



Pengembangan Benang Berkelanjutan Berbasis Serat Nanas dengan Teknik Pemintalan Open-End Rotor

Hasna Khairunnisa^{1, a)}, Fahmi Fawzy Rusman^{2, b)}, Irham Aribowo^{3, c)},
Bambang Yulianto^{4, d)}, Rahmad Ali Mahmudi⁵

Author Affiliations

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Teknik Pembuatan Benang, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta
Jalan Ki Hajar Dewantara, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

Author Emails

a) Corresponding author: hasna@ak-tekstilsolo.ac.id
b) fahmifawzyr@gmail.com c) irhamaribowo@ak-tekstilsolo.ac.id d)
bambyul1960@gmail.com

Received 03 March 2025 / Revised 04 May 2025 / Accepted 20 June 2025 / Published 30 June 2025

Abstrak. Tekstil berkelanjutan merupakan isu yang terus mendorong untuk pencarian sumber serat alternatif dari alam yang lebih ramah lingkungan dan mendukung sirkularitas. *Pineapple Leaf Fibre (PALF)* atau serat nanas merupakan salah satu potensi bahan baku yang dapat dikembangkan. Penelitian ini ingin mengembangkan dan mengkaji kemampuan dan kualitas benang yang dihasilkan dari serat nanas yang dikombinasikan dengan serat alam lainnya yaitu serat *cotton*. Mesin *open-end spinning* digunakan untuk memproduksi benang campuran serat nanas dan *cotton* dengan mempertimbangkan berbagai keunggulan dan fleksibilitas mesin tersebut. Studi dilakukan berdasarkan desain eksperimen yang mempertimbangkan 2 parameter yakni Nomor Benang (Ne) serta komposisi serat nanas dan *cotton*, juga dilakukan perbandingan dari 2 sumber serat nanas yang berbeda. Produksi dilakukan pada mesin *drawing finisher* dan *breaker* untuk menghasilkan *sliver* campuran berdasarkan komposisi yang ditentukan, kemudian benang diproduksi pada mesin *open-end* dengan 8 kombinasi eksperimen. Benang yang telah diproduksi kemudian melewati pengujian parameter kualitas yakni nomor benang, ketidakrataan benang, serta *tenacity*. Pengujian kualitas membuktikan bahwa serat nanas yang dikombinasikan dengan serat *cotton* dapat diproduksi menjadi benang dengan kualitas yang sesuai. Namun, uji statistik menunjukkan belum terdapat bukti kuat bahwa faktor material, komposisi dan nomor benang berpengaruh signifikan terhadap kualitas benang campuran serat nanas dan *cotton*. Variasi komposisi campuran cenderung berkemungkinan untuk mempengaruhi ketidakrataan dan *tenacity* daripada variasi nomor benang, sedangkan faktor material dan komposisi lebih berpengaruh ke ketidakrataan benang. Lebih jauh, faktor komposisi dan nomor benang lebih berpengaruh ke *tenacity*.

Kata kunci: benang berkelanjutan; kualitas benang; *open-end rotor spinning*; serat nanas (PALF); serat *cotton*

1. Latar Belakang

Tekstil dan produk tekstil adalah salah satu industri yang termasuk dalam industri prioritas Indonesia. Berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional atau RPJPN 2025-2045 industri tekstil dan produk tekstil ditetapkan dalam urutan ke empat industri prioritas Indonesia. Urutan pertama dalam prioritas adalah industri berbasis agro (pertanian, perkebunan dan kehutanan). Tekstil dan produk tekstil adalah kegiatan produksi mengolah serat menjadi benang, kemudian benang diolah menjadi kain dan kain diolah menjadi pakaian. Bahan baku utama dari tekstil dan produk tekstil adalah serat tekstil. Serat berdasarkan sumbernya dibagi menjadi 3, yaitu serat alam, serat buatan dan serat semi buatan. *Sustainability* atau keberlanjutan menjadi sebuah isu penting di industri tekstil saat ini yang masih banyak didominasi oleh serat sintetis atau buatan. Sedangkan serat alam bahan bakunya berasal dari alam seperti tumbuhan dan juga hewan. Serat alam telah lama digunakan dalam industri tekstil karena ramah lingkungan dan memiliki sifat yang unik dari setiap jenis seratnya.

Jenis serat yang beragam dapat digunakan untuk menghasilkan benang. Beberapa penelitian terkini terkait pemintalan benang lebih memperhatikan faktor *sustainability* baik dari sisi proses pemintalan maupun dari bahan baku atau material. (Utebay, Celik, and Cay 2023) mencoba menggunakan serat *cotton* yang merupakan hasil *recycle* dari *waste* atau sampah kain berwarna (*dyed fabric*), serat *cotton* hasil *recycle* tersebut dikombinasikan dengan serat *cotton* murni dengan berbagai variasi pencampuran melalui proses *compact spinning* dan *open-end spinning*. Serat yang berasal dari tanaman juga semakin menarik perhatian sebagai bahan tekstil dan pakaian yang berkelanjutan. Semakin meningkatnya kesadaran akan berkelanjutan dan dampak lingkungan dari industri tekstil dan produk tekstil, pencarian sumber serat alternatif yang ramah lingkungan menjadi sebuah tuntutan yang tidak bisa diabaikan. Salah satu serat alam alternatif adalah serat nanas yang dikenal dengan sebutan *Pineapple Leaf Fibers* (PALF). Serat nanas ini mempunyai tekstur yang lembut mirip seperti tekstur sutera dan dapat menyerap kelembaban yang baik sehingga cocok untuk bahan kain tekstil (Reddy and Yang 2015). Bagian dari tanaman nanas yang dapat dijadikan serat terdapat pada bagian daunnya yang selama ini kurang dimanfaatkan keberadaannya karena berfokus pada buahnya yang dapat dimakan. Maka menjadi suatu hal yang menarik dan bermanfaat besar jika daun nanas dapat diolah menjadi benang tekstil, terlebih nanas merupakan hasil produk perkebunan yang menjadi prioritas pertama RPJPN 2025-2045 (industri agro) dan dipanen dalam jumlah yang banyak.

PALF biasanya diekstraksi dari daun nanas melalui berbagai proses seperti dekortikasi, *water retting*, *degumming*, dan *bleaching* yang bertujuan untuk meningkatkan kehalusan dan kemampuannya untuk dapat diproses menjadi benang (Pandit et al. 2020; Zolkiflee et al. 2024). Serat dari daun nanas memiliki *crystallinity*, kekuatan, dan *spinnability* yang baik (Dong et al. 2014), dan memiliki kandungan selulosa yang tinggi (Lee et al. 2020) sehingga cocok untuk produksi benang serat nanas juga memiliki karakteristik fisik dan struktur seperti serat jute yang membuat serat nanas bersifat *sustainable* dan ekonomis untuk produksi benang (Jalil, Parvez, et al. 2021), dan dapat dipintal menjadi benang menggunakan metode *spinning* seperti serat *cotton*, dan dapat dilakukan *blending* dengan *cotton* maupun *polyester* (Ismoilov et al. 2019). Berbagai sifat fisik, mekanik, dan kimia dari beberapa jenis varietas lain dari tanaman nanas sudah banyak dikembangkan. Serat daun nanas juga telah dipelajari sebagai alternatif material komposit dan apparel, karena kualitasnya yang halus, ketahanan tarik yang baik dan cocok untuk fesyen garmen (Jose et al. 2019). Jose et al., (2019) meneliti mengenai potensi serat daun nanas sebagai alternatif material fesyen garmen. Serat daun nanas dipintal menjadi benang menggunakan mesin Ring Spinning, kemudian ditenun menjadi kain secara manual menggunakan handloom, dan disimpulkan serat daun nanas yang memiliki tingkat kenyamanan yang baik ketika bersentuhan dengan kulit. Selain itu juga, serat daun nanas memiliki ketahanan dan durability yang baik yang baik. (Arafat and Jalal 2022). Do et al., (2021) membuat komposit menggunakan material nanas-kapas dengan metode freeze-dyeing process. Hasilnya berupa komposit yang memiliki fleksibilitas yang baik, porositas yang tinggi dan memiliki insulasi panas yang baik. Namun, dibalik besarnya potensi penggunaan serat nanas sebagai serat alam alternatif, diperlukan pengkajian atau penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan serat nanas untuk diolah menjadi benang

tekstil komersial. Penelitian ini ingin mengkaji kemampuan dan kualitas benang yang dihasilkan dari serat alam yaitu serat nanas dan kapas/*cotton*. Beberapa penelitian sebelumnya terkait potensi PALF sebagai bahan baku tekstil telah dikaji seperti oleh Jalil, Moniruzzaman, *et al.*, (2021) yang menggunakan *ring spinning* di Bangladesh, juga oleh Jose, Salim and Ammayappan, (2016; Hazarika *et al.*, (2018); Jalil, Parvez, *et al.*, (2021) namun utilitasnya untuk digunakan sebagai bahan tekstil dan apparel komersil khususnya di Indonesia belum dilakukan secara maksimal. Perbandingan antara penggunaan PALF dan sutera di pertentunan juga telah dilakukan di India utara, namun masih perlu dikembangkan lagi supaya lebih populer (Roshini and Madhu 2024). Penelitian sebelumnya telah berhasil mengeksplorasi potensi serat daun nanas dalam industri komposit dan fesyen, baik melalui pengamatan pada kombinasi serat nanas dengan campuran serat buatan lainnya hingga penggunaan teknologi pemintalan berbeda seperti *ring spinning*. Namun penelitian yang berfokus pada pengembangan produksi benang melalui metode *open-end rotor spinning* masih terbatas. Sehingga penelitian ini akan menyempurnakan lagi penelitian sebelumnya yang memproses benang campuran nanas dengan *open-end spinning* namun masih mengalami jumlah putus benang yang tergolong tinggi sehingga belum efektif untuk produksi benang (Aribowo *et al.* 2024).

Proses *open-end spinning* merupakan salah satu metode produksi benang yang digunakan dalam industri tekstil. Berbeda dengan metode *spinning* konvensional pada umumnya, *open-end spinning* memanfaatkan prinsip pengacakan serat untuk menghasilkan benang. Dalam proses ini, serat bahan baku seperti kapas atau serat sintetis akan disaring melalui sebuah rotor yang berputar dengan kecepatan tinggi. Serat-serat tersebut diambil oleh aliran udara yang kuat dan disusun secara acak di dalam rotor (Das and Alagirusamy 2010). Proses tersebut akan membentuk sebuah benang. Kemudian benang dikeluarkan dari rotor dan diolah lebih lanjut untuk disempurnakan. Metode *open-end spinning* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan *spinning* konvensional. Salah satu keunggulannya adalah efisiensi produksi yang lebih tinggi karena prosesnya yang kontinyu. Selain itu, *open-end spinning* menggunakan energi lebih efisien karena tidak memerlukan penggunaan banyak air untuk penyaringan serat. Hal ini membuatnya lebih ramah lingkungan. Selain itu, *open-end spinning* juga dapat menghasilkan benang dengan kualitas yang baik, meskipun tergantung pada parameter proses yang diatur dengan tepat (Das and Alagirusamy 2010). Dengan keunggulan dan fleksibilitas tersebut, studi ini menggunakan mesin *open-end spinning* untuk menghasilkan benang campuran serat nanas dan *cotton*. Serat nanas, khususnya pada bagian daunnya yang merupakan limbah, memiliki potensi untuk dapat diolah menjadi benang tekstil pakaian. Selain kehalusan sifat serat, yang perlu diperhatikan adalah kekuatan tarik setelah menjadi benang. Sehingga hipotesis penelitian ini adalah, bahwa kombinasi serat nanas dan kapas dapat diproduksi menjadi benang, namun belum mencapai kualitas yang setara dengan benang murni kapas. Berdasarkan kesenjangan kajian sebelumnya, penelitian yang akan dilakukan, memiliki beberapa pertanyaan yang harus dipecahkan, yaitu bagaimana kombinasi komposisi serat nanas dan kapas untuk dapat diproduksi menjadi benang tekstil komersial menggunakan mesin Open-end, dan bagaimana kualitas benang yang dihasilkan dari campuran serat nanas dan kapas.

2. Metode

2.1. Komposisi Serat dan Parameter Mesin

Penelitian ini bekerja sama dengan dua usaha menengah dari Temanggung dan Wonosobo yang menyediakan bahan baku *sliver carding* serat nanas, yakni material A (Temanggung) seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1a. dan material B (Wonosobo) seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1b. Sebelum dilakukan produksi benang, dilakukan persiapan bahan baku dengan melakukan pengaturan komposisi *sliver* pada mesin *drawing*. Komposisi campuran serat nanas dan kapas kemudian ditentukan untuk masing-masing material A dan B dan diaplikasikan pada saat membuat *sliver drawing breaker*, di mana terdapat input total 6 can *sliver*. Kemudian hasil pencampuran *sliver* pada mesin *drawing breaker* akan lebih diseragamkan lagi melalui mesin *drawing finisher*.

Rasio campuran serat nanas dan *cotton* menjadi salah satu variabel yang akan dianalisa untuk menentukan pengaruhnya terhadap kualitas benang yang dihasilkan melalui proses open-end rotor spinning. Rasio campuran yang akan dieksplorasi yakni komposisi 3:3 dan 2:4 sesuai dengan proporsi *sliver carding* yang digunakan untuk masing-masing jenis pada proses *drawing*. Kedua komposisi ini akan dibandingkan untuk menentukan komposisi yang paling efektif dalam menghasilkan benang dengan kualitas terbaik, yang dapat memenuhi standar industri tekstil untuk aplikasi komersial. Produksi benang menggunakan mesin open-end ditentukan beberapa parameter mesin, ada yang akan divariasikan dan ada pula yang dibuat konstan. Parameter mesin yang akan digunakan tersebut adalah Nomor Benang (Ne1), *Twist per Meter (TPM)*, *Kecepatan Rotor*, dan *Drafting*.



Gambar 1 (a) Material A (Temanggung); (b) Material B (Wonosobo)

Nomor benang merupakan suatu ukuran identitas benang yang menunjukkan berat benang per satuan panjang. Ne menjadi salah satu parameter utama dalam penelitian ini dikarenakan Ne yang sesuai akan menentukan apakah benang yang dihasilkan dapat diproses selanjutnya pada proses kain tenun atau tidak. Pemilihan nilai Ne1 dapat bervariasi tergantung pada preferensi produsen, desain produk, dan pasar target. Nagarajan, Ramachandran, and Boobalan (2019) meneliti komposisi serat kapas/bamboo menggunakan mesin rotor dan ring spinning dalam satuan nomor benang Ne1 10 dan 16. Hasilnya, penentuan rasio komposisi kedua serat tersebut berpengaruh pada kualitas benang yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian terdahulu serta faktor optimal dari kualitas dan kenyamanan kain denim, maka variasi Ne1 yang dikerjakan dalam penelitian ini adalah Ne1 12 dan 16. *Twist* dapat disebut juga dengan antihan atau puntiran menunjukkan puntiran serat yang membentuk benang. Ukuran *twist* dapat ditunjukkan dalam *Twist per Meter (TPM)* yang merepresentasikan banyaknya *twist* pada benang setiap panjang satu inch benang. Pada penelitian ini ditentukan parameter *twist multiplier* (α) yang tetap untuk setiap Ne, yakni 7,33 untuk benang Ne 12 dan 6,35 untuk benang Ne 16. Sehingga menghasilkan jumlah *Twist per Meter* sejumlah 1.000 TPM. Kecepatan rotor menunjukkan tingkat kecepatan putaran rotor untuk membentuk benang. Kecepatan rotor ditentukan dalam satuan rotasi per menit atau RPM. Kecepatan rotor ditetapkan sama untuk seluruh variasi nomor benang yakni sebesar 60.000 RPM. *Drafting* menunjukkan proses peregangan *sliver* yang memiliki diameter lebih besar menjadi ukuran yang lebih kecil sehingga akan menjadikan benang. Ukuran *drafting* ditunjukkan dengan ukuran total draft yang akan menentukan nomor benang yang akan dihasilkan pada proses tersebut. Total draft ditentukan berdasarkan Ne *sliver* input yang nantinya akan dihasilkan dari mesin *Drawing*, dibagi dengan Ne output yakni Ne 12 dan Ne 16

2.2. Desain Eksperimen dan Pengujian Kualitas

Penelitian ini dilakukan berbasis Design of Experiment (DoE) untuk masing-masing tipe material. Faktor dan level eksperimen yang akan dilakukan dapat dilihat seperti pada Tabel 1 sebagai berikut

Tabel 1 Rencana Faktor dan Level Eksperimen

Faktor	Level	
	1	2
Komposisi	3:3	2:4
Nomor Benang (Ne)	12	16

Rencana eksperimen akan dilakukan untuk masing-masing tipe material A dan B berdasarkan faktor dan level yang telah ditentukan sebelumnya. Kombinasi ditentukan dari metode faktorial yakni 2^2 . Sehingga desain eksperimen dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Rencana Desain Eksperimen

Eksperimen	Material	Komposisi	Nomor Benang (Ne)
1	A	3:3	12
2	A	3:3	16
3	A	2:4	12
4	A	2:4	16
5	B	3:3	12
6	B	3:3	16
7	B	2:4	12
8	B	2:4	16

Untuk memastikan benang campuran serat nanas dan *cotton* yang dihasilkan memenuhi kualitas benang yang baik, ditentukan parameter kualitas yang akan dijadikan acuan, yakni *tenacity* atau kekuatan tarik per helai, *unevenness*, *hairiness*, dan *imperfection* yang terdiri dari *thick*, *thin*, dan *neps*. Kekuatan tarik benang per helai merupakan kekuatan tarik benang sebelum benang tersebut mengalami putus. *Unevenness* merupakan tingkat ketidakrataan benang. *Hairiness* menunjukkan derajat bulu benang. *Imperfection index* merupakan tingkat ketidaksempurnaan benang yang ditentukan dari *thick* (tebalnya benang), *thin* (tipisnya benang), dan *neps* (gumpalan serat pada benang yang tidak bisa terurai kembali). Setelah benang dihasilkan pada proses mesin *Open-end*, akan dilakukan pengujian benang berdasarkan beberapa parameter kualitas yang ditentukan. Benang juga akan dilakukan pengujian berat untuk mengukur nomor benang yang dihasilkan apakah sudah sesuai dengan target Ne yang sudah ditetapkan di awal. Pengujian nomor benang dilakukan menggunakan alat dan bahan seperti mesin *reeling* dan timbangan digital. Sementara pengujian kualitas ketidakrataan dan *imperfection* benang diuji menggunakan Mesin Uster *Tester* dengan parameter uji kecepatan 400 m/min selama 1 menit. Sementara pengujian kekuatan tarik per helai dilakukan menggunakan Yarn Tensile *Strength Tester* dengan kecepatan 500 mm/min, beban awal 0,3 cN/tex, dan jarak jepit 250 mm. Pengujian dilakukan dengan pengambilan sampel benang hasil produksi untuk setiap kombinasi eksperimen yang dilakukan, kemudian dilakukan perbandingan untuk menentukan kombinasi parameter setelan mesin open-end yang paling optimal. Analisis hasil pengujian dilakukan secara statistik dengan *software* Minitab 19.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pembuatan Benang

3.1.1 Pembuatan *Sliver Drawing*

Proses diawali dengan pembuatan *sliver drawing* terlebih dahulu dengan tujuan melakukan perangkapan dan pencampuran benang serat nanas dan serat *cotton*. Pembuatan *sliver drawing* dilakukan melalui 2 tahap, yakni *drawing breaker* dan *drawing finisher*. Pada mesin *drawing breaker*, dilakukan perangkapan *sliver* pertama kali. Di tahap inilah pengaturan komposisi benang dilakukan sesuai dengan kombinasi komposisi yang telah ditentukan, yakni komposisi 3:3 dan 2:4 seperti terlihat pada Gambar 2. Kemudian baru dilakukan produksi untuk masing-masing tipe

sliver (A dan B) sehingga dihasilkan *sliver drawing breaker* yang akan dilakukan perangkapan selanjutnya di mesin *drawing finisher*.



Gambar 2 Produksi *Sliver Drawing breaker*

Pada mesin *drawing finisher* dilakukan perangkapan *sliver* campuran lebih lanjut seperti terlihat pada Gambar 3. *Sliver* campuran hasil dari mesin *drawing breaker* disusun kembali pada can untuk masing-masing tipe *sliver* A dan B, kemudian dijalankan produksi sehingga menghasilkan *sliver drawing finisher* yang siap untuk diproduksi benang pada mesin Open End. *Sliver drawing finisher* ini sudah menjadi lebih seragam dan halus dibandingkan dengan *sliver drawing breaker*.



Gambar 3 Produksi *Sliver Drawing finisher*.

3.1.2 Pembuatan Benang Open-End Berbasis Serat Nanas

Pembuatan benang campuran nanas dan *cotton* menggunakan mesin open end yang mampu langsung mengubah *sliver* drawing menjadi benang, seperti terlihat pada Gambar 4. Input material berupa *sliver* drawing hasil perangkapan dari mesin *drawing finisher*. Produksi dilakukan bertahap sesuai dengan desain eksperimen yang telah ditentukan.



Gambar 4 Produksi Benang Campuran Nanas-Cotton dengan Mesin Open End

Proses produksi benang tidak semuanya berjalan lancar, terdapat beberapa kombinasi komposisi yang pada akhirnya tidak berhasil dipintal menjadi benang dikarenakan *sliver* selalu putus sehingga rotor langsung berhenti. Rekapitulasi produksi untuk masing-masing kombinasi komposisi dapat dilihat pada Tabel 3, sedangkan hasil produksi benang dapat dilihat pada Gambar 5 untuk Eksperimen 1-5 dan Gambar 6 untuk Eksperimen 6-8.

Tabel 3 Rekapitulasi Produksi Benang Campuran Nanas dan Cotton

Eksperimen	Material	Komposisi	Ne Benang	Ne Sliver Drawing	Hasil
1	A	3:3	12	0.1186	Berhasil dipintal
2	A	3:3	16	0.1186	Tidak dapat dipintal
3	A	2:4	12	0.1220	Berhasil dipintal namun jumlah lebih sedikit
4	A	2:4	16	0.1220	Tidak dapat dipintal
5	B	3:3	12	0.0850	Berhasil dipintal
6	B	3:3	16	0.0850	Berhasil dipintal
7	B	2:4	12	0.1243	Berhasil dipintal
8	B	2:4	16	0.1243	Berhasil dipintal



(a) A, Ne 12, 3:3

(b) A - Ne 12, 2:4

(c) B - Ne 12, 3:3

Gambar 5 Hasil Benang Eksperimen 1-5



Gambar 6 Hasil Benang Eksperimen 6-8

3.2. Pengujian dan Analisis Kualitas Benang

Pengujian kualitas benang dilakukan dengan melakukan pengujian untuk parameter-parameter kualitas diantaranya adalah kesesuaian Nomor Benang (Ne), Ketidakrataan Benang, serta *Tenacity* atau kekuatan benang. Berdasarkan rekapitulasi hasil pengujian nomor benang seperti pada Tabel 4 diperoleh bahwa nilai standar deviasi dari sampel tergolong kecil dan di bawah nilai rata-rata. Selain itu apabila membandingkan nilai Ne target yakni 12 dan 16 dengan Ne hasil pengujian, penyimpangannya tergolong masih kecil yakni di rentang 1.4% - 6.1%. Sehingga dapat disimpulkan nomor benang yang dihasilkan telah seragam menghasilkan nomor benang yang konsisten, serta mampu menghasilkan nomor benang sesuai dengan yang direncanakan. Pengujian ketidakrataan benang meliputi parameter ketidakrataan (U%), *Thin* (-50%), *Thick* (+50%), dan *Neps*. Hasil pengujian ketidakrataan benang, *tenacity* benang meliputi parameter kekuatan tarik, *tenacity*, dan *Mulur* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Nomor Benang

Eksperimen	Ne	Rata-rata Berat	Rata-Rata Ne Uji	Standar Deviasi Ne	Penyimpangan Ne Uji dengan Ne Target
1	12	4,75	12,20	0,24	1,7%
3	12	5,15	11,45	0,26	4,5%
5	12	4,85	12,17	0,20	1,4%
6	16	3,84	15,36	0,20	4,0%
7	12	4,65	12,69	0,06	5,8%
8	16	3,48	16,98	0,25	6,1%

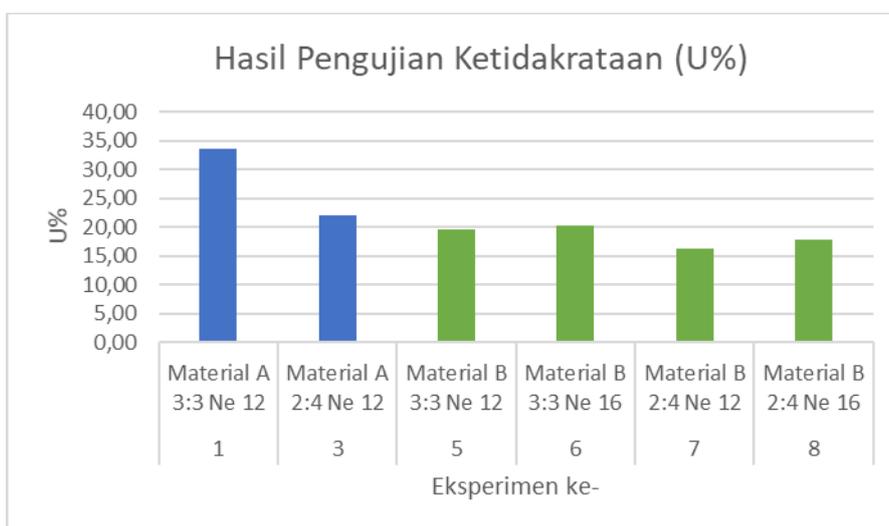
Tabel 5 Rekapitulasi Keseluruhan Hasil Pengujian

Ekspe rimen	Material	Komposisi	Ne	Rata-rata Ketidak rataan	Rata-rata <i>Thin</i>	Rata-rata <i>Thick</i>	Rata-rata <i>Neps</i>	Rata-rata <i>Tenacity</i> (cN/tex)	Rata-rata <i>Mulur</i> (%)
1	A	3:3	Ne 12	33,695	3680	3650	6790	6,68	3,9
5	B	3:3	Ne 12	19,7	306,25	1825	4523	9,564	5,4
6	B	3:3	Ne 16	20,2	566	1465	3647,5	7,89	5,3
3	A	2:4	Ne 12	21,96	1740	3730	5840	11,17	6,3
7	B	2:4	Ne 12	16,25	31,25	117,5	478	10,214	6,1

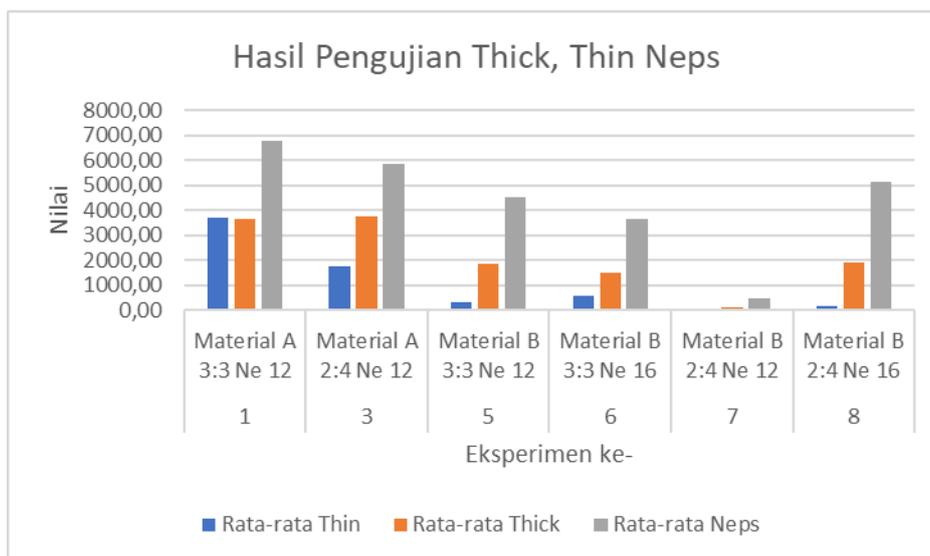
Ekspe- rimen	Material	Komposisi	Ne	Rata-rata Ketidak- rataan	Rata- rata <i>Thin</i>	Rata- rata <i>Thick</i>	Rata- rata <i>Neps</i>	Rata- rata <i>Tenacity</i> (cN/tex)	Rata- rata Mulur (%)
8	B	2:4	Ne 16	17,94	171,25	1876,25	5150	7,892	5,5

3.2.1 Perbandingan Material A dan B

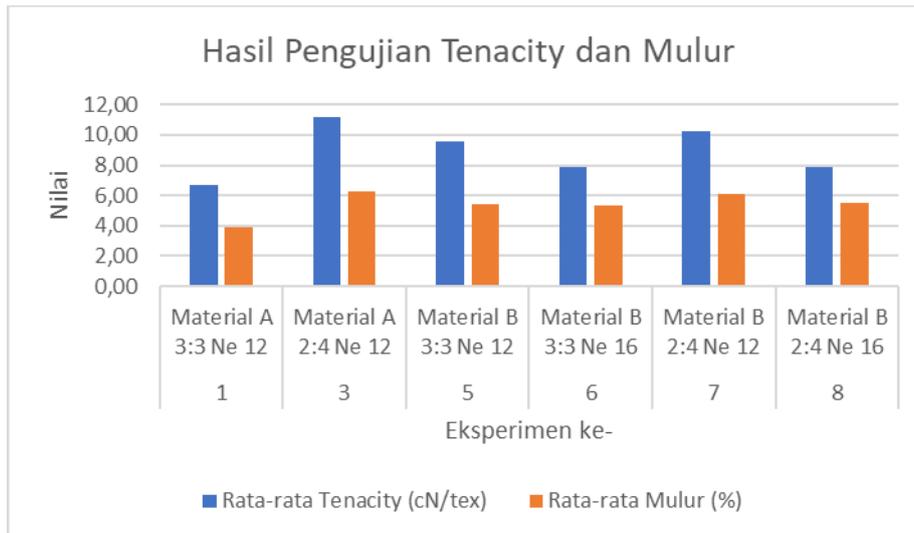
Penelitian ini menggunakan material *sliver* nanas dari 2 sumber yang berbeda yakni Material A (Temanggung) dan Material B (Wonosobo), sedangkan untuk campuran *sliver cotton* yang digunakan berasal dari sumber yang sama. Berdasarkan Gambar 7 dan 8 secara keseluruhan campuran dengan material B yang berasal dari Wonosobo memiliki performansi yang lebih baik daripada campuran dengan material A. Dapat dilihat bahwa nilai ketidakrataan (U%) dan *Thick Thin Neps* dari benang campuran dengan material B jauh lebih rendah daripada campuran dengan material A. Meskipun begitu untuk hasil pengujian *tenacity* seperti pada Gambar 9, benang dengan campuran material A memiliki performansi yang lebih baik dari campuran material B, khususnya untuk komposisi 2:4 yang mempunyai komposisi serat *cotton* yang lebih besar.



Gambar 7 Hasil Pengujian Ketidakrataan (U%)



Gambar 8 Hasil Pengujian *Thick, Thin Neps*



Gambar 9 Hasil Pengujian *Tenacity* dan Mulur

Namun apabila dilihat dari pengujian ANOVA untuk material A dan B diperoleh hasil P-Value yang cukup besar yakni 0,984 sehingga dapat disimpulkan sebetulnya hasil *tenacity* yang lebih tinggi di material A ini tidak begitu signifikan.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Material	1	0,0016	0,00163	0,00	0,984
Error	4	14,2833	3,57083		
Total	5	14,2849			

Gambar 10 ANOVA Material vs *Tenacity*

Berhubung berdasarkan performansi produksi material A tidak berhasil memproduksi benang dengan Ne 16 dikarenakan tingkat putus yang terlalu tinggi selama proses produksi, sehingga dapat disimpulkan material B lebih baik performanya karena memiliki *spinnability* yang lebih baik. Untuk kedepannya perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai perbedaan karakteristik material tersebut serta proses pembuatan *sliver carding*nya untuk memperoleh informasi yang lebih mendalam terkait parameter material yang terbaik untuk menghasilkan kualitas benang yang baik. Masing-masing pihak UMKM diberikan informasi terkait hasil performansi material yang mereka produksi sehingga dapat melakukan evaluasi untuk mampu menghasilkan *sliver carding* nanas dengan kualitas yang semakin baik.

3.2.1 Perbandingan Tiap Faktor Terhadap Parameter Kualitas

Selanjutnya dilakukan analisis untuk setiap faktor yang terlibat yakni Komposisi dan Nomor Benang (Ne), apakah berpengaruh signifikan terhadap parameter kualitas, juga untuk menentukan mana faktor yang paling berpengaruh terhadap kualitas, sehingga dapat menjadi basis dasar untuk penelitian selanjutnya. Parameter kualitas yang akan dijadikan perbandingan adalah 2 yakni ketidakrataan benang (U%) dan *Tenacity* yang cukup mewakili kualitas utama benang untuk dapat memenuhi syarat menjadi benang yang dapat diproduksi menjadi kain tenun sebagai benang lusi.

1. Pengaruh Komposisi terhadap Kualitas Benang

Hasil ANOVA menunjukkan P-Value sebesar 0,300 untuk Komposisi vs Ketidakrataan Benang (Gambar 11(a)), sedangkan untuk Komposisi vs *Tenacity* P-Value sebesar 0,25 (Gambar 11(b)).

Hasil tersebut menunjukkan perbedaan rata-rata yang belum terlalu signifikan untuk perubahan komposisi. Namun nilai P-Value untuk komposisi vs *tenacity* yang lebih rendah sehingga dapat mengindikasikan variasi komposisi lebih berpengaruh ke *tenacity*.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Komposisi	1	50,72	50,72	1,42	0,300
Error	4	143,28	35,82		
Total	5	194,00			

(a)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Komposisi	1	4,407	4,407	1,78	0,253
Error	4	9,878	2,470		
Total	5	14,285			

(b)

Gambar 11 ANOVA Komposisi vs Ketidakrataan Benang (a) dan Komposisi vs *Tenacity* (b)

Terdapat dua macam komposisi yang digunakan dalam penelitian ini yakni komposisi 3:3 dan komposisi 2:4 yang memiliki kandungan serat kapas lebih tinggi. Hasil pengujian pada komposisi dengan kandungan kapas lebih tinggi (seperti pada eksperimen 3, 7, dan 8) menunjukkan kecenderungan bahwa semakin besar kandungan kapas, ketidakrataan benang semakin rendah, dan benang berkualitas lebih baik. Begitu juga dengan *tenacity*, terdapat kecenderungan semakin besar kandungan nanas yang ada pada benang, maka semakin rendah kekuatan tariknya. Hal ini dapat dipahami karena dari penampang fisik serat nanas memang cenderung lebih kasar daripada serat *cotton*.

2. Pengaruh Nomor Benang terhadap Ketidakrataan dan *Tenacity* Benang

Hasil ANOVA menunjukkan P-Value sebesar 0,540 untuk Nomor Benang vs Ketidakrataan Benang (Gambar 12(a)), sedangkan untuk Nomor Benang vs *Tenacity* P-Value sebesar 0,355 (Gambar 12(b)). Hasil tersebut menunjukkan perbedaan rata-rata yang belum terlalu signifikan untuk perubahan variasi Nomor Benang (Ne 12 dan Ne 16). Namun nilai P-Value untuk nomor benang vs *tenacity* yang lebih rendah sehingga dapat mengindikasikan variasi komposisi lebih berpengaruh ke *tenacity*. Nilai P-value untuk parameter Nomor benang ini jauh lebih tinggi daripada untuk parameter komposisi. Sehingga terdapat kemungkinan komposisi lebih berpengaruh ke ketidakrataan dan *tenacity*, dan variasi nomor benang tidak begitu berpengaruh.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ne	1	19,57	19,57	0,45	0,540
Error	4	174,43	43,61		
Total	5	194,00			

(a)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Ne	1	3,064	3,064	1,09	0,355
Error	4	11,221	2,805		
Total	5	14,285			

(b)

Gambar 12 (a) ANOVA Nomor Benang vs Ketidakrataan Benang dan (b) Nomor Benang vs *Tenacity*

c. Pengaruh Kombinasi Faktor Terhadap Parameter Kualitas

Kombinasi seluruh faktor yang telah ditentukan yakni material, komposisi, dan nomor benang juga penting untuk dievaluasi. Uji ANOVA dilakukan dua kali, untuk menentukan pengaruh terhadap ketidakrataan benang (Gambar 13(a)) dan terhadap *tenacity* benang (Gambar 13(b)). Secara keseluruhan P-value masih diatas 0.05 yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan. Kedua pengujian tersebut menghasilkan insight yang cukup berbeda, untuk pengaruh terhadap ketidakrataan benang, sejalan dengan kesimpulan di bagian sebelumnya bahwa nomor benang tidak terlalu berpengaruh signifikan terhadap ketidakrataan benang dengan P Value yang sangat tinggi yakni 0.792. Sedangkan faktor material dan komposisi memiliki P-Value yang cukup

rendah (meskipun belum lebih kecil dari 0.05) yang menunjukkan bahwa faktor material dan komposisi dapat dijadikan sebagai faktor utama untuk divariasikan dalam penelitian lanjutan untuk menentukan parameter terbaik. Sementara itu untuk parameter *Tenacity*, faktor material yang paling tidak berpengaruh terhadap *tenacity* dibandingkan dengan faktor komposisi dan nomor benang yang memiliki P-value cenderung seragam dan lebih rendah yakni 0.346.

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Material	1	97,072	97,072	7,29	0,114
Komposisi	1	50,721	50,721	3,81	0,190
Ne	1	1,199	1,199	0,09	0,792
Error	2	26,639	13,319		
Total	5	194,003			

(a)

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Material	1	0,9293	0,9293	0,32	0,631
Komposisi	1	4,4067	4,4067	1,50	0,346
Ne	1	3,9920	3,9920	1,36	0,364
Error	2	5,8846	2,9423		
Total	5	14,2849			

(b)

Gambar 13 ANOVA Material, Komposisi, dan Ne vs Ketidakrataan Benang (a) dan Material, Komposisi, dan Ne vs *Tenacity* Benang (b)

3.3. Diskusi Hasil Penelitian

Hasil data penelitian menunjukkan produksi benang campuran serat nanas dan *cotton* telah dilakukan dengan menggunakan mesin *open-end*. Masih terdapat keterbatasan pada penelitian ini, diantaranya jumlah sampel yang masih terbatas dikarenakan adanya keterbatasan material serat nanas yang tersedia, serta kualitas benang yang dihasilkan yang masih belum setara dengan benang yang berbahan baku 100% *cotton*. Sehingga keterbatasan sampel tersebut mungkin dapat berpengaruh pada potensi bias hasil hanya mewakili material dari UMKM yang dijadikan sampel. Selain itu, kualitas bahan baku nanas juga belum terstandar dikarenakan produksinya masih dalam skala UMKM. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memaksimalkan kualitas dari serat nanas itu sendiri. Meskipun begitu, hasil ini menunjukkan adanya implikasi yang positif, khususnya untuk pengembangan UMKM tekstil di Indonesia untuk dapat meningkatkan kualitas dan kapasitas produksi dalam memproduksi serat nanas. Selain itu, penelitian ini juga dapat membantu para petani dalam pemanfaatan limbah daun nanas untuk bahan baku serat. Peluang pengembangan penelitian ini masih sangat besar dan luas, dengan makin maraknya penggunaan serat sintesis yang tidak ramah lingkungan, serta serat *cotton* yang sumber bahan bakunya masih impor, adanya potensi serat alam lokal dari Indonesia ini dapat meningkatkan produksi bahan baku serat secara mandiri dari dalam negeri. Penggunaan serat nanas memiliki potensi dampak positif terhadap industri tekstil yang berkelanjutan dengan serat yang berasal dari limbah pertanian, sehingga pemanfaatannya dapat mengurangi beban lingkungan sekaligus memberikan nilai tambah. Sehingga benang yang berbasis serat nanas dapat mendukung pencapaian target berkelanjutan khususnya pada sektor tekstil.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil melakukan pengembangan benang dengan bahan baku serat alam ramah lingkungan dan diproduksi secara lokal di Indonesia, dengan campuran serat nanas dan *cotton* telah berhasil dilakukan dan diproduksi dengan mesin *drawing* dan mesin *open end*, menghasilkan benang dengan beberapa kombinasi komposisi dan material. Material serat nanas diperoleh dari sumber Temanggung (A) dan Wonosobo (B), material B memiliki performansi yang lebih baik dari material A dikarenakan material B mampu dipintal untuk seluruh 8 kombinasi eksperimen, sementara material A hanya mampu dipintal untuk 6 dari 8 kombinasi eksperimen. Secara keseluruhan berdasarkan P-Value yang diperoleh menunjukkan belum terdapat bukti yang kuat bahwa faktor material, komposisi dan nomor benang berpengaruh terhadap kualitas benang campuran serat nanas dan *cotton*. Hal ini kemungkinan besar disebabkan karena jumlah sampel yang terlalu sedikit dikarenakan keterbatasan kuantitas material serat nanas yang dapat

disediakan dari UMKM. Variasi komposisi campuran cenderung berkemungkinan untuk mempengaruhi ketidakrataan dan *tenacity* daripada variasi nomor benang sedangkan faktor material dan komposisi lebih berpengaruh ke ketidakrataan benang, sedangkan faktor komposisi dan nomor benang lebih berpengaruh ke *tenacity*. Sehingga perlu melakukan penelitian lebih lanjut kaitannya dengan mencari komposisi dan Nomor Benang yang paling optimal sehingga dapat berpengaruh signifikan terhadap kualitas benang yang dihasilkan dengan menambah ukuran sampel yang lebih besar, juga dapat dengan memilih parameter dan level lain. Material serat nanas juga perlu ditingkatkan kualitasnya sehingga sliver carding nanas yang dihasilkan juga dalam keadaan yang terbaik sebelum dapat dilakukan proses produksi benang.

Daftar Pustaka

- Arafat, Y., & Jalal, A. (2022). Recycled fibers from pre- and post-consumer textile waste as blend constituents in manufacturing 100% cotton yarns in ring spinning: A sustainable and eco-friendly approach. *Heliyon*, 8(October), e11275. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11275>
- Aribowo, I., Bintang, H. S., Khairunnisa, H., Nuladani, N. A., & Penulis Koresponden. (2024). Pemanfaatan limbah daun nanas sebagai alternatif bahan baku. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2024*, 135–139.
- Das, A., & Alagirusamy, R. (2010). Fundamental principles of open end yarn spinning. In *Advances in Yarn Spinning Technology* (pp. 79–101). <https://doi.org/10.1533/9780857090218.1.79>
- Do, N. H. N., Tran, V. T., Tran, Q. B. M., Le, K. A., Thai, Q. B., Nguyen, P. T. T., Duong, H. M., & Le, P. K. (2021). Recycling of pineapple leaf and cotton waste fibers into heat-insulating and flexible cellulose aerogel composites. *Journal of Polymers and the Environment*, 29(4), 1112–1121. <https://doi.org/10.1007/s10924-020-01955-w>
- Dong, C. H., Lv, Z., Zhang, L., Shen, H. J., Li, N. N., & Zhu, P. (2014). Structure and characteristics of pineapple leaf fibers obtained from pineapple leaves. *Advanced Materials Research*, 998–999, 316–319. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.998-999.316>
- Hazarika, P., Hazarika, D., Kalita, B., Gogoi, N., Jose, S., & Basu, G. (2018). Development of apparels from silk waste and pineapple leaf fiber. *Journal of Natural Fibers*, 15(3), 416–424. <https://doi.org/10.1080/15440478.2017.1333071>
- Ismoilov, K., Chauhan, S., Yang, M., & Heng, Q. (2019). Spinning system for pineapple leaf fiber via cotton spinning system by solo and binary blending and identifying yarn properties. *Journal of Textile Science and Technology*, 5(4), 86–91. <https://doi.org/10.4236/jtst.2019.54008>
- Jalil, M. A., Moniruzzaman, M., Parvez, M. S., Siddika, A., Gafur, M. A., Repon, M. R., & Hossain, M. T. (2021). A novel approach for pineapple leaf fiber processing as an ultimate fiber using existing machines. *Heliyon*, 7(8), e07861. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07861>
- Jalil, M. A., Parvez, M. S., Siddika, A., & Rahman, M. M. (2021). Characterization and spinning performance of pineapple leaf fibers: An economic and sustainable approach for Bangladesh. *Journal of Natural Fibers*, 18(8), 1128–1139. <https://doi.org/10.1080/15440478.2019.1687066>
- Jose, S., Das, R., Mustafa, I., Karmakar, S., & Basu, G. (2019). Potentiality of Indian pineapple leaf fiber for apparels. *Journal of Natural Fibers*, 16(4), 536–544. <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1428844>
- Jose, S., Salim, R., & Ammayappan, L. (2016). An overview on production, properties, and value addition of pineapple leaf fibers (PALF). *Journal of Natural Fibers*, 13(3), 362–373. <https://doi.org/10.1080/15440478.2015.1029194>
- Lee, C., Khalina, A., Lee, S. H., Padzil, F. N., & Ainun, Z. M. A. (2020). Physical, morphological, structural, thermal, and mechanical properties of pineapple leaf fibers. In *Pineapple Leaf Fibers* (pp. 1–24). *Green Energy and Technology*.

- Nagarajan, G., Ramachandran, T., & Boobalan, S. (2019). An analysis of quality characteristics of bamboo/cotton blended yarns of rotor and ring spun. *International Research Journal of Science and Technology*, 1, 31–34. <https://doi.org/10.46378/irjst.2019.010105>
- Pandit, P., Pandey, R., Singha, K., Shrivastava, S., Gupta, V., & Jose, S. (2020). Pineapple leaf fibre: Cultivation and production. In M. Jawaid, M. Asim, P. Tahir, & M. Nasir (Eds.), *Pineapple Leaf Fibers* (pp. 1–18). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14353-5_1
- Reddy, N., & Yang, Y. (2015). Innovative biofibers from renewable resources. *Innovative Biofibers from Renewable Resources* (pp. 1–454). <https://doi.org/10.1007/978-3-662-45136-6>
- Roshini, T., & Madhu, S. (2024). Prospects of utilizing biowaste pineapple leaf fiber for textile products. In R. Bedamatta, B. Laishram, & S. Johari (Eds.), *Research and Innovation for Sustainable Development Goals* (pp. 1–13). NERC 2022.
- Utebay, B., Celik, P., & Cay, A. (2023). Valorization of fabric wastes through production of recycled cotton yarns by compact ring and open-end rotor spinning. *Journal of Cleaner Production*, 409, 137135. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.137135>
- Zolkiflee, N. H., Roslan, M. N., Halip, J. A., Kamarudin, K., Shaari, M. F., & Aziz, A. N. (2024). The effect of spinning parameters and fiber blending ratio on the physical properties of pineapple leaf fiber (PALF)-cotton yarns. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 32(Sp3), 41–55. <https://doi.org/10.47836/pjst.32.S3.04>



© 2025 by authors. Content on this article is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International license](http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).