

Studi Eksploratif Alkalisasi NaOH pada Proses *Degumming* Serat Daun Nanas terhadap Pengurangan Massa dan Kekuatan Tarik

Ahmad Satria Budiman^{1*}, Asyifa Septiadini¹, Aulia Muchammad Roqieba Hadna¹

¹ Program Studi Rekayasa Tekstil, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding Email: as.budiman@uii.ac.id

ABSTRAK

Serat daun nanas merupakan salah satu serat alam yang belum dimanfaatkan secara optimal. Serat ini tersusun dalam bundel serat yang diikat oleh pektin, hemiselulosa, dan lignin, sehingga diperlukan proses *degumming* untuk melurulkannya. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh variasi konsentrasi NaOH dan suhu proses terhadap karakteristik serat daun nanas, meliputi pengurangan massa, kekuatan tarik, dan mulur. Metode penelitian dilakukan dengan perlakuan alkalisasi menggunakan larutan NaOH konsentrasi 1%, 3%, 5%, 7%, dan 10% pada tiga variasi suhu, yaitu 60°C, 80°C, dan 100°C. Setiap sampel lalu ditimbang untuk mengetahui pengurangan massa, kemudian diuji kekuatan tarik dan mulurnya. Data hasil uji dianalisis menggunakan R-statistik untuk mengetahui signifikansi perbedaan antar perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan konsentrasi NaOH, semakin besar pengurangan massa serat, dengan nilai tertinggi 31,92% pada suhu 100°C dan konsentrasi 10%. Akan tetapi, kondisi tersebut menyebabkan penurunan kekuatan tarik hingga di bawah 10 cN/tex dan peningkatan mulur hingga lebih dari 6%. Analisis statistik menunjukkan perbedaan perlakuan tidak signifikan pada suhu 60°C ($p > 0,9$), tetapi menjadi signifikan pada suhu 80-100°C ($p < 0,05$). Penelitian ini menyimpulkan bahwa perlakuan yang terlalu ringan kurang efektif, sedangkan perlakuan yang terlalu kuat dapat menyebabkan degradasi selulosa, sehingga dapat menurunkan sifat mekanik serat.

Kata Kunci: Alkalisasi NaOH, *Degumming*, Kekuatan Tarik, Mulur, Serat Daun Nanas

ABSTRACT

Pineapple leaf fiber is a natural fiber that remains underutilized despite its potential. This fiber is composed of bundles bound by pectin, hemicellulose, and lignin, which must be removed through a degumming process. This study aims to investigate the effects of NaOH concentration and processing temperature variations on the characteristics of pineapple leaf fibers, including mass reduction, tensile strength, and elongation. The experimental method involved alkali treatment using NaOH solutions with concentrations of 1%, 3%, 5%, 7%, and 10%, at three temperature variations of 60°C, 80°C, and 100°C. Each sample was weighed to determine mass reduction, followed by tensile strength and elongation testing. The experimental data were analyzed using R-statistics to evaluate the significance of differences among treatments. The results showed that higher NaOH concentrations and temperatures lead to greater mass reduction, with the highest value of 31.92% obtained at 100°C and 10% NaOH. However, this condition also caused a decrease in tensile strength to below 10 cN/tex and an increase in elongation to more than 6%. Statistical analysis revealed that differences in treatments were not significant at 60°C ($p > 0,9$), but become significant at 80-100°C ($p < 0,05$). The study concludes that insufficiently strong treatments are ineffective, while excessively strong treatments may cause cellulose degradation, leading to decreased mechanical properties of the fibers.

Keywords: *Degumming*, Elongation, NaOH Alkalization, Pineapple Leaf Fiber, Tensile Strength

1. Pendahuluan

Serat daun nanas (*pineapple leaf fiber*) merupakan salah satu sumber daya alam berpotensi tinggi namun belum dimanfaatkan secara optimal di Indonesia. Jika dibandingkan dengan serat kapas

yang memiliki kandungan selulosa sebesar 94%, kandungan selulosa pada serat daun nanas sekitar 69,5-71,5%. Seperti halnya serat alam lainnya, serat daun nanas tersusun dalam bundel-bundel serat yang terikat oleh senyawa pengikat alami, seperti pektin, hemiselulosa, dan lignin. Senyawa-senyawa ini perlu dihilangkan terlebih dahulu melalui proses *degumming* agar serat dapat diambil, diurai, dan diolah lebih lanjut. Setelah *degumming*, kandungan selulosa pada serat daun nanas dapat meningkat dan dilaporkan pada kondisi kering memiliki kekuatan tarik 16,2 cN/tex dan mulur 3,3%. Dengan karakteristik tersebut, serat daun nanas menjadi kandidat ideal untuk bahan baku tekstil alternatif, penguat komposit, hingga produk kerajinan berbasis serat alam (Hidayat, 2008).

Berbagai pendekatan *degumming* telah digunakan, antara lain berbasis alkali seperti soda abu (Na_2CO_3) dan soda kostik (NaOH) serta bahan pembersih seperti hidrogen peroksida (H_2O_2). Dalam konteks serat daun nanas, pemanfaatan Na_2CO_3 pada konsentrasi 1-5%, suhu konstan antara 60-70°C, waktu pemasakan 1-3 jam, dan vlot 1:30, dapat meningkatkan kehalusan serat, meskipun beresiko menurunkan kekuatan tarik pada konsentrasi tertentu (Aditya & Amrullah, 2004). Studi lain menunjukkan bahwa penggunaan H_2O_2 pada konsentrasi 5-9 cc/liter, variasi suhu 60-80°C, waktu 60 menit, serta vlot 1:50, juga mampu meningkatkan kehalusan serat seiring meningkatnya suhu dan konsentrasi larutan (Putro & Subagyo, 2007). Studi lebih lanjut menunjukkan bahwa Na_2CO_3 3% pada suhu 100°C dan waktu 60 menit mampu menghasilkan serat yang lebih halus dan lebih cerah, serta meningkatkan kekuatan tarik, menegaskan bahwa proses berbasis larutan alkali berperan penting dalam perbaikan sifat setelah terdegradasinya senyawa nonselulosa (Yusof, 2015).

Sebagai alkali kuat, NaOH juga digunakan dalam pemrosesan serat alam lainnya. Pada serat rami, NaOH pada variasi konsentrasi 20-40 cc/liter, suhu 60°C, waktu pemasakan 45-65 menit, dan vlot 1:20, disertai agen pendukung senyawa *waterglass* (Na_2SiO_3) untuk membantu peluruhan gum dan menjaga kelembutan serat, dapat meningkatkan kekuatan tarik dan mulur hingga konsentrasi tertentu (Kurniati & Sulistyarningsih, 2007). Penelitian lain memperlihatkan bahwa perendaman awal serat rami dalam larutan H_2SO_4 1-5% yang diikuti dengan alkalisasi menggunakan larutan NaOH 2-6% pada suhu mendidih selama 120 menit dapat meningkatkan sifat mekanik dan kandungan selulosa (Mishra et al., 2019). Lebih lanjut, perlakuan NaOH 5% pada suhu kamar selama 120 menit juga meningkatkan adhesi antar muka serat rami dalam aplikasi komposit (Primananda et al., 2025).

Pada serat daun nanas, penggunaan larutan NaOH dengan variasi konsentrasi 0,1-0,5N pada suhu 100°C selama 1 jam efektif melarutkan senyawa non selulosa, namun di atas titik optimum (0,2-0,3N) dapat menurunkan kadar selulosa. Hal ini mengindikasikan bahwa NaOH sebagai agen tunggal dalam proses *degumming* serat daun nanas dapat meningkatkan kadar selulosa sampai titik tertentu, akan tetapi harus dikendalikan agar tidak merusak struktur selulosa (Apriliyanti, 2018). Di sisi lain, alkalisasi NaOH dengan variasi konsentrasi 2-7% pada suhu 80°C selama 2 jam dapat menurunkan kadar lignin dan meningkatkan kekuatan tarik, dengan perlakuan optimal pada konsentrasi 4-6%, namun konsentrasi yang terlalu tinggi di atas 6% dapat menurunkan kekuatan tarik (Triastuti, 2021). Pada serat batang pisang, penggunaan larutan NaOH dengan variasi konsentrasi 5-18% pada suhu 95°C selama 3 jam mempercepat peluruhan gum, namun konsentrasi alkali yang terlalu tinggi dapat menyebabkan perubahan struktur selulosa dan penurunan kekuatan tarik. Hal ini turut menegaskan adanya titik optimum konsentrasi NaOH yang harus diperhatikan (Twebaze et al., 2022).

Penelitian lain pada serat daun nanas juga menunjukkan adanya titik optimum perlakuan alkali dimana NaOH 2,5-5% dengan waktu perendaman 60-120 menit menghasilkan kekuatan tarik paling tinggi pada perendaman 90 menit sebelum menurun pada waktu yang lebih lama (Pahmi et al., 2025). Pada penguatan serat untuk material biokomposit, alkalisasi NaOH dengan variasi konsentrasi 5-15% dan waktu perendaman 4 jam dalam suhu kamar menunjukkan konsentrasi tertinggi memberikan kekuatan tarik dan mulur terbaik (Dwiyoga & Widodo, 2022). Sementara itu, alkalisasi NaOH 5% dengan waktu perendaman 2-24 jam menghasilkan peningkatan kekuatan tarik optimum pada waktu 1-1,5 jam sebelum terjadi degradasi serat dan penurunan sifat mekanik akibat waktu perendaman berlebih (Kurniawan & Widodo, 2025). Hal ini juga menegaskan pentingnya optimasi parameter alkalisasi untuk memaksimalkan sifat mekanik serat sebagai penguat produk komposit.

Proses *degumming* bertahap juga diterapkan pada serat daun nanas hasil dekortikasi. Dengan menggunakan larutan NaClO_2 pada suhu 70°C dan waktu 1 jam serta larutan NaOH 20 g/liter pada

suhu 105°C dan waktu 1 jam, hal ini dapat menurunkan kadar lignin dan meningkatkan stabilitas termal serat (Liao et al., 2025). Tingkat keberhasilan proses *degumming* serat daun nanas juga dapat diukur dari pengurangan massa serat. NaOH yang digunakan dengan variasi konsentrasi 1-7,5 g/liter, suhu 90°C, waktu proses 10-600 detik, dan vlot 1:50, dapat mengurangi massa serat hingga 18,64% pada konsentrasi 7,5 g/liter sebelum efektivitasnya menurun setelah mencapai 60 detik. Semakin tinggi konsentrasi NaOH dan semakin lama waktu proses, semakin besar pengurangan massa serat, akan tetapi efektivitasnya menurun pada waktu yang terlalu lama (Ikhsani et al., 2025).

Berdasarkan kajian-kajian tersebut, penggunaan NaOH sebagai agen tunggal dalam proses *degumming* serat daun nanas masih memiliki ruang pengembangan. Sebagian besar menggunakan suhu konstan dan waktu tetap, sehingga belum mengkaji pengaruh suhu dan waktu sebagai variabel bebas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh konsentrasi NaOH (1-10%) dan suhu proses (60-90°C) terhadap pengurangan massa dan kekuatan tarik sebagai dasar ilmiah bagi pengembangan proses *degumming* yang efisien dan berkelanjutan untuk pemanfaatan serat daun nanas dalam industri tekstil dan material berbasis sumber daya lokal.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah pembuatan sampel yang dilakukan di Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Teknologi Nano, Fakultas Teknologi Industri (FTI), Universitas Islam Indonesia (UII). Tahap kedua adalah pengujian sampel yang dilakukan di Laboratorium Manufaktur dan Pengujian Tekstil, FTI UII.

2.2. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beker 1000 ml, timbangan digital, kompor listrik, gelas arloji, sendok, pengaduk, dan termometer. Sedangkan bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat daun nanas hasil proses dekortikasi dari Prabumulih, Sumatera Selatan. Serat tersebut diketahui telah mengalami proses dekortikasi basah dan kering, penyisiran manual, serta belum mengalami perlakuan kimia. Adapun bahan kimia yang digunakan adalah NaOH butiran 99% dari ROFA Laboratorium Centre dengan massa molar 40 g/mol dan massa jenis 2,13 g/ml dengan air sebagai pelarut.



Gambar 1. Proses *Degumming* Serat Daun Nanas dengan Metode Alkalisasi NaOH

2.3. Pembuatan Sampel

Proses *degumming* serat daun nanas dengan metode alkalisasi NaOH dilakukan melalui tahapan pemanasan dan perendaman sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Pembuatan sampel dilakukan dengan menimbang serat daun nanas sebanyak 10 g, kemudian menyiapkan air dengan vlot

1:50. Larutan NaOH dibuat dengan variasi konsentrasi 1%, 3%, 5%, 7%, dan 10%. Larutan tersebut dipanaskan dan dijaga pada suhu proses 60°C, 80°C, dan 100°C. Setelah suhu proses tercapai, serat daun nanas dimasukkan ke dalam larutan NaOH dan direndam selama 1 jam sambil sesekali diaduk. Setelah perendaman selesai, serat kemudian diangkat, ditiriskan, dibilas menggunakan air mengalir, lalu dikeringkan dengan cara diangin-anginkan.

2.4. Pengujian Sampel

Pengujian sampel terdiri atas dua jenis uji. Pengujian pertama adalah uji pengurangan massa dengan satu kali pengulangan, yang dihitung berdasarkan selisih antara berat awal sebelum perlakuan dan berat akhir setelah perlakuan. Persentase pengurangan massa dihitung dengan rumus:

$$\text{Pengurangan Massa (\%)} = \left(\frac{W_0 - W_1}{W_0} \right) \times 100\% \quad (1)$$

dimana W_0 = berat awal serat (g) dan W_1 = berat akhir serat (g).


Pengujian kedua adalah uji kekuatan tarik yang dilakukan sebanyak lima kali pengulangan. Uji kekuatan tarik dilakukan dengan cara mengurai satu helai serat sepanjang 15 cm, mengukur diameter serat, kemudian mengujinya menggunakan alat *tensile tester* dengan spesifikasi Mesdan Lab Model Tenso 300 Tipe 168E. Nilai kekuatan tarik yang diperoleh lalu dianalisis dengan menggunakan R-Statistik dan hasil antar perlakuan dianggap berbeda signifikan apabila $p < 0,05$, sedangkan hasil tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan apabila $p \geq 0,05$.






3. Hasil dan Pembahasan






Berdasarkan pengamatan visual sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1, serat daun nanas hasil proses *degumming* menggunakan metode alkalisasi NaOH mengalami perubahan yang jelas apabila dibandingkan kondisi awal sebelum perlakuan. Pada suhu 60°C dan 80°C, serat tampak mulai terurai, sedangkan pada suhu 100°C, perubahan visual tampak semakin jelas dengan warna yang lebih putih. Serat yang tampak lebih bersih dan lebih cerah tersebut mengindikasikan bahwa senyawa non selulosa terlarut selama alkalisasi. Kondisi ini menandakan keberhasilan *degumming* dalam membuka struktur serat, sehingga komponen selulosa menjadi lebih dominan setelah perlakuan.





Namun demikian, serat juga terlihat menjadi lebih kaku dan lebih lengket, terutama pada konsentrasi dan suhu yang lebih tinggi. Sifat kaku kemungkinan disebabkan oleh sisa degradasi gum yang mengeras pada permukaan serat, sedangkan sifat lengket diduga berasal dari residu alkali atau fragmen gum yang tidak sepenuhnya hilang atau belum ternetralisasi dengan baik. Hal ini juga menunjukkan bahwa meski *degumming* efektif membersihkan serat dan menghilangkan kandungan non selulosa, terdapat konsekuensi dari proses tersebut berupa perubahan sifat permukaan dan fleksibilitas serat yang boleh jadi berpengaruh pada sifat-sifat lainnya.

Tabel 1. Visual Serat Daun Nanas Hasil Proses *Degumming* Alkalisasi NaOH

Kode Sampel	Perlakuan Sampel	Visual Sampel
A1	Suhu 60°C, konsentrasi NaOH 1%	

Kode Sampel	Perlakuan Sampel	Visual Sampel
A2	Suhu 60°C, konsentrasi NaOH 3%	
A3	Suhu 60°C, konsentrasi NaOH 5%	
A4	Suhu 60°C, konsentrasi NaOH 7%	
A5	Suhu 60°C, konsentrasi NaOH 10%	
B1	Suhu 80°C, konsentrasi NaOH 1%	

Kode Sampel	Perlakuan Sampel	Visual Sampel
B2	Suhu 80°C, konsentrasi NaOH 3%	
B3	Suhu 80°C, konsentrasi NaOH 5%	
B4	Suhu 80°C, konsentrasi NaOH 7%	
B5	Suhu 80°C, konsentrasi NaOH 10%	
C1	Suhu 100°C, konsentrasi NaOH 1%	

Kode Sampel	Perlakuan Sampel	Visual Sampel
C2	Suhu 100°C, konsentrasi NaOH 3%	
C3	Suhu 100°C, konsentrasi NaOH 5%	
C4	Suhu 100°C, konsentrasi NaOH 7%	
C5	Suhu 100°C, konsentrasi NaOH 10%	

Sementara itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan suhu proses dan konsentrasi NaOH berpengaruh signifikan terhadap besarnya pengurangan massa serat daun nanas, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2. Pada suhu 60°C, pengurangan massa berkisar antara 8,63% hingga 22,70%. Nilai yang relatif rendah ini menunjukkan bahwa pelepasan senyawa non selulosa masih berlangsung relatif lambat karena energi aktivasi reaksi yang dapat dikatakan belum optimal pada suhu rendah. Ketika suhu dinaikkan menjadi 80°C, terjadi peningkatan pengurangan massa dengan rentang 19,51% hingga 28,16%. Hal ini menjelaskan bahwa suhu 80°C atau suhu proses yang lebih tinggi cenderung lebih efektif dalam mempercepat reaksi hidrolisis dan saponifikasi terhadap senyawa non selulosa, sehingga lebih banyak komponen non selulosa yang terlepas dari serat. Peningkatan pengurangan massa yang lebih besar terjadi pada suhu 100°C dengan nilai antara 24,31% hingga 31,92%. Hal ini kembali menunjukkan bahwa suhu tinggi mempercepat pembukaan bundel serat serta mempercepat

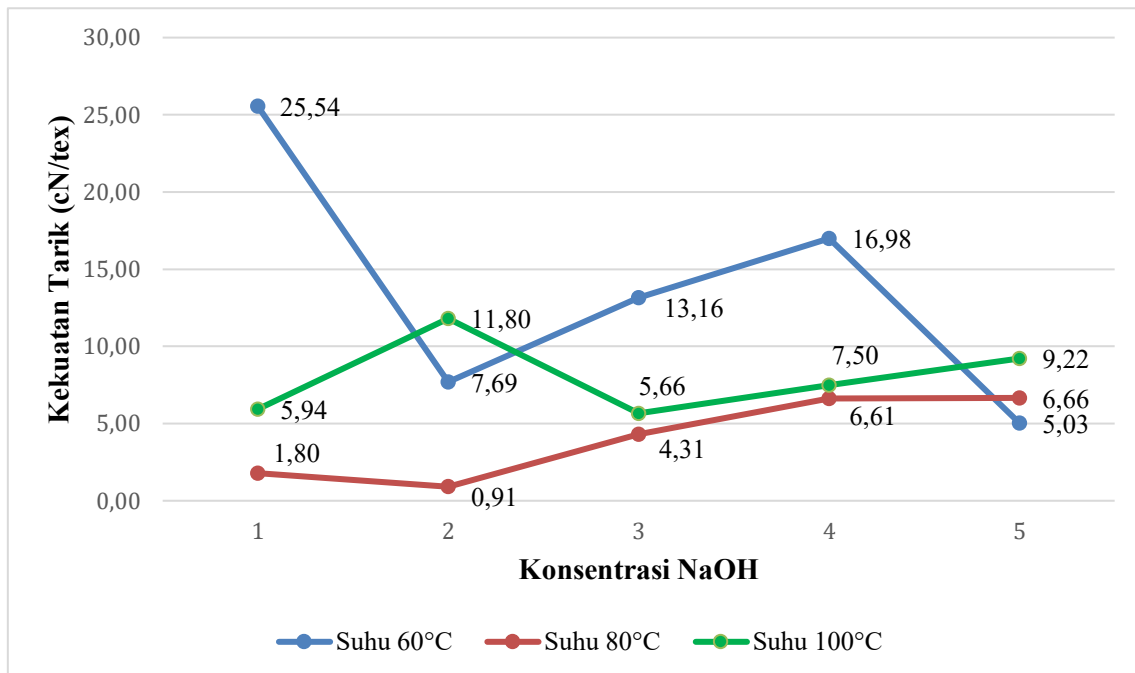
pemutusan ikatan kimia senyawa non selulosa, seperti pada pektin, hemiselulosa, dan lignin, sehingga massa serat menjadi berkurang lebih besar.

Tabel 2. Pengurangan Massa Serat Daun Nanas terhadap Suhu Proses dan Konsentrasi NaOH

Suhu Proses	Konsentrasi NaOH	Pengurangan Massa
60°C	1%	8,63%
	3%	17,21%
	5%	13,30%
	7%	19,71%
	10%	22,70%
80°C	1%	19,51%
	3%	22,12%
	5%	24,16%
	7%	27,90%
	10%	28,16%
100°C	1%	24,31%
	3%	27,90%
	5%	28,54%
	7%	31,68%
	10%	31,92%

Selain suhu, konsentrasi NaOH juga memberikan pengaruh konsisten terhadap pengurangan massa serat. Pada semua variasi suhu, semakin tinggi konsentrasi NaOH maka semakin besar massa serat yang hilang akibat larutnya atau terlepasnya senyawa pengikat alami dari serat daun nanas yang mengalami perlakuan. Misalnya, pada suhu 80°C, pengurangan massa meningkat dari 19,51% pada konsentrasi 1% menjadi 28,16% pada konsentrasi 10%. Namun, pada suhu lebih rendah yakni 60°C, kecenderungan tersebut tidak selalu linear, sebab pengurangan massa pada konsentrasi 5% (13,30%) justru lebih rendah dibandingkan 3% (17,21%). Hal ini diduga disebabkan oleh terbatasnya penetrasi larutan alkali pada suhu lebih rendah, sehingga reaksi hidrolisis gum tidak berlangsung optimal dan sebagian senyawa non selulosa belum terdegradasi secara menyeluruh.

Nilai maksimum pengurangan massa serat diperoleh pada suhu 100°C dan konsentrasi 10%, yaitu sebesar 31,92%. Kombinasi antara suhu dan konsentrasi tinggi dapat menghasilkan kondisi reaksi yang mendukung terjadinya hidrolisis dan saponifikasi secara lebih intensif, sehingga gum terdegradasi dalam jumlah besar pada waktu perendaman yang sama. Akan tetapi, pola peningkatan semakin menipis pada konsentrasi tinggi, seperti pada konsentrasi 7% (31,68%) dibandingkan 10% (31,92%). Hal ini mengindikasikan bahwa proses alkalisasi NaOH mulai memasuki fase mendekati titik jenuh dimana sisa komponen non selulosa yang tersisa pada tahap ini umumnya lebih resisten terhadap reaksi alkali, sehingga tidak lagi memberikan efek yang signifikan. Temuan ini sejalan dengan kajian sebelumnya (Triastuti, 2021; Ikhsani et al., 2025) yang menekankan adanya titik optimum dalam proses *degumming* menggunakan alkalisasi NaOH. Alkalisasi yang efektif tidak hanya memerlukan konsentrasi yang cukup kuat, tetapi juga suhu yang berimbang.



Gambar 2. Kekuatan Tarik Serat Daun Nanas Hasil Proses *Degumming* Alkalisasi NaOH

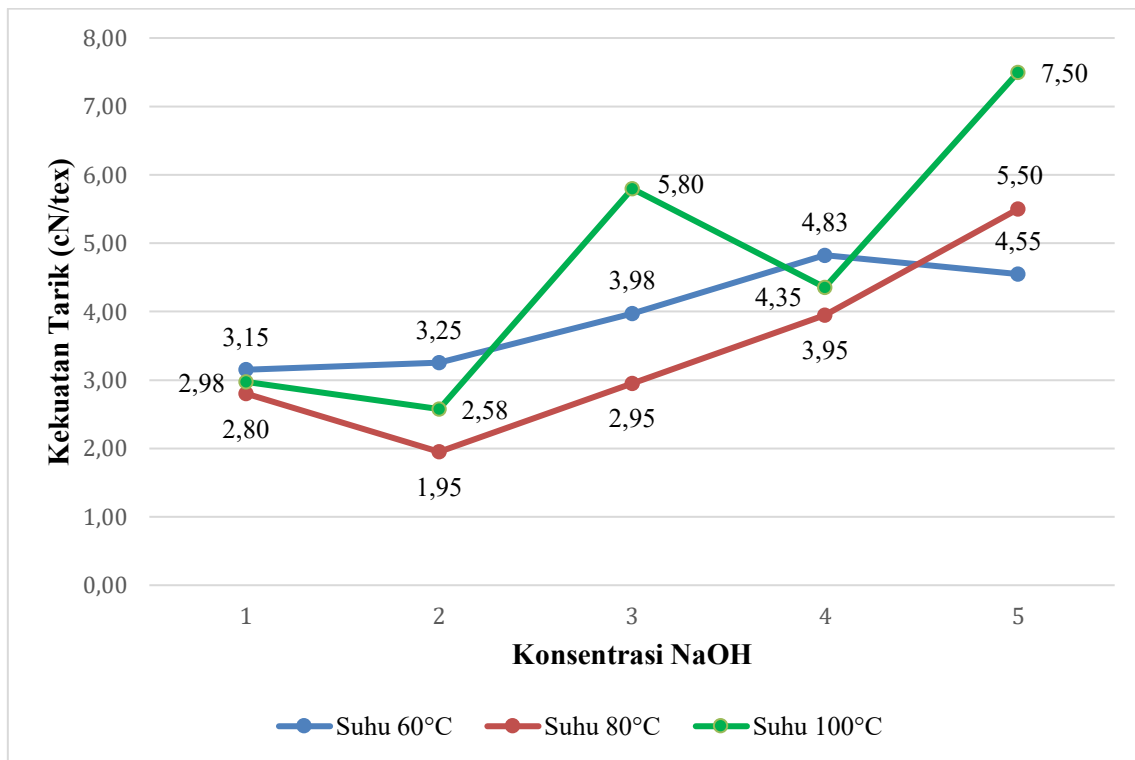
Lebih lanjut, hasil pengujian kekuatan tarik serat daun nanas setelah perlakuan dengan variasi konsentrasi NaOH dan suhu proses diperlihatkan pada Gambar 2. Sebagai acuan, kekuatan tarik awal serat sebelum perlakuan adalah 0,981 N, akan tetapi nilai ini tidak dapat dikonversi secara akurat ke dalam satuan cN/tex karena tidak tersedia data morfologi atau diameter serat sebelum perlakuan. Oleh karena itu, pembahasan difokuskan pada pola perubahan nilai kekuatan tarik relatif antar perlakuan tanpa mengaitkannya secara langsung dengan nilai kekuatan tarik awal.

Pada suhu 60°C, nilai kekuatan tarik berada pada kisaran 5–26 cN/tex dengan nilai tertinggi pada konsentrasi 1% dan nilai terendah pada konsentrasi 10% yang turun hingga di bawah 10 cN/tex. Analisis statistik menjelaskan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara perlakuan dalam kelompok suhu ini ($p > 0,9$), melalui A2–A1 dengan $p = 0,9872$, A3–A1 dengan $p = 0,9999$, A4–A1 dengan $p = 1,0000$, dan A5–A1 dengan $p = 0,9967$. Hal ini menandakan bahwa reaksi alkali pada suhu lebih rendah masih berada dalam batas aman, sehingga tidak terjadi degradasi selulosa yang cukup berarti. Variasi konsentrasi NaOH belum banyak berpengaruh terhadap kekuatan tarik serat, sehingga kondisi ini masih relatif aman untuk mempertahankan selulosa atau menjaga integritas struktur serat. Temuan ini sejalan dengan kajian bahwa konsentrasi NaOH rendah hingga menengah cenderung menjaga kekuatan tarik sebelum melewati titik kritis (Kurniati & Sulistyarningsih, 2007).

Pada suhu 80°C, nilai kekuatan tarik rata-rata sekitar 1–7 cN/tex atau cenderung turun jika dibandingkan suhu 60°C. Beberapa perlakuan pada kelompok ini berbeda signifikan terhadap kontrol, misalnya B1–A1 dengan $p = 0,0002$, B2–A1 dengan $p = 0,0003$, dan B3–A1 dengan $p = 0,0006$. Hal ini menunjukkan bahwa kenaikan suhu berpengaruh signifikan terhadap penurunan kekuatan tarik. Peningkatan suhu membuat larutan NaOH lebih mudah menembus bundel serat dan melarutkan senyawa non selulosa, akan tetapi sekaligus mengikis sebagian struktur selulosa yang penting untuk kekuatan tarik. Kondisi ini menegaskan bahwa suhu lebih tinggi memang mempercepat peluruhan lignin, namun berdampak negatif pada sifat mekanik serat (Triastuti, 2021).

Pada suhu 100°C, nilai kekuatan tarik masih lebih rendah daripada suhu 60°C, namun lebih tinggi daripada suhu 80°C, dengan nilai rata-rata pada rentang 5–12 cN/tex. Beberapa perlakuan berbeda signifikan terhadap kontrol, misalnya C1–A1 dengan $p = 0,0167$ dan C4–B1 dengan $p = 0,0096$, yang menandakan bahwa kondisi suhu lebih tinggi mampu menghilangkan gum secara lebih tuntas, namun pada beberapa kondisi tetap berisiko menyebabkan kerusakan selulosa. Walaupun pada kondisi ini pengurangan massa paling tinggi, serat menjadi lebih rapuh, namun kemungkinan pembersihan residu yang lebih baik turut berkontribusi pada nilai kekuatan tarik yang sedikit lebih

baik jika dibandingkan suhu 80°C. Fenomena ini juga menunjukkan adanya batas toleransi perlakuan alkali, dimana peningkatan suhu dan konsentrasi dapat menurunkan kekuatan serat.



Gambar 3. Mulur Serat Daun Nanas Hasil Proses *Degumming* Alkalisasi NaOH

Selain kekuatan tarik, mulur serat daun nanas setelah perlakuan juga dipengaruhi oleh variasi konsentrasi NaOH dan suhu proses, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3. Sebagai acuan, mulur awal serat sebelum perlakuan adalah 0,89%. Setelah proses alkalisasi, mulur serat meningkat cukup signifikan. Pada suhu 60°C, nilai mulur berada pada kisaran 3–5% dan tidak terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan ($p > 0,9$). Hal ini mengindikasikan bahwa pada suhu lebih rendah, serat mengalami peningkatan mulur dari hilangnya senyawa pengikat alami.

Pada suhu 80°C dan 100°C, peningkatan mulur menjadi lebih jelas dengan nilai mencapai hampir 8% pada beberapa konsentrasi. Sejumlah perlakuan menunjukkan perbedaan signifikan, misalnya C5–A1 dengan $p = 0,000028$ dan C5–A2 dengan $p = 0,000046$, yang mengonfirmasi bahwa perlakuan alkali dengan intensitas tinggi dapat mengubah sifat elastisitas serat secara drastis. Namun demikian, kondisi ini mengindikasikan bahwa meski serat menjadi lebih elastis akibat berkurangnya komponen non selulosa yang kaku, peningkatan mulur yang berlebihan justru menandakan struktur internal serat yang melemah, sehingga daya tahan tarik menurun. Oleh karena itu, terdapat kompromi antara kelenturan yang lebih tinggi dengan hilangnya kekuatan tarik.

Analisis statistik turut menjelaskan bahwa sebagian besar perbedaan mulur yang signifikan baru muncul pada suhu lebih tinggi, terutama pada kombinasi konsentrasi NaOH 7-10%. Sebagai contoh, beberapa pasangan perlakuan menunjukkan nilai p yang sangat rendah, seperti C5–B2 dengan $p = 0,000001$, C3–B2 dengan $p = 0,000322$, dan C5–A3 dengan $p = 0,001455$. Pola ini mempertegas bahwa suhu merupakan faktor yang dominan dalam mengubah sifat elastisitas serat daun nanas, sedangkan konsentrasi berperan memperkuat efek tersebut.

Secara keseluruhan, hasil kekuatan tarik dan mulur menunjukkan bahwa proses *degumming* dengan metode alkalisasi NaOH memiliki batas optimum. Perlakuan yang terlalu ringan tidak cukup efektif meluruhkan gum, sementara perlakuan yang terlalu agresif dapat menyebabkan degradasi selulosa, sehingga menurunkan kekuatan tarik meskipun meningkatkan mulur. Analisis statistik menunjukkan bahwa suhu 80°C merupakan kondisi kritis, suhu 60°C relatif paling aman, sedangkan suhu 100°C menghasilkan keseimbangan antara efektivitas pembersihan gum dan risiko kerusakan

serat. Temuan ini menegaskan pentingnya optimasi kombinasi suhu, konsentrasi NaOH, dan waktu untuk memperoleh serat daun nanas dengan sifat mekanik terbaik.

4. Kesimpulan

Proses *degumming* serat daun nanas menggunakan alkalisasi NaOH menghasilkan serat yang lebih bersih dan cerah, namun cenderung kaku dan lengket akibat hilangnya senyawa non selulosa sebagai pengikat alami. Peningkatan suhu dan konsentrasi NaOH terbukti meningkatkan peluruhan gum melalui pengurangan massa serat, dengan nilai tertinggi pada suhu 100°C dan konsentrasi 10%, meskipun kondisi ini berisiko merusak selulosa. Kekuatan tarik serat berada pada kisaran 5–26 cN/tex, relatif tinggi pada suhu 60°C, tetapi menurun signifikan pada suhu 80–100°C, sedangkan nilai mulur cenderung meningkat pada suhu tinggi, sehingga terdapat kompromi antara kelenturan dan kekuatan tarik. Analisis statistik menunjukkan bahwa sebagian besar perbedaan pada suhu tinggi terbukti signifikan ($p < 0,05$), sedangkan pada suhu rendah, perbedaan antara konsentrasi tidak berbeda nyata. Secara keseluruhan, kondisi optimum yang relatif seimbang dapat direkomendasikan dari penelitian ini adalah pada suhu 60–80°C dan konsentrasi NaOH 5–7% karena mampu menghasilkan pengurangan massa yang memadai tanpa menurunkan sifat mekanik serat secara berlebihan. Di samping itu, kondisi optimum menegaskan bahwa kombinasi parameter yang terlalu ringan tidak efektif, sedangkan perlakuan yang terlalu kuat dapat menurunkan sifat mekanik serat.

Daftar Pustaka

- Aditya, W. & Amrullah, Z. L. (2004). *Pengaruh Konsentrasi Na₂CO₃ pada Proses Degumming Serat Nanas terhadap Kehalusan dan Kekuatan Serat*. Jurusan Teknik Kimia, Konsentrasi Teknik Tekstil, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Apriliyanti, S. (2018). Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu Hidrolisis terhadap Kadar Selulosa pada Daun Nanas. *Jurnal Teknik Kimia* 24(1), 28–31.
- Dwiyoga, I. & Widodo, E. (2022). Analisis Pengaruh Alkalisasi NaOH terhadap Serat Daun Nanas sebagai Penguatan Bio Komposit. *Otopro: Journal of Mechanical Engineering and Applications* 18(1), 1–6.
- Hidayat, P. (2008). Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil. *Jurnal Teknoin* 13(2), 31–35.
- Ikhsani, N., Rusman, F. F., Wijayono, A., Nurazizah, V., Pradifta, R. A., & Murti, W. (2025). Pengaruh NaOH dan Waktu Proses Kostikasi terhadap Pengurangan Massa Serat Daun Nanas. *Journal of Research and Education Chemistry (JREC)* 7(1), 135–147.
- Kurniati, A. dan Sulistyanyingsih, S. (2007). *Variasi Penggunaan Konsentrasi NaOH dan Waktu pada Proses Degumming Serat Rami terhadap Kekuatan Tarik dan Mulur*. Jurusan Teknik Kimia, Konsentrasi Teknik Tekstil, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Kurniawan, R. dan Widodo, E. (2025). *Pengaruh Variasi Waktu Perendaman Alkali (NaOH) terhadap Kekuatan Komposit Serat Nanas (Ananas cosmosus)*. Prodi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Liao, S., Chen, J., Li, L., Li, P., & Wang, X. (2025). Stepwise Degumming of Pineapple Leaf Fibers with Tunable Fineness and Excellent Antibacterial Property. *Industrial Crops & Products* 225, 1–5.
- Mishra, L., Das, R., Mustafa, I., Basu, G., & Gogoi, N. (2019). A Novel Approach of Low Alkali Degumming of Ramie. *Journal of Natural Fibers* 18(6), 857–866.
- Pahmi, M., Asri, A., & Azwar, A. (2025). Analisis Uji Kekuatan Tarik Serat Daun Nanas dengan Perlakuan Alkali. *Jurnal Prisma Fisika* 13(2), 44–47.
- Primananda, A., Sabila, F., & Rebia, R. A. (2025). Pengaruh Variasi Serat Rami, Limbah Rami, dan Rami Kerok sebagai Penguat terhadap Kekuatan Tarik Papan Komposit Polipropilena Daur Ulang. *Jurnal Serambi Engineering* 10(2), 13067–13073.
- Putro, H. S. & Subagyo, F. A. (2007). *Variasi Penggunaan H₂O₂ dan Suhu pada Proses Degumming Serat Nanas (Setelah Proses Stripping) terhadap Kehalusan Seratnya*. Jurusan Teknik Kimia, Konsentrasi Teknik Tekstil, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

- Triastuti, W. E. (2021). Effect of Alkali Treatment on Processing of Pineapple Leaf Fibers. In: *AIP Conference Proceedings*. International Conference on Chemical Science and Technology (ICCST), Medan, Indonesia, 8th September 2020.
- Twebaze, C., Zhang, M, Zhuang, X., Kimani, M., Zheng, G., & Wang, Z. (2022). Banana Fiber Degumming by Alkali Treatment and Ultrasonic Methods. *Journal of Natural Fibers* 19(16), 12911–12923.
- Yusof, Y., Yahya, S. A., & Adam, A. (2015). Novel Technology for Sustainable Pineapple Leaf Fiber Production. In: *Procedia CIRP*. Global Conference on Sustainable Materials (GCSM), Johor Bahru, Malaysia, 22nd-24th September 2014.