

EFFECT OF TAR AND CHITOSAN COATING ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES AND TECHNICAL LIFETIME OF PINEAPPLE LEAF FIBER ROPE IN A FRESHWATER ENVIRONMENT

Pengaruh Pelapisan Ter dan Kitosan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Serta Umur Teknis Tali Serat Nanas dalam Media Air Tawar

Oleh:

Mokhammad Dahri Iskandar¹, Didin Komarudin^{1*}, Vita Rumanti Kurniawati¹, Yopi Novita¹, Muhamad Zildan Sukmana², Iftitah Aura Azzahra², Kemal Fasya²

¹Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia

²Program Studi Teknologi Perikanan Laut, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia

*Korespondensi penulis: didinkomarudin@apps.ipb.ac.id

ABSTRACT

Widespread use of synthetic materials in fishing gear has raised serious environmental concerns due to their non-biodegradable nature. Pineapple leaf fiber is a promising biodegradable material that can be used as a base for ropes in environmentally friendly fishing gear. This study aimed to analyze the physical and mechanical properties of PALF rope, particularly breaking strength and elongation, with surface treatments using tar and chitosan. The methods included specimen preparation, coating, freshwater immersion, and mechanical testing following SNI ISO 1805:2010. The results showed that chitosan coating improved breaking strength by 18.78% and elongation by 25.56% compared to the control. Coating treatments also affected the stress values, with the most significant reduction observed in tar-coated samples (57.89%). Immersion tests over five weeks indicated a decline in tensile strength and elasticity, with the control group showing the highest coefficient of determination ($R^2 = 0.9145$). Although chitosan-coated ropes degraded more quickly in terms of tensile strength, they maintained elongation capacity up to week 12. These findings suggest that chitosan-coated PALF ropes have strong potential as a biodegradable material for sustainable fishing gear.

Key words: *breaking strength, elongation, environmentally friendly fishing gear, pineapple leaf fiber*

ABSTRAK

Penggunaan material sintetis pada alat tangkap perikanan telah menimbulkan permasalahan lingkungan yang serius akibat sifatnya yang tidak terurai secara alami. Serat daun nanas merupakan salah satu material *biodegradable* yang potensial untuk diaplikasikan sebagai bahan dasar tali pada alat tangkap ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik fisik dan mekanik tali nanas, khususnya kekuatan putus dan kemuluran, dengan perlakuan pelapisan menggunakan ter dan kitosan. Metode yang digunakan meliputi pembuatan dan pelapisan spesimen, perendaman dalam air tawar, serta pengujian menggunakan universal testing machine sesuai SNI ISO 1805:2010. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelapisan kitosan meningkatkan kekuatan putus sebesar 18,78% dan kemuluran sebesar 25,56% dibandingkan tali kontrol. Perlakuan pelapisan juga memengaruhi tegangan, dengan penurunan terbesar terjadi pada pelapisan ter (57,89%). Perendaman selama lima minggu menunjukkan bahwa tali mengalami degradasi kekuatan dan elastisitas seiring waktu, dengan nilai koefisien determinasi tertinggi ditunjukkan oleh tali kontrol ($R^2 = 0,9145$).

Meskipun tali berlapis kitosan terdegradasi lebih cepat dalam kekuatan tarik, namun mampu mempertahankan kemuluran hingga minggu ke-12. Temuan ini menunjukkan bahwa serat nanas berlapis kitosan memiliki potensi kuat sebagai material *biodegradable* untuk alat tangkap berkelanjutan.

Kata kunci: alat tangkap ramah lingkungan, kekuatan putus, kemuluran, serat daun nanas

PENDAHULUAN

Penangkapann ikan merupakan salah satu kegiatan utama dalam sektor perikanan tangkap yang memanfaatkan berbagai jenis alat tangkap. Seiring perkembangan teknologi, material sintetis seperti nilon dan *polyethylene* menjadi bahan utama dalam pembuatan alat tangkap karena kekuatannya yang tinggi dan ketahanannya terhadap lingkungan laut. Penggunaan material sintetis secara masif dalam alat tangkap telah menimbulkan permasalahan lingkungan yang cukup serius, terutama ketika alat tangkap tersebut hilang, rusak, atau dibuang secara tidak terkendali ke laut. Alat tangkap yang hilang atau terbuang seringkali tetap aktif menangkap biota laut (*ghost fishing*), sekaligus menjadi sumber utama mikroplastik dan polusi laut jangka panjang karena sifatnya yang tidak mudah terdegradasi secara alami. Diperlukan inovasi dalam pengembangan alat tangkap yang ramah lingkungan dan memiliki performa mekanik yang memadai.

Penanggulangan *ghost fishing* perlu dilakukan melalui pendekatan terpadu yang mencakup pencegahan kehilangan alat tangkap, pengurangan dampak alat tangkap yang hilang, serta pengangkatan alat tangkap yang telah menjadi *ghost gear*. Upaya pencegahan dapat dilakukan melalui penandaan alat tangkap (*gear marking*), pelaporan kehilangan alat tangkap, dan pemanfaatan teknologi pelacakan seperti GPS atau RFID sehingga alat yang hilang lebih mudah ditemukan kembali (Macfadyen *et al.*, 2009; Gilman *et al.*, 2021; Odhiambo *et al.*, 2025). Mitigasi *ghost fishing* juga bisa dilakukan dengan cara melakukan menggunakan material tambahan yang mudah terdegradasai pada suatu alat tangkap. Material tersebut bisa berupa *frame* atau tali temali yang disisipkan sebagai komponen alat tangkap. Apabila alat tangkap hilang makan komponen tersebut yang akan pertama kali rusak (dalam waktu yang relatif singkat). Penggunaan material alami sebagai bahan penyusun tali temali *biodegradable* sudah mulai dilakukan, salah satunya adalah penelitian de Oliveira *et al.* (2025) yang menyisipkan tali bebahan katun dan sisal pada bubu lobster di Brazil. Tali bebahan serat daun nanas berpotensi dijadikan tali *biodagrable* di Indonesia, karena memiliki kekuatan mekanik yang baik dan ketersediaan bahan baku melimpah.

Serat daun nanas (*Pineapple Leaf Fiber-PPALF*) sebagai salah satu material *biodegradable* yang potensial. Serat ini merupakan limbah pertanian yang belum dimanfaatkan secara optimal dengan kandungan selulosa tinggi yaitu $\pm 72\%$ dan memiliki tingkat kristalinitas yang baik yaitu $>70\%$, yang menjadikannya kandidat kuat untuk aplikasi strukturan (Nawang Sari *et al.*, 2024). Serat PALF juga memiliki densitas rendah dan kekuatan tarik yang tinggi menjadikannya sesuai sebagai bahan baku pembuatan tali pada alat tangkap ramah lingkungan. Penelitian yang dilakukan oleh Odusote & Oyewo (2020) menunjukkan bahwa komposit *epoxy* yang diperkuat dengan 40% PALF menghasilkan kekuatan tarik sebesar 76,47 MPa dan kekuatan lentur 81,27 MPa menunjukkan performa mekanik yang kompetitif dibandingkan serat sintetis. Serat daun nanas juga memiliki kemampuan untuk terdegradasi secara alami dalam lingkungan tanah dan laut yang menjadi nilai tambah dari sisi lingkungan (Hossain *et al.*, 2022).

Implementasi material PALF sebagai tali pada alat tangkap yang memerlukan pengujian lebih lanjut terhadap dua parameter mekanik utama, yaitu kekuatan putus dan kemuluran. Kekuatan putus menentukan sejauh mana tali mampu menahan beban sebelum mengalami kegagalan struktural, sedangkan kemuluran mencerminkan kemampuan tali dalam merespon deformasi dinamis seperti gerakan arus atau tarikan ikan. Faktor lain yang memengaruhi performa PALF adalah proses modifikasi

permukaan dan perlakuan kimia. Perlakuan alkali misalnya NaOH terbukti dapat meningkatkan kekuatan ikatan antar serta dan matriks dengan menghilangkan lignin serta hemiselulosa dan memperbaiki interfase komposit (Tanpichai & Witayakran, 2018). Aspek orientasi serat dalam struktur juga mempengaruhi sifat mekanik produk akhir. Komposit dengan orientasi sejajar 0° menghasilkan kekuatan lentur dan modulus elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan orientasi silang $0^\circ/90^\circ$. Orientasi serat dalam produksi tali akan berpengaruh pada kestabilan dimensi, ketahanan terhadap beban siklik dan umur pakai. Tali serat nanas dapat digunakan pada berbagai jenis alat tangkap, seperti sebagai tali pengikat jaring dengan frame pada bubu lipat. Pengaplikasiannya tentu tidak untuk seluruh bagian bubu hanya dibuat sekitar 10-20 cm pada bagian dasar bubu, agar ketika bubu hilang maka bagian bawah akan lebih cepat terbuka akibat rusaknya tali ini, sehingga menjadi celah untuk meloloskan diri bagi kepiting atau rajungan yang terperangkap. Penelitian mengenai pelapisan serat alami untuk meningkatkan kekuatan mekanik sudah banyak dilakukan diantaranya adalah pelapisan tali rami menggunakan kitosan (Komarudin *et al.*, 2019), pelapisan tali sabut kelapa menggunakan kitosan (Komarudin *et al.* 2023); pelapisan *polyvinil alcohol* (PVA) pada tali rami (Fasya, 2025); pelapisan *polyvinil alcohol* (PVA) pada tali katun (Sukmana, 2025).

Penelitian mengenai karakteristik kekuatan putus dan kemuluran tali dari serat nanas yang dilapisi ter dan kitosan belum dilakukan. Penelitian ini akan memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang material komposit alami serta memiliki potensi aplikasi nyata dalam perikanan tangkap yang berwawasan lingkungan. Dengan memahami karakteristik mekanik tali berbasis PALF, maka evaluasi kelayakan penggunaannya sebagai material alternatif *biodegradable* pada alat tangkap dapat dilakukan secara komprehensif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Alat Penangkapan Ikan, dan Laboratorium Terpadu, Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University. Proses perendaman tali dilakukan di Danau SDG's IPB. Periode penelitian dilaksanakan dari Bulan Maret sampai dengan Mei 2025. Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi kompor Listrik, gunting, penggaris, wadah perendaman, timbangan digital, thermometer, gelas ukur, bubu lipat, *zoom stereo microscope* merk olympus model SZ61, dan *Universal Testing Machine* (UTM) merk Hung Ta tipe HT-2402. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah tali nanas dengan diameter 3 milimeter, ter, kitosan, dan asam asetat. Data yang didapatkan dari penelitian kemudian diolah dengan menggunakan software *Microsoft Excel* 2021 dan *Statistical Product and Service Solution* (SPSS) Versi 25.

Penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahapan penelitian, diantaranya adalah pembuatan spesimen, pembuatan larutan kitosan, pelapisan spesimen, pengeringan spesimen, perendaman spesimen, serta analisis sifat fisik dan mekanik dari spesimen yang telah dibuat.

Tahapan pembuatan spesimen mengacu pada SNI ISO 1805 Tahun 2010. Tali nanas dipotong dengan ukuran panjang 40 cm. Ukuran Panjang tersebut dimaksudkan agar terdapat bagian yang dapat ditahan oleh penjepit pada UTM. Spesimen yang diuji berjumlah 270 spesimen. Jumlah tersebut terbagi kedalam tiga kategori spesimen, yaitu kontrol, dilapisi ter, dan dilapisi kitosan. Setiap kategori diuji dengan total 7 kali ulangan dalam kurun waktu 7 minggu.

Pembuatan larutan kitosan dilakukan dengan cara mencampurkan 100 ml air dengan 1 gram kitosan. Campuran tersebut kemudian ditambahkan asam asetat sebanyak 100 ml pada suhu $60-80^\circ\text{C}$. Larutan diaduk selama proses pembuatan untuk menghindari penggumpalan sehingga terbentuk larutan yang homogen.

Tali nanas dilapisi dengan menggunakan larutan kitosan dan ter dengan durasi selama 48 jam. Lamanya waktu pelapisan dimaksudkan agar larutan pelapis dapat meresap dan melapisi tali dengan

menyeluruh. Tali yang sudah dilapisi kemudian dikeringkan pada suhu ruangan dengan cara diangin-anginkan.

Spesimen yang sudah dibuat kemudian di rendam di air tawar. Lokasi perendaman terletak di Danau SDG's IPB. Tahapan ini bertujuan untuk melihat pengaruh perendaman di air tawar terhadap umur teknis tali nanas berlapis kitosan dan ter. Spesimen yang direndam disimpan didalam bubu lipat untuk menghindari spesimen tercecer dan untuk mengelompokkan spesimen berdasarkan pelapis yang digunakan.

Analisis sifat fisik yang dilakukan meliputi pengukuran diameter, berat, kekauan, warna, dan kesan raba dari spesimen yang telah dibuat. Pengukuran diameter spesimen tali dilakukan dengan cara melilitkan tali pada benda silinder dan kemudian membagi panjang dengan jumlah lilitan tali. Pengukuran berat dilakukan dengan menggunakan timbangan digital yang memiliki ketelitian 0,01 gram.

Analisis sifat mekanik pada penelitian ini didasarkan pada SNI ISO 1805 Tahun 2010. Jarak antar *grip* pada UTM adalah sebesar 250-500 mm dengan kecepatan penarikan sebesar 350 mm/menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Sifat Fisik Tali Nanas

Spesimen tali nanas yang digunakan memiliki arah pilinan Z. Komarudin (2019) berpendapat bahwa, arah pilinan yang terdapat pada tali tergantung berdasarkan kebiasaan pembuat tali dan tujuan penggunaan dari tali yang dibuat. Adapun tipe pintalan tali rami yang digunakan dalam penelitian ini tergolong ke dalam kelompok tipe pintalan “*Soft*”, karena memiliki sudut pintalan yaitu sebesar 30,15°. Arah pilinan tali nanas secara jelas dapat dilihat pada **Figure 1**.



Figure 1 Pineapple fiber rope
(a) Direction of S-twist;
(b) Twist angle of pineapple fiber rope

Gambar 1 Pilinan tali nanas
(a) Arah pilinan S;
(b) Sudut pilinan tali nanas

Hasil pengamatan sifat fisik menunjukkan perbedaan diameter antara tali nanas kontrol dengan tali nanas perlakuan ter dan kitosan. Diameter tali nanas yang diberi perlakuan ter memiliki diameter yang paling tinggi yaitu pada rentang 3,78-4,16 mm dengan rata-rata sebesar 3,95 mm, diikuti oleh tali nanas yang diberi perlakuan kitosan pada rentang 3,00-3,85 dengan rata-rata sebesar 3,56 mm, dan tali nanas kontrol sebesar 3,00 mm. Berdasarkan uji ANOVA yang dilakukan, didapatkan nilai *P-value* 0,05136 (>0,05). Nilai signifikansi 0,05136 berada sangat dekat dengan ambang batas nilai 0,05, sehingga

dapat dikatakan “mendekati signifikan” atau *marginally significant* (Collentine *et al.* 2019). Meskipun demikian, nilai 0,05136 tetap menunjukkan bahwa perlakuan ter dan kitosan pada tali nanas tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap penambahan diameter tali nanas. Perbedaan karakteristik sifat fisik yang meliputi warna, kekakuan, tekstur, arah pilinan, dan diameter dapat dilihat pada **Table 1**.

Table 1. *Physical properties of pineapple fiber rope*

Tabel 1. Karakteristik sifat fisik tali nanas

No	Jenis Perlakuan	Karakteristik Sifat Fisik				
		Warna	Kekakuan	Tekstur	Arah Pilinan	Diameter (mm)
1.	Kontrol	Kuning kecoklatan	Kaku	Kasar	Z	3,00
2.	Ter	Hitam	Kaku	Kasar	Z	3,95
3.	Chitosan	Kuning kecoklatan	Kaku	Kasar	Z	3,56

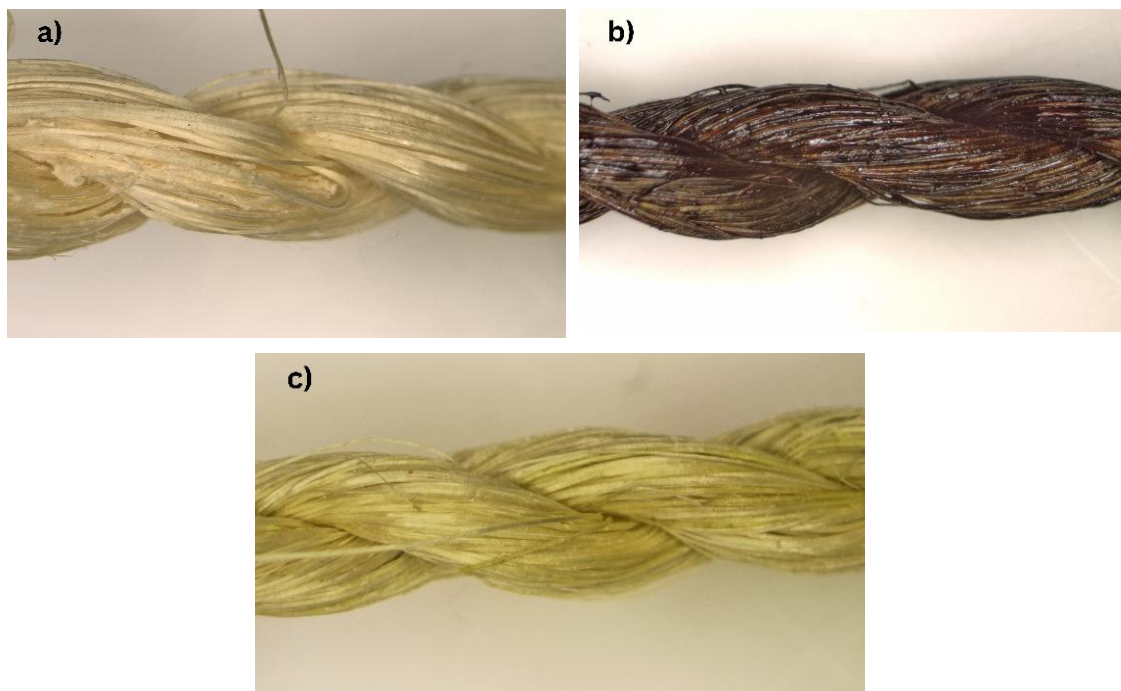


Figure 2 *Physical form of pineapple fiber rope*

(a) *Pineapple fiber rope;*

(b) *Pineapple fiber rope treated with tar;*

(c) *Pineapple fiber rope treated with chitosan*

Gambar 2 Bentuk fisik tali nanas

(a) Tali nanas;

(b) Tali nanas dengan perlakuan ter;

(c) Tali nanas dengan perlakuan kitosan;

Karakteristik Sifat Mekanik Tali Nanas

Karakteristik mekanik tali nanas diukur berdasarkan nilai kekuatan putus, stress, dan kemuluran tali. Kekuatan putus tali nanas masing-masing perlakuan dapat dilihat pada **Figure 3**. Hasil uji

normalitas dengan metode Shapiro-Wilk (Shapiro and Wilk, 1965), menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan kontrol, ter, dan kitosan secara statistik terdistribusi normal, dengan nilai *P-value* masing-masing perlakuan adalah 0,122, 0,687 dan 0,847 ($>0,05$). Hasil analisis ANOVA (*Analysis of Variance*) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan terhadap tali nanas tidak memberikan dampak signifikan secara statistik dengan *P-value* 0,784 ($>0,05$). Hal tersebut dibuktikan dengan rata-rata kekuatan putus pada masing-masing perlakuan yang tidak berbeda secara signifikan. Rata-rata kekuatan putus tali nanas perlakuan kitosan sebesar 19,43 kgf, perlakuan ter sebesar 17,73 kgf, dan tali nanas kontrol sebesar 16,36 kgf. Pemberian perlakuan kitosan terhadap tali nanas dapat meningkatkan kekuatan putus sebesar 18,78%, sedangkan pemberian perlakuan ter terhadap tali nanas dapat meningkatkan kekuatan putus sebesar 8,38%. Selain kekuatan putus, karakteristik sifat mekanik yang dianalisis yaitu tegangan tali nanas.

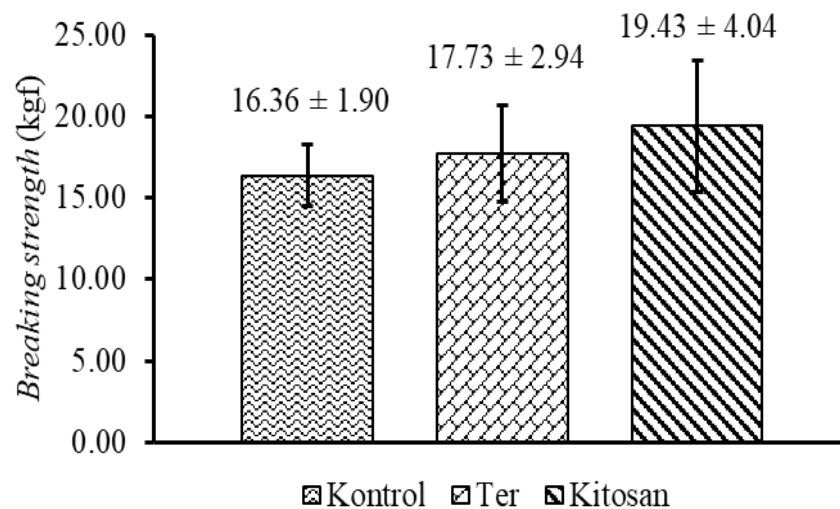


Figure 3 Breaking strength test results

Gambar 3 Hasil uji kekuatan putus

Secara statistik tegangan tali nanas perlakuan kontrol, ter, dan kitosan berbeda nyata secara statistik dengan nilai *P-value* 0,018 ($<0,05$). Nilai tegangan pada masing-masing perlakuan tali nanas memiliki rata-rata tegangan yang berbeda. Rata-rata tegangan tali nanas kontrol sebesar 0,0057 kgf/tex, rata-rata tegangan perlakuan ter sebesar 0,0024 kgf/tex, sedangkan rata-rata tengan perlakuan kitosan sebesar 0,0051 kgf/tex. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan ter dan kitosan pada tali nanas memberikan pengaruh signifikan secara statistik terhadap tegangan tali rami. Pemberian perlakuan ter terhadap tali nanas menurunkan tegangan tali nanas sebesar 57,89%, sedangkan pemberian perlakuan kitosan terhadap tali nanas menurunkan tegangan tali nanas sebesar 10,53%. Tegangan pada tali nanas dapat dilihat pada **Figure 4**.

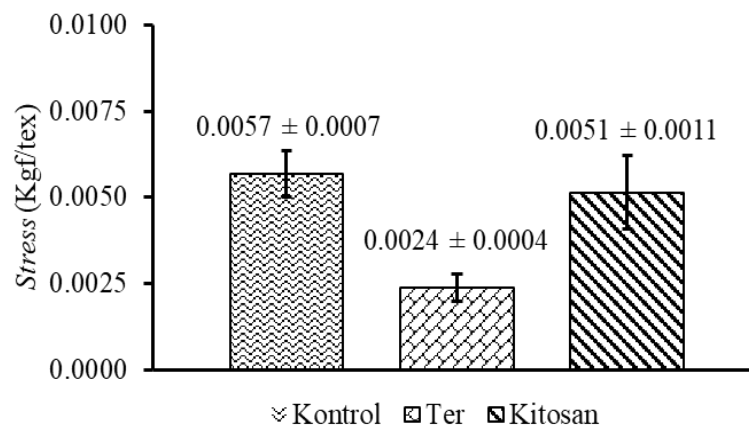


Figure 4 Stress for each treatment

Gambar 4 Tegangan (*stress*) masing-masing perlakuan

Pemberian perlakuan ter dan kitosan pada tali nanas juga mempengaruhi kemuluran (*elongation*) tali nanas. Kemuluran tali nanas perlakuan kontrol, ter, dan kitosan dapat dilihat pada **Figure 5**. Hasil uji normalitas dengan metode Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan kontrol, ter, dan kitosan secara statistik terdistribusi normal, dengan nilai *P-value* masing-masing perlakuan adalah 0,233, 0,528, dan 0,952 ($>0,05$). Hasil analisis ANOVA (*Analysis of Variance*) menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan terhadap tali nanas tidak memberikan dampak signifikan secara statistik dengan *P-value* 0,126 ($>0,05$). Hal tersebut dibuktikan dengan rata-rata kemuluran pada masing-masing perlakuan yang tidak berbeda secara signifikan. Rata-rata kemuluran tali nanas perlakuan kitosan sebesar 8,50%, perlakuan ter sebesar 5,86%, dan tali nanas kontrol sebesar 6,77%. Pemberian perlakuan kitosan terhadap tali nanas dapat meningkatkan kemuluran sebesar 25,56%, sedangkan pemberian perlakuan ter terhadap tali nanas memberikan penurunan kemuluran 13,44%.

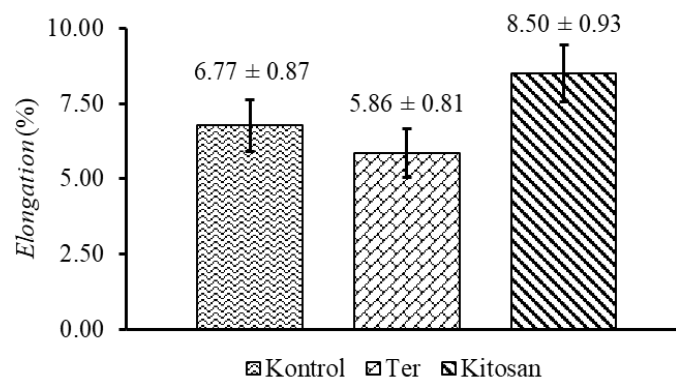


Figure 5 Stress for each treatment Results of the elongation test on pineapple rope

Gambar 5 Hasil uji kemuluran (*elongation*) tali nanas

Pengaruh Perendaman terhadap Kekuatan Putus Tali Nanas

Perendaman spesimen tali nanas dengan perlakuan kontrol, ter, dan kitosan dilakukan selama kurun waktu 5 minggu pada ekosistem danau air tawar. Perlakuan perendaman yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman terhadap umur teknis tali nanas perlakuan kontrol, ter, dan kitosan. Penentuan umur teknis dilakukan dengan pengujian kekuatan putus tali nanas

menggunakan alat *universal testing machine* (UTM). Grafik kekuatan putus pada tali nanas perlakuan kontrol, ter, dan kitosan dapat dilihat pada **Figure 6**.

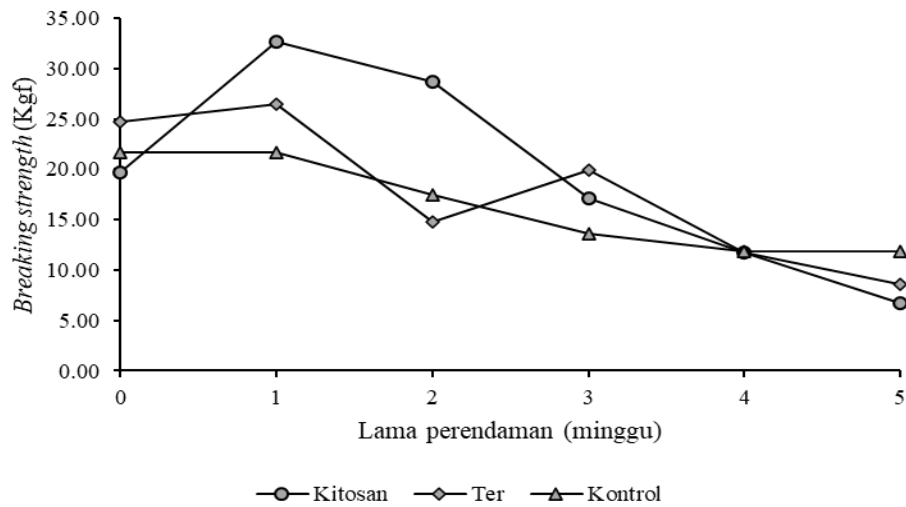


Figure 6 Breaking strength of pineapple fiber rope after soaking in freshwater lake

Gambar 6 Kekuatan putus tali nanas pasca perendaman di danau air tawar

Kekuatan putus (*breaking strength*) awal tali nanas kontrol adalah 21,73 kgf, tali nanas dengan perlakuan ter 24,73 kgf, dan tali nanas dengan perlakuan kitosan sebesar 19,65 kgf. Seiring dengan pertambahan periode perendaman, kekuatan putus tali nanas dengan perlakuan kontrol, ter, dan kitosan cenderung menurun, akan tetapi penurunan tersebut mengalami fluktuasi.

Berdasarkan hasil persamaan regresi antara waktu perendaman dengan kekuatan putus tali nanas perlakuan kontrol, ter, dan kitosan. Tali nanas tanpa perlakuan memperoleh nilai $y = -2,3743x + 22,301$ dengan nilai koefisien determinasi model regresi sebesar $R^2 = 0,9145$. Tali nanas dengan perlakuan ter diperoleh $y = -3,4275x + 26,295$, dengan koefisien determinasi model regresi sebesar $R^2 = 0,794$, dan tali nanas dengan perlakuan kitosan diperoleh $y = -3,9838x + 22,301$, dengan koefisien determinasi model regresi sebesar $R^2 = 0,5667$. Hal ini menjelaskan hubungan antara kekuatan putus tali nanas dengan perlakuan kontrol, ter, dan kitosan dengan lamanya perendaman berpengaruh terhadap umur teknis tali nanas tersebut.

Nilai koefisien determinasi (R^2) pada grafik menggambarkan sejauh mana hubungan antara lama perendaman dan kekuatan tarik (*breaking strength*) dapat dijelaskan oleh model regresi linear pada masing-masing perlakuan. Tali nanas tanpa perlakuan menunjukkan nilai R^2 sebesar 0,9145, yang mengindikasikan bahwa 91,45%. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan kekuatan tarik pada tali kontrol mengikuti pola linier yang sangat kuat dan konsisten. Sementara itu, pada perlakuan dengan pelapisan ter, mendapatkan nilai R^2 sebesar 0,794. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sekitar 79,4% data dapat dijelaskan oleh model, yang berarti hubungan antara lama perendaman dan kekuatan tarik masih cukup kuat namun mulai menunjukkan adanya nilai yang tidak sepenuhnya linier. Adapun pada perlakuan dengan pelapisan kitosan, nilai R^2 hanya sebesar 0,5667, yang mengindikasikan bahwa hubungan linier antara kedua variabel relatif lemah dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai ini mencerminkan bahwa hanya 56,67% nilai kekuatan putus dapat dijelaskan oleh lama perendaman, sementara sisanya kemungkinan dipengaruhi oleh faktor lain seperti ketidak homogenan pelapisan, degradasi biologis kitosan (bahan pelapis) yang tidak merata, atau fluktuasi kondisi lingkungan selama proses perendaman.

Tali nanas tanpa perlakuan mampu bertahan selama 9 minggu pasca perendaman sebelum akhirnya terdegradasi secara sempurna. Laju degradasi diikuti dengan tali nanas berlapis ter, tali nanas berlapis ter mampu bertahan selama 8 minggu pasca perendaman sebelum terdegradasi total. Tali nanas berlapis kitosan merupakan tali nanas dengan laju degradasi tercepat, tali nanas berlapis kitosan hanya mampu bertahan selama 7 minggu pasca perendaman sebelum akhirnya terdegradasi total.

Pengaruh Perendaman terhadap Kemuluran Tali Nanas

Pengaruh perendaman pada ekosistem air tawar berpengaruh terhadap kemuluran tali nanas dengan perlakuan kontrol, ter, dan kitosan. Hal tersebut ditunjukkan dengan penurunan kemuluran di setiap minggu nya. Grafik pengaruh perendaman terhadap kemuluran tali nanas dapat dilihat pada Gambar 7.

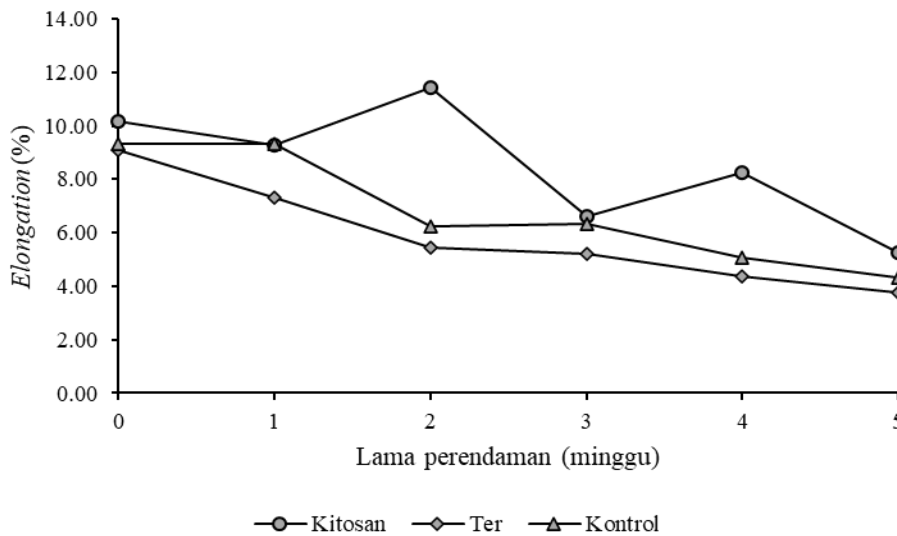


Figure 7 Elongation of pineapple fiber rope following immersion in freshwater lake

Gambar 7 Kemuluran tali nanas pasca perendaman di danau air tawar

Nilai kemuluran awal tali nanas kontrol, berlapis ter, dan berlapis kitosan berturut-turut adalah 9,33%, 9,08%, dan 10,19%. Kemuluran tali nanas perlakuan dan berlapis ter menunjukkan kecenderungan tren yang menurun. Sedangkan tali nanas berlapis kitosan menunjukkan hasil yang fluktuatif selama mendapatkan perlakuan perendaman di danau air tawar. Secara umum, ketiga perlakuan mengalami penurunan nilai kemuluran seiring bertambahnya waktu perendaman, yang mengindikasikan adanya degradasi sifat elastisitas material akibat pengaruh perendaman.

Berdasarkan analisis regresi linear, perlakuan kontrol memiliki persamaan $y = -1.079x + 9.4676$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.907, menunjukkan bahwa 90,7% nilai kemuluran dapat dijelaskan oleh lama perendaman. Perlakuan ter menunjukkan hasil yang serupa, dengan persamaan $y = -1.0161x + 8.3983$ dan R^2 sebesar 0.9205, mengindikasikan bahwa hubungan antara variabel sangat kuat dan linier. Sementara itu, pada perlakuan kitosan, persamaan regresi yang dihasilkan adalah $y = -0.9266x + 10.821$ dengan R^2 sebesar 0.5764, yang menunjukkan bahwa hanya sekitar 57,64% nilai kemuluran dapat dijelaskan oleh lamanya waktu perendaman, sehingga terdapat variabel lain yang memengaruhi atau pola penurunannya tidak sepenuhnya linier.

Hasil perhitungan dari masing-masing persamaan menunjukkan bahwa nilai kemuluran akan mencapai nol pada minggu ke-9 untuk kontrol. Tali katun berlapis ter mampu bertahan selama 8 minggu pasca perendaman sebelum akhirnya terdegradasi total. Sedangkan tali katun berlapis kitosan

mampu bertahan hingga 12 minggu pasca perendaman. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pelapisan kitosan memiliki kemampuan terbaik dalam mempertahankan sifat elastisitas tali terhadap degradasi selama perendaman. Sebaliknya, tali tanpa pelapisan (kontrol) mengalami penurunan kemuluran tercepat.

Kekuatan Putus Tali Nanas

Kekuatan merupakan (*breaking strength*) merupakan beban maksimum yang dapat ditahan oleh tali sebelum tali tersebut putus (Klust, 1982; Nofrizal *et al.*, 2011; Komarudin *et al.*, 2019; Komarudin *et al.*, 2023; Athiyyah, 2024; Fasya, 2025; Sukmana, 2025). Secara umum, kekuatan putus serat alami dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor yang mempengaruhi kekuatan putus serat alami diantaranya adalah komposisi kimia, jenis dan arah serat, serta pelapisan (*coating*). Data hasil pengujian kekuatan putus tali menunjukkan bahwa perlakuan pelapisan (*coating*) pada tali nanas mampu meningkatkan kekuatan tali nanas. Pelapisan tali nanas dengan larutan kitosan memberikan peningkatan kekuatan putus sebesar 18,78%, sedangkan pelapisan dengan ter hanya mampu memberikan peningkatan kekuatan putus tali sebesar 8.38%.

Menurut (Kumar *et al.* 2021) kitosan berperan sebagai biopolimer alami mampu membentuk ikatan hidrogen dengan permukaan serat selulosa pada serat nanas. Ikatan hidrogen yang terjadi membentuk interaksi antar serat yang mampu meningkatkan kekuatan putus serta membentuk lapisan pelindung yang bertujuan menghambat laju degradasi (Al-Tayyar *et al.* 2020). Pelapisan kitosan pada tali dapat menutup pori-pori tali dan meningkatkan ikatan antara tali dengan pelapis. Hal ini akan meningkatkan kekuatan putus tali dan kemulurannya. Selain itu, pelapisan berfungsi juga untuk mengurangi kontak langsung dengan air. Hal ini akan mengurangi laju pembusukan sehingga dapat meningkatkan umur pakai tali.

Tegangan merupakan (*stress*) adalah deformasi (perubahan bentuk) benda yang diakibatkan adanya pengaruh gaya dari luar (Komarudin 2019; Fasya 2025; Sukmana 2025). Rata-rata tegangan tali nanas berlapis ter lebih rendah 57,89% dibandingkan dengan tali nanas kontrol. Nilai tegangan yang lebih rendah diduga terjadi karena adanya aktivitas mikroskopis yang mendegradasi struktur serat tali nanas. Pelapisan kitosan pada tali nanas menunjukkan penurunan sebesar 10,53%. Penelitian Tanpichai & Witayakaran (2018b), menunjukkan bahwa perlakuan kimia terhadap serat mampu memperbaiki kekuatan tarik namun menurunkan kekakuan dari serat tersebut. Penurunan tersebut juga tergantung pada interaksi antar molekul pada serat dan bahan pelapis.

Kemuluran Tali Nanas

Kemuluran (*elongation*) adalah pertambahan panjang tali setelah dilakukan pengujian (Klust 1982; Athiyyah 2024; Fasya 2025; Sukmana 2025). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelapisan dengan kitosan mampu meningkatkan kemuluran tali nanas sebesar 25,56%. Pelapisan ter pada tali nanas hanya mampu meningkatkan kemuluran tali nanas sebesar 13,44%. Peningkatan kemuluran yang terjadi menunjukkan bahwa lapisan kitosan mampu berperan sebagai plastisizer. Peran plastisizer pada kitosan memungkinkan serat nanas untuk menerima tegangan dengan lebih lentur tanpa merusak struktur serat tali. Karakteristik kemuluran menjadi faktor penting penentuan material alat penangkapan ikan. Bahan dengan kemuluran yang baik cenderung memiliki daya tahan yang lebih baik terhadap kerusakan siklik akibat gaya berulang (Prachayawarakorn *et al.* 2022).

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa tali nanas memiliki potensi sebagai material *biodegradable* untuk alat penangkapan ikan, terutama jika dilakukan pelapisan menggunakan bahan seperti kitosan atau ter. Pelapisan dengan kitosan terbukti paling efektif dalam meningkatkan kekuatan putus dengan peningkatan sebesar 18,78% dan peningkatan kemuluran 25,56% dibandingkan dengan kontrol dan

pelapisan ter. Meskipun demikian, pelapisan kitosan menurunkan nilai tegangan serat sebesar 10,53%, meskipun tidak sebesar penurunan yang terjadi pada pelapisan ter (57,89%).

Perendaman dalam air tawar menunjukkan bahwa semua perlakuan mengalami degradasi bertahap, dengan laju penurunan kekuatan dan kemuluran berbeda-beda. Tali kontrol terdegradasi sempurna dalam waktu 9 minggu, tali berlapis ter selama 8 minggu, dan tali berlapis kitosan dalam waktu 7 minggu untuk kekuatan putus, namun secara elastisitas, kitosan justru mampu mempertahankan kemuluran hingga minggu ke-12. Hal ini menunjukkan bahwa pelapisan kitosan dapat memperpanjang kemampuan elastis tali, meskipun tidak sepenuhnya mempertahankan kekuatannya. Dapat disimpulkan bahwa tali nanas yang dilapisi kitosan menunjukkan performa terbaik secara keseluruhan dalam meningkatkan karakteristik mekanik dan mempertahankan sifat fungsionalnya selama masa penggunaan dalam media air tawar.

Berdasarkan temuan penelitian ini, disarankan agar penelitian lanjutan difokuskan pada optimalisasi formulasi pelapis kitosan, baik dari segi konsentrasi bahan maupun teknik pengaplikasiannya, untuk meningkatkan efektivitas dan homogenitas pelapisan pada tali serat nanas. Selain itu, diperlukan pengujian lebih lanjut di lingkungan perairan laut guna mengevaluasi daya tahan material dalam kondisi salinitas dan degradasi biologis yang lebih kompleks. Penambahan analisis keberlanjutan melalui pendekatan *Life Cycle Assessment* (LCA) untuk menilai kelayakan penggunaan tali nanas dalam skala industri. Lebih lanjut, inovasi terhadap bentuk dan desain alat tangkap berbasis serat nanas, seperti jaring insang dan bubu, dapat menjadi solusi dalam mendukung pengembangan alat tangkap yang ramah lingkungan serta berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Tayyar, N. A., Youssef, A. M., Al-hindi, R., Alsharaeh EH. 2020. Chitosan (Polyvinyl alcohol)-Based Films Reinforced with Cellulose Nanocrystals and ZnO Nanoparticles for Active Food Packaging. *Food Packaging and Shelf Life*. 25:100523. doi: doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100523.
- Athiyah, R. 2024. Karakteristik Material Alami sebagai Bahan Konstruksi Bubu Rajungan Untuk Mengurangi Ghost Fishing. [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Collentine, A. O., Assen, M. A. L. M., Hartgerink, C. H. J. 2019. The Prevalence of Marginally Significant Result in Psychology Over Time. *Association for Psychological Science*. 30(4): 576-586. doi: 10.1177/0956797619830326.
- de Oliveira, VS., de Mattos, SMG., Richardson, KP., dos Santos, CP., de Sa, RVM., Magalhaes, TA. 2025. Development of a Device for Reducing Ghost Fishing in the Brazilian Lobster Trap Fsihery. *J. ActaPesca*. 23:66-93. Doi: <https://doi.org/10.46732/Actafish.23.66-93>.
- Fasya, K. 2025. Karakteristik Serat Rami Berlapis Polyvinyl Alcohol sebagai Biodegradable Fishing Gear Material [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Gilman, E., Chopin, F., Suuronen, P., Kuemlangan, B. 2021. Abandoned, lost and discarded gillnets and trammel nets: Methods to estimate ghost fishing mortality, and the status of regional monitoring and management. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 661.
- Hossain, M.A., Sultana, N., Rahman, M.A., Ali, M.E. 2022. Preparation and Characterization of Pineapple Leaf Fiber Reinforced Epoxy Composite: Effect of Gamma Radiation. *Adv Appl Sci*. 7(3): 45-52.
- Klust, G. 1982. *Netting Material for Fishing Gear*. London: News Books Ltd. in collaboration with Food and Agriculture Organization of United Nation (FAO).

- Komarudin, D., Mulyono, Diniyah, Murdiyanto, B. 2019. Karakteristik Tali Agel Berkitosan sebagai Bahan Alat Penangkapan Ikan. *Jurnal Marine Fisheries*. 10(2): 177-186. DOI: <https://doi.org/10.29244/jmf.v10i2.30844>
- Komarudin, D., Diniyah, Iskandar, MD., Yuwandana, DP. 2023. Kemuluran dan Kekuatan Putus Tali Sabut Kelapa Berbahan Kitosan. *Marine Fisheries Jurnal*. 11(2):229-235. Doi: 10.29244/jmf.v11i2.46115
- Kumar, V., Sharma, N., Gaur, K., Yadav, N., Jain, V. 2021. Biopolymer-based Nanocomposites for Packaging Applications. *Polymer Testing*. 99:107218. doi: [doi:doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107218](https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107218).
- Macfadyen, G., Huntington, T., Cappell, R. 2009. *Abandoned, Lost or Otherwise Discarded Fishing Gear*. Rome: FAO and UNEP.
- Nawangarsi, P., Nuraini, L., Cahyono, E., Purnawan, C. 2024. Microcellulose from Pineapple Leaf Fiber as a Potential Sustainable Material: Extraction and Characterization. *J Polimesin*. 22(1):15-22.
- Nofrizal, Ahmad, M., Syofyan, I., Habibie, I. 2011. Kajian Awal Pemanfaatan Rumput Teki (*Fimbristylis* sp.), Linggi (*Penicum* sp.), dan Sianik (*Corex* sp.) sebagai Serat Alami untuk Bahan Alat Penangkapan Ikan. *Jurnal Natur Indonesia*. 14(1): 100-106.
- Odhiambo, L.A., Kawaka, F., Sande, J. 2025. Ghost gear crisis: The threat of abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear (ALDFG). *African Journal of Marine Science*, 47(3): 243-255.
- Odusote, J. K., & Oyewo, A. T. 2020. Mechanical Properties of Pineapple Leaf Fibre Reinforced Polymer Composites for Application as a Prosthetic Socket. *J Eng Technol (JET)*. 11(2):55-62.
- Prachayawarakorn, J., Phimolthaisawat, T., Boonpasith, P. 2022. Effects of Plasticizers on The Mechanical and Thermal Properties of Biodegradable Rice Starch Films. *Journal of Polymers and the Environment*. 30: 1090-1100. Doi: doi.org/10.1007/s10924-021-02272-8.
- Shapiro, SS., Wilk, MB. 1965. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *J. Biometrika*. 52(3): 591-611.
- Sukmana, M. Z. 2025. *Sifat Fisik dan Mekanik Serat Katun Berlapis Polyvinyl Alcohol sebagai Bio-synthetic Fishing Gear Material [skripsi]*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Tanpichai, S., Witayakran, S. 2018. All-cellulose Composites from Pineapple Leaf Microfibers: Structural, Thermal, and Mechanical Properties. *Polym Compos*. 39(3): 895-903. Doi: doi.org/10.1002/pc.24015.
- Tanpichai, S., Witayakran, S. 2018b. Effects of Alkali Treatment on Mechanical Properties and Surface Characteristics of Pineapple Leaf Fiber Reinforced Epoxy Composites. *Applied Surface Science*. 435: 1014-1021. Doi: doi.org/10.1016/j.apsusc.2017.11.079.