangkan koefisien determinasi 0,8 – 1,0 dapat dikatakan sangat baik dalam menjelaskan hubungan antar variabel. Pada analisis ini juga telah diperoleh nilai koefisien determinasi atau  $R^2$  sebesar 0,8361 (dari rentang 0 – 1), yang artinya bahwa model persamaan regresi dapat menjelaskan secara baik hubungan antara waktu proses kostikasi dan nilai efektivitas waktu.

### Kesimpulan

Proses kostikasi dengan NaOH terbukti efektif dalam mengurangi massa serat daun nanas dengan memecah ikatan pektin dan hemiselulosa yang mengikat serat. Semakin tinggi konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu proses, semakin besar pengurangan massa serat. Namun, efektivitas pengurangan massa berkurang setelah mencapai waktu

tertentu, menunjukkan adanya titik optimal dalam proses kostikasi yaitu pada waktu 60 detik. Konsentrasi NaOH yang lebih tinggi menghasilkan nilai efektivitas yang lebih besar, dengan hasil terbaik pada konsentrasi 7,5 g/L.

### Daftar Referensi

- Aprilyanti, S. (2018a). Pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu hidrolisis terhadap kadar selulosa pada daun nanas. In *Jurnal Teknik Kimia No. 1* (Vol. 24).
- Aprilyanti, S. (2018b). Pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu hidrolisis terhadap kadar selulosa pada daun nanas. *Jurnal Teknik Kimia*, 24(1), 28–31.
- Asim, M., Jawaid, M., Abdan, K., & Nasir, M. (2018). Effect of Alkali treatments on physical and Mechanical strength of Pineapple leaf fibres. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 290, 012030.
- Daarol, M., Pepito, M. J., & Sambong, R. F. (2023). Properties of Fiber Cement Board Affected by AFPLF (Abaca Fiber and Pineapple Leaf Fiber). *E3S Web of Conferences*, 405, 04004.
- Fareez, I. M., Ibrahim, N. A., Wan Yaacob, W. M. H., Mamat Razali, N. A., Jasni, A. H., & Abdul Aziz, F. (2018). Characteristics of cellulose extracted from Josapine pineapple leaf fibre after alkali treatment followed by extensive bleaching. *Cellulose*, 25, 4407–4421.
- Gaba, E. W., Asimeng, B. O., Kaufmann, E. E., Katu, S. K., Foster, E. J., & Tiburu, E. K. (2021). Mechanical and structural characterization of pineapple leaf fiber. *Fibers*, 9(8), 51.
- Gashawtena, E., Kidane, A., & Sirahbizu, B. (2024). *A Comparative Study on the Tensile Strength of Single Natural Fibers*.
- Gnanasekaran, S., Nordin, N. I. A. A., Hamidi, M. M. M., & Shariffuddin, J. H. (2021). Effect of Alkaline treatment on the characteristics of pineapple leaves fibre and PALF/PP biocomposite. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 15(4), 8518–8528.
- Hazarika, D., Gogoi, N., Jose, S., Das, R., & Basu, G. (2017). Exploration of future prospects of Indian pineapple leaf, an agro waste for textile application. *Journal of Cleaner Production*, 141, 580–586.
- Islam, M. S., Ahmed, S., & Azady, M. A. R. (2021). Sustainable technologies for textile production. In *Fundamentals of natural fibres and textiles* (pp. 625–655). Elsevier.
- Mahmud, H., Akter, S., & Islam, S. (2025). Surface Modification and Characterization of Raw Pineapple Leaf Fibers (PLF) Using Sodium Hydroxide (NaOH) and Graphene Oxide (GO). *Fibers and Polymers*, 26(1), 337–351.
- Mamungkas, M. I., & Subeki, N. (2019). Pengaruh presentase alkalisasi NaOH terhadap kekuatan tarik material komposit serat daun nanas polyester dengan metode vacuum infusion. *ROTOR*, 12(1), 5–9.

- Mayangsari, N. E., Apriani, M., & Veptiyan, E. D. (2019). Pemanfaatan Limbah Daun Nanas (*Ananas Cosmosus*) sebagai Adsorben Logam Berat Cu. *Journal of Research and Technology*, 5(2).
- Mul'alim, M. I., Hartono, P., & Lesmanah, U. (n.d.). *Pengaruh Variasi Waktu Perendaman Dengan Natrium Hidroksida Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas*.
- Ramli, S. N. R., Fadzullah, S. H. S. M., & Mustafa, Z. (2017). The effect of alkaline treatment and fiber length on pineapple leaf fiber reinforced poly lactic acid biocomposites. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*, 79(5–2).
- Ravindran, L., Sreekala, M. S., & Thomas, S. (2019). Novel processing parameters for the extraction of cellulose nanofibres (CNF) from environmentally benign pineapple leaf fibres (PALF): Structure-property relationships. *International Journal of Biological Macromolecules*, 131, 858–870.
- Rozaq, A., & Wedyatmo, D. A. (2021). Pengaruh Penggunaan Variasi Waktu Proses Kostiksasi Kain Kapas Dalam Kondisi Kain Yang Berbeda. *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan Dan Batik*, 3(1), C–04.
- Rozyanty, A. R., Zhafer, S. F., Shayfull, Z., Nainggolan, I., Musa, L., & Zheing, L. T. (2021). Effect of water and mechanical retting process on mechanical and physical properties of kenaf bast fiber reinforced unsaturated polyester composites. *Composite Structures*, 257, 113384.
- Sathish, S., Karthi, N., Prabhu, L., Gokulkumar, S., Balaji, D., Vigneshkumar, N., Farhan, T. S. A., AkilKumar, A., & Dinesh, V. P. (2021). A review of natural fiber composites: Extraction methods, chemical treatments and applications. *Materials Today: Proceedings*, 45, 8017–8023.
- Sia, C. V, Wong, J. S. Y., Thangavelu, S. K., Chong, K. H., & Joseph, A. (2021). Weibull Strength Analysis of Pineapple Leaf Fiber. *Materials Science Forum*, 1030, 45–52.
- Triastuti, W. E. (2021a). Effect of alkali treatment on processing of pineapple leaf fibers. *AIP Conference Proceedings*, 2342(1).
- Triastuti, W. E. (2021b). Effect of alkali treatment on processing of pineapple leaf fibers. *AIP Conference Proceedings*, 2342(1).
- Wardani, L. (2019). Effect of Enzymatic Treatment on the Mechanical Properties of Pineapple Leaf Fibre. *Indonesian Textile Conference*, 3, 14–19.
- Yuliyanto, Y., Ramli, R., & Ventani, E. (2023). Efek Fraksi Volume Dan Panjang Serat Terhadap Pengujian Tarik Dan Impak Menggunakan Serat Daun Nanas Smooth Cayenne. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 15(02), 124–130.
- Zin, M. H., Abdan, K., Mazlan, N., Zainudin, E. S., & Liew, K. E. (2018). The effects of alkali treatment on the mechanical and chemical properties of pineapple leaf fibres (PALF) and adhesion to epoxy resin. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 368, 012035.