

**NASKAH ORISINAL**

# Penerapan Mesin *Opening* dalam Pembuatan Benang dari Serat Daun Nanas di Desa Satak Kabupaten Kediri

Soeprijanto Soeprijanto<sup>1,\*</sup> | Eva Oktavia Ningrum<sup>1</sup> | Niniek Fajar Puspita<sup>1</sup> | Afan Hamzah<sup>1</sup> | Deti Rahmawati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Kimia Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Studi Pembangunan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

**Korespondensi**

\*Soeprijanto Soeprijanto, Departemen Teknik Kimia Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.  
Alamat e-mail:  
soeprijanto@chem-eng.its.ac.id

**Alamat**

Laboratorium Bioteknologi Industri,  
Departemen Teknik Kimia Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

**Abstrak**

Desa Satak Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri yang berada di kaki Gunung Kelud, Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu penghasil buah nanas dan memiliki rumpun tanaman nanas cukup banyak, sebagai salah satu sumber penghasilan utama. Setelah pasca panen, daun nanas sebagian besar dibuang menjadi sampah daun dan tangkai nanas, baru kemudian dikomposkan atau dibakar oleh petani. Selain itu, petani nanas biasanya hanya menimbun dan membakar daun nanas. Ada upaya Tim KKN Abmas TTG berbasis produk untuk mengatasi permasalahan limbah daun nanas tersebut, sehingga apabila diolah lebih lanjut akan meningkatkan nilai ekonomi lebih tinggi dan merupakan hasil samping atau kemungkinan bisa merupakan hasil utama dari petani nanas masyarakat desa Satak. KKN Abmas TTG yang merupakan kegiatan dengan melibatkan mahasiswa ini telah merancang dan membuat mesin *opening* dan mesin *spinning single spindle* yang berguna untuk pengolahan limbah daun nanas. Mesin *opening* digunakan dalam pengolahan serat kasar daun nanas untuk menghasilkan serat yang lebih halus, sedangkan mesin *spinning single spindle* digunakan untuk menghasilkan produk berupa benang *single*. Benang halus yang dihasilkan dapat diolah lebih lanjut sebagai bahan baku pembuatan tas dan bahan tekstil. Pelaksanaan kegiatan KKN Abmas telah dilaksanakan melalui sosialisasi pengoperasian produk mesin-mesin ke masyarakat yang dihadiri oleh Karang Taruna, Perangkat Desa Satak Kecamatan Puncu, dan staf Balitbangda Kabupaten Kediri.

**Kata Kunci:**

Benang, Limbah daun nanas, Mesin *Opening*, Mesin *Spinning Single Spindle*, Nanas

## 1.1 | Latar Belakang

Tanaman nanas dapat tumbuh terutama di negara-negara tropis dan sub-tropis. Secara historis, tanaman ini berasal dari Brazil dan dibawa ke Indonesia oleh Pelaut Spanyol dan Portugis sekitar tahun 1599. Kabupaten Kediri memiliki potensi daerah yang sangat luar biasa berada di lereng Gunung Kelud, yaitu memiliki potensi penghasil buah nanas madu, dan budidaya nanas dimulai sejak 1990-an. Disamping itu, Kabupaten Kediri menjadi tempat wisata yang menyajikan keindahan panorama pegunungan indah dan sejuk setelah pasca letusan Februari 2014 lalu. Karena tanaman nanas tumbuh subur dan banyak dihasilkan di lereng Gunung Kelud, maka buah nanas dikenal dengan nama nanas madu Kelud. Tanaman nanas merupakan salah satu tanaman buah tropis utama yang banyak ditanam di seluruh dunia<sup>[1]</sup>.

Nanas merupakan tumbuhan herba abadi dengan tinggi dan lebar antara 1-2 m termasuk dalam famili *Bromeliaceae*, dan umumnya termasuk jenis tanaman musiman<sup>[1]</sup>. Tanaman nanas kebanyakan dibudidayakan di daerah pesisir dan tropis, terutama untuk penghasil buah-buahan tanaman nanas memiliki batang pendek dengan warna hijau tua. Tunas daun pertama terlihat dekoratif; kemudian berubah menjadi dengan ukuran panjang 0.9 m, lebar 5-8 cm berbentuk pedang, dan banyak tepi daun berserat tersusun spiral serta melengkung ke arah penampang untuk menjaga kekakuan daun<sup>[2]</sup>. Setiap buah nanas memiliki jumlah bagian heksagonal yang sama pada kulit terluar dan tidak tergantung pada ukuran atau bentuknya. Buah nanas sangat kaya akan sumber *bromelain* dan *protease sistein* lainnya yang terkandung di berbagai bagian buah nanas<sup>[3]</sup>. Secara komersial, *bromelain* telah banyak dimanfaatkan di industri makanan, kosmetik, dan suplemen makanan. Buah nanas secara komersial sangat penting, dan daun nanas dianggap sebagai bahan limbah buah.

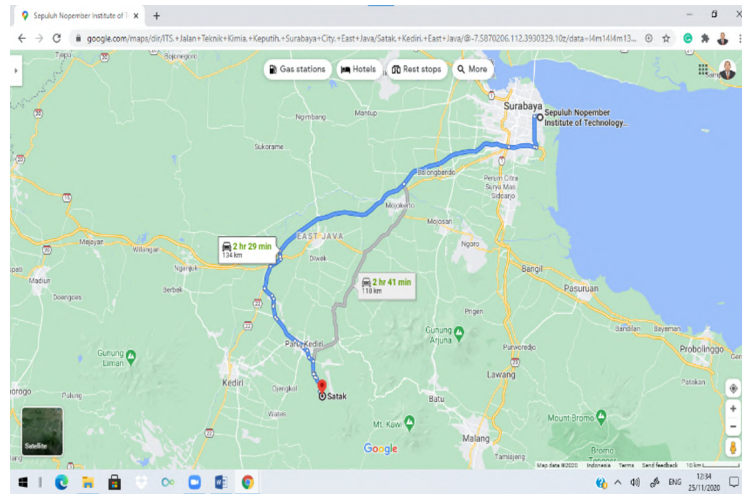


**Gambar 1** Perkebunan tanaman nanas di Desa Satak Kabupaten Kediri.

Setelah pasca panen daun nanas sebagian besar dibuang menjadi sampah daun dan tangkai nanas baru dikomposkan atau dibakar oleh petani. Agar limbah daun nanas tidak mengganggu lingkungan, maka limbah daun nanas perlu dimanfaatkan menjadi produk yang bermanfaat serta dapat memberikan nilai tambah bagi petani nanas. Daun Nanas dianggap sebagai limbah pertanian di masa lalu karena kurangnya pengetahuan tentang potensi serat daun nanas, dan apabila daun nanas diolah lebih lanjut dapat dimanfaatkan untuk memproduksi serat alami. Salah satu alternatif penanganan limbah daun nanas adalah dengan mengambil serat daun nanas. Serat merupakan kumpulan selulose dan hemiselulose yang merupakan polisakarida. Kandungan selulose dalam daun nanas, *Ananas comosus* terdiri atas sekitar 80% selulose, 6-12% hemiselulose, dan 5-12% lignin<sup>[4] [5] [6]</sup>. Selulose, merupakan konstituen yang terbesar dalam serat daun nanas, yang membentuk dua fase yang berbeda, yaitu fase kristal dan fase amorf. Dalam fase kristal, ada kumpulan mikrofibril, terbentuk dari ikatan (1-4) rantai  $\beta - D - \text{glukan}$  yang terikat kuat dengan hidrogen<sup>[7]</sup>. Sedangkan fase amorf terdiri atas selulosa yang tersusun secara acak dan hemiselulose yang berkontribusi signifikan terhadap kekakuan struktural dan mekanik serat. Oleh karena itu, beberapa percobaan telah menunjukkan bahwa penyisihan fase amorf melalui hidrolisis akan menuju ke daerah kristal di tingkat yang lebih tinggi dengan harapan tujuan akhir adalah untuk meningkatkan kekakuan serat<sup>[4] [8]</sup>. Daun nanas mempunyai serat panjang, dan dapat diolah atau dimanfaatkan menjadi serat sebagai bahan pembuatan benang dan dilanjutkan menjadi pakaian<sup>[9] [10]</sup>.

Pengambilan serat daun nanas dapat dilakukan dengan proses ekstraksi<sup>[11]</sup>. Produk serat nanas merupakan sumber selulose dan diharapkan dapat digunakan sebagai bahan alternatif baru sebagai adsorben untuk mengadsorpsi zat warna pada bahan kain batik<sup>[12]</sup>. Serat daun nanas memiliki sifat mekanik yang luar biasa dan dapat diterapkan dalam pembuatan komposit polimer yang diperkuat dengan komposit polietilen memiliki densitas rendah, dan *biodegradable*<sup>[13] [14] [15] [16]</sup>. Tanaman nanas selama

ini hanya dimanfaatkan buahnya sebagai sumber pangan, sedangkan daunnya merupakan salah satu alternatif penghasil serat nabati yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan tekstil.



**Gambar 2** Peta lokasi desa Satak Kabupaten Kediri.

## 1.2 | Solusi Permasalahan

Pengolahan serat dari daun nanas yang segar melalui proses ekstraksi mekanik menghasilkan serat kasar (*tow fibre*) yang masih mengandung *gum*. Serat kasar yang dihasilkan ini masih belum bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan produk dalam proses selanjutnya. Untuk menghasilkan serat yang lebih baik berupa serat halus (*staple fibre*), maka serat kasar yang masih mengandung *gum* harus dihilangkan. Sehingga solusi permasalahan yang harus dilakukan adalah dengan melakukan proses penghilangan kandungan *gum* yang terkandung pada serat kasar untuk menghasilkan serat halus (*staple fibre*). Serat halus yang dihasilkan kemudian dilanjutkan untuk menghasilkan produk benang dan dapat dilanjutkan ke produk tas.

Untuk memberikan solusi terhadap masyarakat petani nanas adalah:

1. Dibutuhkan pengenalan cara mengelola serat kasar menjadi serat halus
2. Memilih calon penggiat industri kreatif (PKK, Keluarga kelompok tani, Karang Taruna, dll.)
3. Dibutuhkan pendampingan masyarakat petani nanas dalam program pelatihan pengolahan serat kasar menjadi serat halus, kemudian dijadikan benang dan dilanjutkan ke pembuatan tas
4. Dibutuhkan pendampingan usaha dari pembuatan bahan dasar menjadi bahan olahan dan menjadi produk kreatif
5. Dibutuhkan peran Perguruan Tinggi dan kerjasama dengan pemerintah daerah (desa, kecamatan dan kabupaten) untuk mengembangkan usaha serat nanas sampai ke *end-user*

## 1.3 | Strategi Kegiatan

Lokasi Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (Abmas) dan kegiatan KKN mahasiswa dilakukan di Desa Satak Kecamatan Puncu, Kabupaten Kediri. Waktu kegiatan KKN Abmas dilakukan mulai periode bulan Maret 2022 hingga bulan November 2022. Pengabdian Kepada Masyarakat dimulai dengan studi lapangan di Desa Satak Kabupaten Kediri serta mempelajari berbagai aspek yang terkait proses produk benang sebagai bahan baku industri kreatif. Proses pengumpulan data dan informasi potensi daun nanas pasca panen yang berasal dari data primer maupun data sekunder. Data sekunder diperoleh dari Kelurahan Desa Satak dan masyarakat petani nanas. Data tersebut akan diolah untuk keperluan analisis kendala proses pembuatan benang.

Pembuatan benang dapat dilakukan dengan memanfaatkan limbah daun nanas, dan selama ini pemanfaatan masih belum maksimal. Melalui Teknologi Tepat Guna, serat daun nanas mempunyai potensi yang besar apabila diolah lebih lanjut yang akan menghasilkan produk yang bernilai tinggi, seperti dapat dimanfaatkan sebagai produk benang, tali tampar dan tas.



**Gambar 3** Pertemuan dengan wakil Kepala Desa Satak (a); Foto bersama ibu Kepala Desa Satak di depan kantor (b).



**Gambar 4** Tim KKN Abmas survei lapangan di perkebunan nanas desa Satak Kabupaten Kediri.

Ada beberapa tahap yang dilakukan oleh Tim KKN Abmas untuk melakukan sosialisasi pengolahan serat nanas ke masyarakat desa Satak. Tahap pertama, Tim Abmas dosen telah melakukan kunjungan ke Kantor Balitbangda Kabupaten Kediri untuk mendiskusikan rencana kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat di desa Satak. Tahap kedua, Tim KKN abmas mendiskusikan dengan Wakil Kades rencana sosialisasi penggunaan mesin untuk mengolah serat daun nanas ke masyarakat desa Satak dan melakukan survei ke kebun nanas (Gambar (3) dan (4)). Tahap ketiga, Tim KKN Abmas memberikan sosialisasi kepada Kepala Desa Satak, Karang Taruna, dan Masyarakat Tani nanas dalam pengolahan serat daun nanas menjadi serat lebih halus. Tahap keempat, Tim KKN Abmas telah menyiapkan mesin *opening* berfungsi untuk membuka serat kasar menjadi serat lebih halus dan mesin *spinning single spindle* berfungsi untuk memintal benang hasil setelah melalui proses *opening*. Kemudian, proses berikutnya benang dapat diolah lebih untuk menghasilkan produk tali tampar dan bahan tekstil<sup>[15]</sup>. Tahap kelima Tim KKN Abmas telah memberikan sosialisasi dan penyuluhan ke masyarakat dan karang taruna desa Satak, bagaimana penggunaan mesin-mesin tersebut untuk mengolah serat kasar daun nanas. Kemudian tahap keenam, Tim KKN Abmas memberikan sosialisasi tentang pemasaran produk kepada masyarakat Desa Satak, agar produk yang telah dihasilkan bisa dikomersilkan dan bisa sebagai mata pencarian.



## 1.4 | Target Luaran

Target luaran kegiatan KKN Abmas Teknologi Tepat Guna berbasis produk, Institut Teknologi Sepuluh Nopember adalah menghasilkan mesin *opening* untuk mengolah serat kasar daun nanas yang masih berupa gumpalan serat kasar menjadi serat kasar individu, dan mesin *spinning single spindle* yang berfungsi untuk menguraikan gumpalan serat individu menjadi benang kasar.

Sedangkan target luaran lainnya dari kegiatan KKN Abmas TTG berbasis produk adalah berikut ini:

1. Publikasi Berita Populer Media Massa, termuat di ITS News Online: KKN Abmas ITS Kembangkan Serat Daun Nanas Jadi Benang Tekstil, dengan link: <https://www.its.ac.id/news/2022/11/02/kkn-abmas-its-kembangkan-serat-daun-nanas-jadi-benang-tekstil/>
2. Publikasi Berita Populer Media Massa, termuat di Media Radar Kediri Jawa Pos: Gandeng Warga Satak, DRPM-ITS Surabaya Kembangkan Industri Kreatif, dengan link: <https://radarkediri.jawapos.com/showcase/17/10/2022/52127/>
3. Video KKN-Abmas Teknologi Pengolahan Serat Daun Nanas Menjadi Benang di Kabupaten Kediri
4. Draft *book chapter* berisi kegiatan KKN Abmas Teknologi Tepat Guna ITS berbasis produk
5. Draft HKI Video KKN Abmas Teknologi Pengolahan Serat Daun Nanas Menjadi Benang di Kabupaten Kediri

## 2 | METODE KEGIATAN

### 2.1 | Sosialisasi dan Pembelajaran Masyarakat

Tim KKN Abmas memberikan sosialisasi dan pembelajaran terhadap masyarakat desa dengan dihadiri oleh staf desa, Karang Taruna dan Balitbangda Kabupaten Kediri Desa Satak Kabupaten Kediri (Gambar (5)). Masyarakat desa akan mendapatkan penjelasan bagaimana cara kerja produk Teknologi Tepat Guna berupa mesin *cutting* berfungsi untuk memotong serat kasar menjadi ukuran kecil sesuai yang diinginkan<sup>[15]</sup>. Kemudian tim memberikan pembelajaran terhadap cara kerja penggunaan mesin *opening*, bertujuan untuk pengolahan serat daun yang masih berbentuk serat kasar menjadi lebih halus. Tim KKN Abmas melakukan monitoring dan evaluasi sebagai upaya untuk melihat apakah masyarakat tani nanas melanjutkan program kegiatan abmas dosen ITS. Tim juga memberikan sosialisasi kepada masyarakat tani nanas di Desa Satak bagaimana memasarkan produk serat nanas, agar produk yang telah dihasilkan bisa dikomersiilkan dan bisa sebagai mata pencarian.



**Gambar 5** Tim KKN Abmas melakukan sosialisasi pengolahan serat daun nanas di Kabupaten Kediri.

Tim KKN Abmas telah memberikan sosialisasi dan pembelajaran terhadap masyarakat dengan menghadirkan staf desa, Balitbangda Kabupaten Kediri, dan karang Taruna desa Satak Kabupaten Kediri. Tim KKN Abmas telah memberikan sosialisasi dan penjelasan bagaimana proses pengolahan serat kasar daun nanas setelah mengalami pemotongan serat kasar yang sudah diperoleh melalui proses *cutting* menjadi ukuran kecil sesuai yang diinginkan<sup>[15]</sup>. Kemudian dilanjutkan dengan proses *opening*, yang bertujuan untuk membuka serat-serat agar menjadi lebih halus.

## 2.2 | Keterlibatan Mahasiswa

Tim Abmas dosen melibatkan mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan KKN terjun ke masyarakat. Kegiatan masyarakat ini akan memiliki manfaat yang sangat besar terhadap keterlibatan mahasiswa. Manfaat yang akan diperoleh mahasiswa dapat mengasah kepekaan permasalahan yang ada di masyarakat, memberikan sumbangsih dan memberikan solusi untuk mengatasi masalah tersebut. Pada kegiatan KKN Abmas, Tim mahasiswa mempunyai peranan aktif dalam fase pendidikan masyarakat, dan memperoleh pengalaman baru dalam berinteraksi dengan masyarakat di desa Satak Kabupaten Kediri (Gambar (6)).



**Gambar 6** Tim KKN Abmas bersama dosen pembimbing lapangan.

## 3 | HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan KKN Abmas memberikan manfaat terhadap masyarakat tani dan Karang taruna di Desa Satak Kediri sehingga dapat memahami dengan baik bagaimana cara kerja mesin-mesin *cutting*, *opening*, dan *spinning single spindle*, dan menghasilkan serat halus daun nanas (Gambar (7)). Masyarakat tani nanas sangat antusias sekali mengikuti kegiatan Abmas yang dilakukan oleh tim KKN Abmas ITS berbasis produk, karena banyak manfaat yang dapat diperoleh. Residu hasil pertanian yang kurang bernilai dapat diolah menjadi produk yang bernilai ekonomi tinggi. Kegiatan KKN Abmas TTG berbasis produk telah menghasilkan mesin *opening* dan mesin *spinning single spindle* dapat ditunjukkan pada Gambar (8 a) dan (8 b).

Kegiatan KKN Abmas TTG berbasis produk menghasilkan mesin *opening* dan mesin *spinning single spindle* dapat ditunjukkan pada Gambar (8 a) dan (8 b). Sebelumnya telah dilakukan proses *cutting* berfungsi untuk memotong serat *tow* (kasar) menjadi serat pendek dengan ukuran panjang serat tertentu. Serat *tow* dengan ukuran panjang dalam kondisi kering pertama-tama dipotong dengan ukuran antara 32-50 mm di mesin pemotong serat (*cutting*) yang hasilnya disebut bundelan serat pendek. Setelah bundelan serat-serat pendek yang terpotong dengan ukuran tertentu melalui proses *cutting*, selanjutnya bundelan serat diproses di mesin *opening*. Proses *opening* dapat dilakukan beberapa kali agar hasil serat menjadi lebih halus.

Hasil proses *opening* adalah serat individu yang masih kasar (Gambar (9 a)). Serat individu daun nanas yang telah dihasilkan kemudian dilanjutkan dengan pembuatan benang menggunakan mesin *spinning single spindle*, mesin memproses serat-serat individu menjadi benang kasar (Gambar (9 b)). Serat-serat individu diambil dalam bentuk gumpalan serat yang selanjutnya serat-serat tersebut diberi puntiran (*twist*) lalu dimasukkan ke *spindle* melewati lubang pengantar yang diteruskan ke *spindle* dengan cara memutar *spindle* untuk menggulung perlahan-lahan dengan pengatur panel pengatur kecepatan *spindle*. Bundelan serat pendek dipegang dengan tangan kiri dimasukkan agar penyuaipan bahan ke *spindle* dapat diatur, dan selain itu proses puntiran terjadi sehingga serat-serat terikat satu sama dan benang yang dihasilkan memiliki kekuatan Tarik. Proses *spinning* dapat dilakukan beberapa kali sampai gulungan benang pada *spindle* penuh.



(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 7** Persiapan kegiatan masyarakat (a); Sosialisasi pengolahan serat kasar menjadi serat lebih halus menggunakan mesin opening (b, c, dan d).



(a)



(b)

**Gambar 8** Mesin *opening* (a); Mesin *spinning single spindle* (b).





**Gambar 9** Serat individu setelah melalui proses *opening* (a); Pintalan benang kasar setelah melalui proses *spinning single spindle* (b).

## 4 | KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan KKN Abmas TTG berbasis produk telah memberikan manfaat bagi masyarakat desa Satak Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri. Masyarakat desa terutama Karang Taruna sangat berterimakasih dengan adanya KKN Abmas yang dilakukan oleh Tim Abmas ITS, karena dapat informasi pengolahan daun nanas menjadi serat sebagai bahan tekstil dan komposit. Karang Taruna sangat mengharapkan adanya program KKN Abmas keberlanjutan dilakukan di Desa Satak, Kecamatan Puncu, Kabupaten Kediri. Karang Taruna, terutama kelompok tani nanas telah mampu untuk mengoperasikan Mesin *opening* dan Mesin *spinning single spindle*.

Kegiatan KKN Abmas TTG berbasis produk Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, telah menghasilkan produk mesin-mesin yang dapat digunakan untuk mengolah limbah daun nanas, yaitu mesin *opening*, dan mesin *spinning single spindle*. Mesin-mesin tersebut dapat dimanfaatkan untuk pengolahan serat daun nanas menjadi material untuk pembuatan benang, tali tampar dan tas. Selain itu, petani nanas Desa Satak akan memperoleh pengetahuan baru dalam pengolahan serat daun nanas dimanfaatkan sebagai produk benang, tali tampar, dan tas.

### 4.1 | Saran

Kegiatan pengabdian masyarakat ini perlu adanya keberlanjutan kedepannya berupa pendampingan dan pembinaan kepada masyarakat desa Satak secara berkala melalui program kegiatan KKN mahasiswa.

### 4.2 | Rekomendasi

Proses pengolahan serat daun nanas dapat dilanjutkan untuk menghasilkan bahan baku pembuatan tekstil, dan diharapkan program Abmas berikutnya adalah pengolahan lanjutan dari serat daun nanas sehingga mencapai produk bahan tas dan tekstil.

## 5 | UCAPAN TERIMA KASIH

Tim KKN Abmas menyampaikan terima kasih kepada DRPM, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia telah memberikan pendanaan dalam kegiatan KKN Abmas melalui Hibah Abmas tahun 2022 Nomor: 1176/PKS/ITS/2022, Perangkat Desa Satak, Kecamatan Puncu, Kabupaten Kediri, dan Balitbangda Kabupaten Kediri yang telah memberikan dukungan dan fasilitas dalam melaksanakan kegiatan KKN Abmas Teknologi Tepat Guna berbasis produk.

## Referensi

1. Van Tran A. Chemical analysis and pulping study of pineapple crown leaves. *Industrial crops and products* 2006;24(1):66–74.



2. Bartholomew DP, Paull RE, Rohrbach KG. The pineapple: botany, production and uses. CABI publishing; 2003.
3. Ketnawa S, Rawdkuen S, Chaiwut P. Two phase partitioning and collagen hydrolysis of bromelain from pineapple peel Nang Lae cultivar. *Biochemical Engineering Journal* 2010;52(2-3):205–211.
4. Asim M, Jawaid M, Abdan K, Nasir M. Effect of Alkali treatments on physical and Mechanical strength of Pineapple leaf fibres. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 290 IOP Publishing; 2018. p. 012030.
5. Jose S, Salim R, Ammayappan L. An overview on production, properties, and value addition of pineapple leaf fibers (PALF). *Journal of Natural Fibers* 2016;13(3):362–373.
6. Handayani AW. Penggunaan selulosa daun nanas sebagai adsorben logam berat Cd (II) 2010;.
7. Zhao X, Zhang L, Liu D. Biomass recalcitrance. Part I: the chemical compositions and physical structures affecting the enzymatic hydrolysis of lignocellulose. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 2012;6(4):465–482.
8. Jawaid M, Asim M, Tahir PM, Nasir M. Pineapple leaf fibers: processing, properties and applications. Springer Nature; 2020.
9. Hidayat P. Teknologi pemanfaatan serat daun nanas sebagai alternatif bahan baku tekstil. *Teknoin* 2008;13(2).
10. Subagyo A. Pilot Proyek Pengolahan Serat Daun Nanas Pasca Panen di Kabupaten Sipahutar. Deperindag RI 2006;.
11. Soeprijanto S, Puspita NF, Ningrum EO, Hamzah A, Karisma AD, Altway S, et al. Produksi Serat Kasar dari Limbah Daun Nanas Melalui Ekstraksi Mekanik di Desa Satak Kabupaten Kediri. *Sewagati* 2021;5(3):307–314.
12. Subagyo A. Establishing Factory Processing Fiber of Pineapples Leave. Jakarta, Indonesia: Astoyo Indo Makmur. Business plan 2008;.
13. Asim M, Abdan K, Jawaid M, Nasir M, Dashtizadeh Z, Ishak M, et al. A review on pineapple leaves fibre and its composites. *International Journal of Polymer Science* 2015;2015.
14. Mishra S, Misra M, Tripathy S, Nayak S, Mohanty A. Potentiality of pineapple leaf fibre as reinforcement in PALF-polyester composite: Surface modification and mechanical performance. *Journal of Reinforced Plastics and Composites* 2001;20(4):321–334.
15. Soeprijanto S, Puspita NF, Ningrum EO, Hamzah A, Karisma AD, Altway S, et al. Pengolahan Serat Nanas Menjadi Material Komposit di Desa Satak Kabupaten Kediri. *Sewagati* 2022;6(4):497–505.
16. Todkar SS, Patil SA. Review on mechanical properties evaluation of pineapple leaf fibre (PALF) reinforced polymer composites. *Composites Part B: Engineering* 2019;174:106927.

**Cara mengutip artikel ini:** Soeprijanto, S., Ningrum, E.O., Puspita, N.F., Hamzah, A., Rahmawati, D., (2023), Penerapan Mesin *Opening* dalam Pembuatan Benang dari Serat Daun Nanas di Desa Satak Kabupaten Kediri, *Sewagati*, 7(4):593–601, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v7i4.554>.